



CITTA' DI CANELLI

PROVINCIA DI ASTI

Legge Regione Piemonte del 5/12/1977 n. 56 e smi art. 17, 4comma e art. 31 ter

VARIANTE STRUTTURALE al P.R.G.C. vigente

Adozione Progetto Preliminare: DCC n. 33 del 08/05/2013

acquisito il parere favorevole dell'ARPA in data 28/08/2012

(Controdeduzioni alle osservazioni pervenute al progetto preliminare
ed adozione del progetto preliminare modificato DCC n. 65 del 09/10/2013)

Approvazione della Variante Strutturale:
Delibera di Consiglio Comunale n. del
(parere favorevole della Conferenza di Pianificazione acquisito
in data 29/01/2014)

PROGETTO DEFINITIVO

Consulenza ingegneria idraulica

Ing. Paolo Arnaud



Il Sindaco

Marco Gabusi

Il Segretario Generale

Giorgio Musso

Il Responsabile del Procedimento

Enea Cavallo

Data:

TITOLO ELABORATO	NUMERO ELABORATO
STUDIO IDRAULICO Studio Idrologico Rio Trionzo	I.4.0.2

Comune di Canelli

Studio Idraulico Variante P.A.I.

Elab. I.4.0.2

STUDIO IDROLOGICO SUL BACINO DEL RIO TRIONZO

Integrazione del Modello Idrologico a monte di Loc. S.Giovanni

Rev. 05 – 12 Luglio 2013

Data: Asti, 12-07-2013

Ing. Paolo Arnaud



INDICE

1. PREMESSA ALLO STUDIO IDROLOGICO	3
2. BACINO DEI RIO TRIONZO	4
2.1 CARATTERISTICHE DEL BACINO	4
2.2 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	5
3. PLUVIOMETRIA – CURVE DI MASSIMA POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	6
3.1 PARAMETRI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DALLA DIRETTIVA DI PROGETTO.....	6
3.2 PARAMETRI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DA REGOLARIZZAZIONE DI GALTON-GIBRAT	7
4. TRASFORMAZIONE AFFLUSSI – DEFLOSSI – CALCOLO DELLE PORTATE MASSIME	8
4.1 CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA CON MODELLO IDROLOGICO	8
4.1.1 <i>Parametri di calcolo</i>	8
4.1.2 <i>Litologia del bacino del Rio Trionzo</i>	8
4.1.3 <i>Carta del drenaggio del bacino del Rio Trionzo</i>	9
4.1.4 <i>Carta dell'uso del suolo del bacino del Rio Trionzo</i>	10
4.1.5 <i>Calcolo del parametro CN del bacino del Rio Trionzo</i>	11
4.1.6 <i>Pluviogrammi di calcolo tipo Chicago</i>	11
4.1.7 <i>Analisi con Modello Idrologico</i>	13
4.2 CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA CON IL METODO RAZIONALE	15
4.2.1 <i>Coefficiente di deflusso</i>	15
4.2.2 <i>Metodi di calcolo delle portate di piena con il Metodo Razionale</i>	16
4.2.3 <i>Calcolo delle portate di massima piena con la formula razionale</i>	16
4.2.4 <i>Onde di piena con il metodo della corrivazione, formula razionale e ietogramma Chicago</i>	18
5. PORTATE DI MASSIMA PIENA - CONCLUSIONI	19
6. ALLEGATI ALLO STUDIO IDROLOGICO DEL RIO TRIONZO	20

1. Premessa allo Studio Idrologico

Viene effettuato uno studio idrologico sul bacino imbrifero del Rio Trionzo con sezione di chiusura alla confluenza con il Torrente Belbo, con lo scopo di determinare le portate di massima piena con i metodi classici dell'idrologia.

Lo studio è finalizzato al calcolo delle portate di massima piena da applicare nel modello idraulico-numerico la simulazione dei deflussi di massima piena nei tratti terminali del corso d'acqua, per determinare le aree di diversa pericolosità per il P.A.I. e per la verifica delle condizioni di compatibilità idraulica e per la determinazione degli interventi di mitigazione del rischio lungo le fasce inserite in Classe III B.

La presente versione dello Studio è stata integrata e modificata tenendo conto degli approfondimenti e integrazioni richiesti dal Settore Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Assetto Idrogeologico in data 21/12/2012, Prot. 95613/DB1422.

Lo studio idrologico viene condotto utilizzando diverse fonti per le precipitazioni massime e metodi e modelli idrologici diversi.

Precipitazioni massime

1. Si applicano i coefficienti 'a' ed 'n' delle curve di massima possibilità pluviometrica $h=a*t^n$ della "Regionalizzazione" contenuti nella Direttiva di Progetto fornita dall'Autorità di bacino del Fiume Po, effettuando una regressione esponenziale per ricavare le curve di riferimento per i diversi bacini;
2. Si determinano i coefficienti 'a' ed 'n' delle curve di massima possibilità pluviometrica $h=a*t^n$ dalla regolarizzazione di Galton-Gibrat dai dati storici forniti dal Servizio Idrografico alle stazioni più vicine (Acqui Terme, Castagnole Lanze, Nizza Monferrato) calcolando poi i valori di altezza di pioggia ragguagliata per il tempo di corrievazione di ogni bacino, attraverso il metodo del solido di pioggia.

Metodi di calcolo delle portate di massima piena al colmo

Le portate di massima piena per i tempi di ritorno di 500, 200, 100, 50 e 20 anni vengono determinate con i seguenti Metodi o Modelli:

M.1 - Modello idrologico HEC – HMS, considerando i diversi sottobacini ed i relativi parametri per il calcolo delle perdite, che tengono conto delle caratteristiche litologiche, di permeabilità, di drenaggio e dei tipi di uso del suolo. Si applica lo ietogramma Chicago (il più gravoso secondo a.a.) determinato per entrambe le curve di massima possibilità pluviometrica.

M.2 - Metodo della formula razionale: si applica tale metodo applicando entrambe le curve di massima possibilità pluviometrica, utilizzando sia un coefficiente di deflusso costante, congruente con le condizioni geomorfologiche e pedologiche, sia ricavando tale coefficiente dai risultati ottenuti dal modello idrologico, per un confronto tra i metodi.

M.3 - Metodo della formula razionale e calcolo dell'onda di piena con il metodo della corrievazione, applicando i parametri di massima possibilità pluviometrica da regolarizzazione di Galton ed un coefficiente di deflusso costante, congruente con le condizioni geomorfologiche e pedologiche.

Tra le portate di massima piena calcolate con le diverse fonti dei dati pluviometrici e con i diversi metodi sopra esposti, si applicano i valori massimi, più cautelativi.

2. Bacino del Rio Trionzo

2.1 Caratteristiche del bacino

Il Rio Trionzo è iscritto nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Asti approvato con D.R. 04.11.1938.

Tale rio ha origine a Moasca, in località Bric Calcinara, e dopo aver percorso circa 6.3 km confluisce nel Torrente Belbo. La superficie alla sezione di chiusura misura 10.517 km².

Il bacino è impostato su terreni a prevalente componente marnosa-limosa, presenta un substrato con permeabilità medio-bassa costituita da marne e siltiti marnose sulle zone collinari e depositi limosi alluvionali in fondovalle.

I parametri morfometrici del bacino possono così essere riassunti:

Superficie $S = 10.52 \text{ km}^2$;

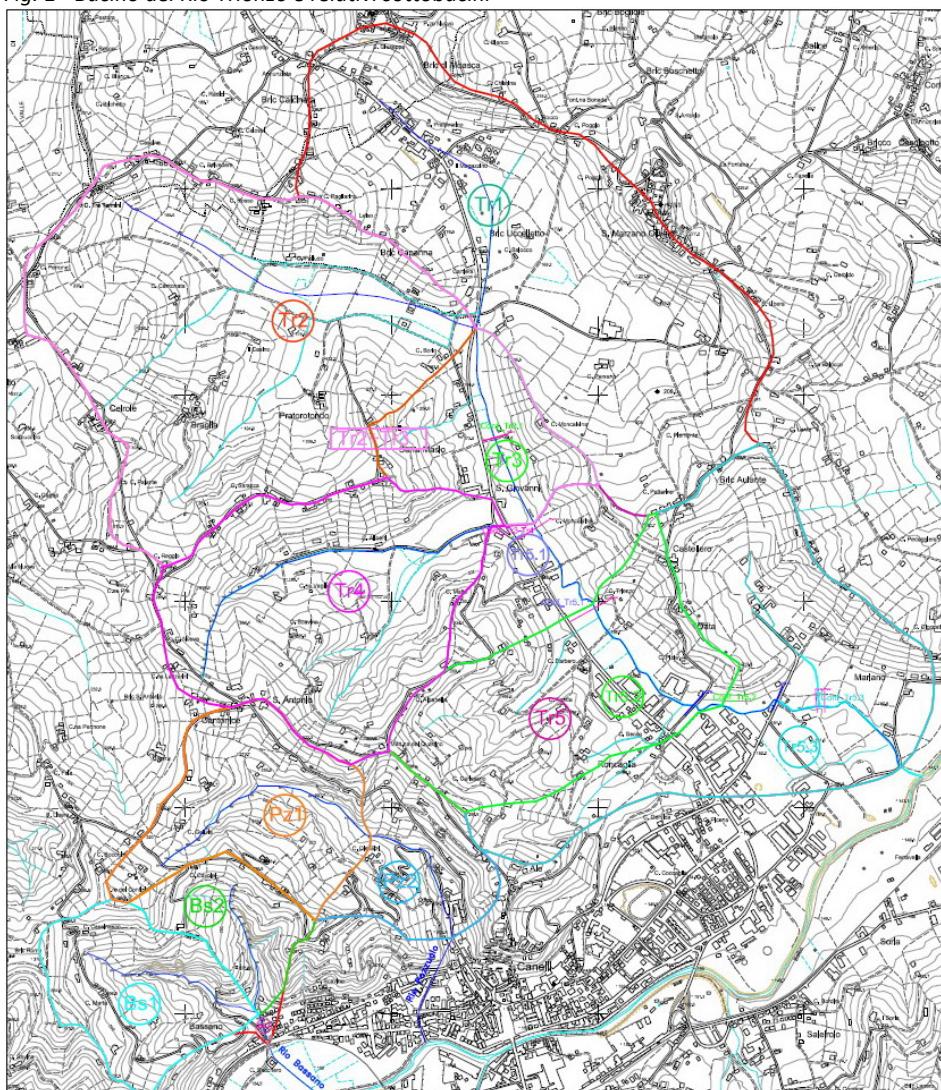
Lunghezza dell'asta principale $L = 5.41 \text{ km}$;

Pendenza media dell'asta: $if = 2.77 \%$;

Pendenza media dei versanti: $iv = 15.25 \%$.

Si riporta in Fig. 1 il bacino del Rio Trionzo ed i sottobacini in cui è suddiviso, inseriti nel Modello Idrologico.

Fig. 1 - Bacino del Rio Trionzo e relativi sottobacini



2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è il tempo impiegato da una particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Ad ogni punto della zona esaminata corrisponde un valore del tempo di corrivazione. Un punto particolare è quello “idraulicamente” più lontano dalla sezione di chiusura, da cui ha origine l'asta principale della rete idrografica.

Il tempo di corrivazione di questo punto, che è il tempo impiegato da una particella d'acqua per percorrere l'intera asta fluviale principale dall'origine alla sezione di chiusura, e che risulta il maggiore tra quelli dei diversi punti del bacino, prende il nome di tempo di corrivazione del bacino.

Si può determinare il tempo di corrivazione del bacino tenendo conto che questo dipende da numerosi fattori, di seguito descritti:

- parametri relativi alla morfologia e alle caratteristiche planimetriche dei sottobacini, quali la superficie, la lunghezza e la pendenza dell'asta principale, la larghezza media del bacino, la distanza del baricentro del bacino dal punto idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura, la pendenza media dei versanti;
- parametri che definiscono le caratteristiche della rete idrografica quali la densità della rete, la capacità d'invaso nella rete e, in bacini naturali e artificiali, le scabrezze degli alvei;
- parametri relativi alla copertura vegetale che definiscono la maggiore o minore presenza di boschi, pascoli, seminativi o altra destinazione d'uso del suolo;
- parametri relativi alle caratteristiche geologiche e fisiche del suolo quali la permeabilità e la capacità di trattenuta dell'acqua.

Il tempo di corrivazione del bacino viene calcolato con le seguenti relazioni : Giandotti, Tournon-Merlo, SCS, Ventura. Si utilizzano queste quattro relazioni, tra le diverse proposte nella letteratura idrologica, poiché queste forniscono i valori con minori scostamenti rispetto al valore medio.

Si osserva che la relazione di Tournon-Merlo, che stata ricavata da studi idrologici su bacini piemontesi, dovrebbe valori i valori più attendibili, tuttavia per alcuni bacini, caratterizzati da basse pendenze, i valori calcolati con questa formula risultano assai superiori a quelli ottenuti da altre relazioni, pertanto meno cautelativi per il calcolo della portata.

La relazione SCS, del Soil Conservation Service, fornisce valori attendibili per bacini di elevata pendenza, ma valori troppo bassi per bacini di bassa pendenza.

Si osserva inoltre che, pur essendo la relazione di Giandotti ricavata per bacini di vasta estensione, essa fornisce sempre dei valori assai prossimi al valore medio tra le diverse relazioni, pertanto il suo utilizzo risulta giustificato, anche se è preferibile confrontare i risultati ottenuti da diversi metodi.

Dall'esperienza dello scrivente, per piccoli bacini è corretto adottare il valore medio tra i valori ottenuti dalle suddette relazioni.

In Fig. 2 si riporta il quadro comparativo tra i diversi metodi di calcolo del tempo di corrivazione, ed i risultati per i diversi sottobacini che vengono inseriti nel Modello Idrologico.

Per il bacino totale si ottiene il valore medio di $T_c = 3.65$ [ore].

Fig. 2 – Calcolo del tempo di corrievazione del bacino del Rio Trionzo – Quadro comparativo

BACINO RIO TRIONZO - Calcolo Tempo di corrievazione Tc e di ritardo T.lag								Sez. 11 Inizio Mod. Idraulico		Sez. 7 Intern. Mod. Idraulico		BACINO		Sezione finale Chiusura
BACINO	Tr.1	Tr.2	Tr.2+Tr.3	Tr.1+Tr.2+Tr.3	Tr.3	Tr.4	Tr.5.1	Bac.Totale	Trc5.1+Tr5.2	Bac.Totale	Tr.5	Tr5.3	TOTALE	Sezione finale Chiusura
SUPERF.	2.589 [km2]	2.616	3.119	5.708	0.508	1.514	0.497	1.138	1.634	3.290	1.656	10.517	[km2]	
Lasta	1.375 [km]	1.854	2.664	2.664	0.810	1.967	0.797	0.872	1.669	2.743	1.075	5.407	[km]	
H.max	296.9 [m.s.i.m.]	301.56	301.56	301.56	322.52	299.9	299.9	299.9	299.9	299.9	299.9	299.9	322.52 [m.s.i.m.]	
H.med	201.96 [m.s.i.m.]	214.72	208.10	205.86	236.01	195.00	195.00	195.00	195.00	194.81	194.81	206.85	[m.s.i.m.]	
H.0	165.83 [m.s.i.m.]	165.12	160.93	160.93	165.75	158.3	151.8	151.8	151.8	146	146	146	[m.s.i.m.]	
Hmed+H0	36.13 [m]	49.60	48.17	44.93	70.26	36.70	43.20	43.20	43.20	48.31	48.81	60.65	[m]	
If.med (ldr)	0.0087 [m/m]	0.0069	0.0064	0.0064	0.0054	0.0330	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.0051	[m/m]	
iv.vers.	0.14170 [m/m]	0.147	0.14591	0.14400	0.20095	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.15330 [m/m]	
iv.bac = (iv*3.4)/4.4	0.0389 [m/m]	0.0388	0.0381	0.0377	0.0712	0.0367	0.0367	0.0367	0.0367	0.0367	0.0367	0.0367	0.0388 [m/m]	
CN(AMC II)	81.10 [/]	81.10	81.10	81.10	79.50	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	82.8	81.40 [/]	
[1] Tc (Glandottì)	1.77 [ore]	1.64	1.99	2.53	1.17	0.83	2.82	1.06	1.45	3.44	2.03	1.21	3.38 4.03 [ore]	
[2] Tc (Merlo)	2.68 [ore]	2.41	2.37	3.67	1.14	1.14	3.51	1.99	1.94	4.31	2.58	2.38	4.22 4.95 [ore]	
[3] Tc (SCS)	0.87 [ore]	1.10	1.48	1.49	0.90	0.55	2.03	0.59	0.98	2.47	1.47	0.69	2.57 2.95 [ore]	
[4] Ventura	2.19 [ore]	2.47	2.80	3.79	0.86	1.42	4.22	2.14	5.37	3.64	2.57	5.77	6.44 [ore]	
k=L/i*0.5			33.27							43.371				
K1=Tc/k			0.065											
Tc.cin =k*K1								Tc.totale $\sum T_c$						
Tc.med(1.4)	1.88 [ore]	1.91	2.16	2.87	0.255	1.02	0.98	3.14	1.44	1.74	3.96	2.43	1.72 3.99 4.59 3.65	
T.lag	1.13 [ore]	1.14	1.30	1.72	0.15	0.61	0.59	1.89	0.87	1.04	2.34	1.46	1.03 2.39 2.76 [ore]	
T.lag	68 [min]	69	78	103	9	37	35	113	52	62	140	88	62 143 165 [min]	

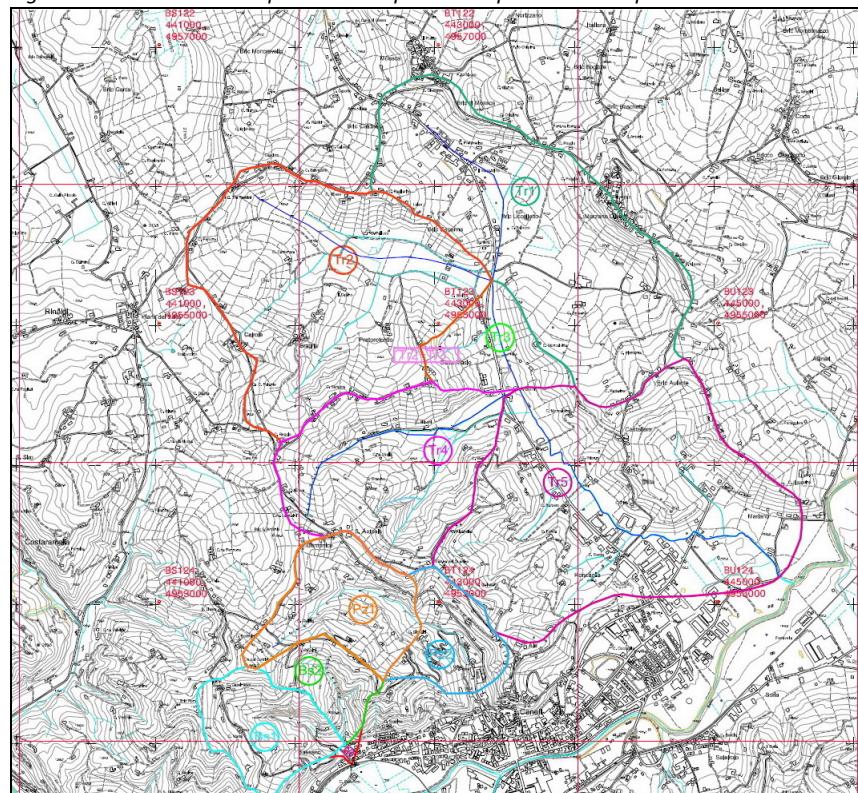
3. Pluviometria – Curve di massima possibilità pluviometrica

3.1 Parametri di possibilità pluviometrica dalla Direttiva di Progetto

Si applicano i coefficienti ‘a’ ed ‘n’ delle curve di massima possibilità pluviometrica $h=a*t^n$ della “Regionalizzazione” contenuti nella Direttiva di Progetto fornita dall’Autorità di bacino del Fiume Po, effettuando una regressione esponenziale per ricavare le curve di riferimento del bacino per i diversi tempi di ritorno.

In Fig. 3 si riporta il bacino del Rio Trionzo con le relative CELLE per le quali sono forniti i parametri.

Fig. 3 – Celle di calcolo dei parametri di possibilità pluviometrica per il bacino del Rio Trionzo



Il calcolo di regressione di potenza fornisce per il bacino del Rio Trionzo i parametri delle curve di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno riportati in Fig. 4. I valori relativi a Tr=50 anni sono ricavati per interpolazione.

Fig. 4 – Parametri di possibilità pluviometrica dalle Celle della Direttiva di Progetto per il bacino del Rio Trionzo

Parametri CELLA Direttiva	Coeff. Curve max. poss. Pluviometriche da CELLE UTM - Autorità di Bacino Po - Allegato 3 "Plena di Progetto"									
	Tr=20		Tr=50		Tr=100		Tr=200		Tr=500	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
	33.4956	0.3822	39.237	0.3743	42.9231	0.3712	46.9551	0.3681	52.2694	0.3644

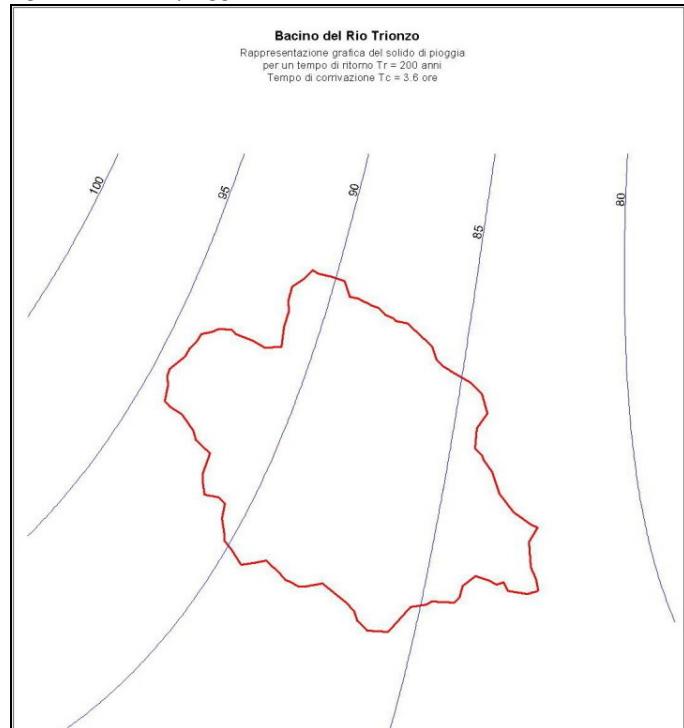
3.2 Parametri di possibilità pluviometrica da regolarizzazione di Galton-Gibrat

Si determinano i coefficienti ‘a’ ed ‘n’ delle curve di massima possibilità pluviometrica $h=a*t^n$ dalla regolarizzazione di Galton-Gibrat dai dati storici forniti dal Servizio Idrografico alle stazioni più vicine (Acqui Terme, Castagnole Lanze, Nizza Monferrato) per i periodi di osservazione disponibili, relativamente ai valori di altezza massima annua misurata in 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Si calcolano i valori di altezza di pioggia ragguagliata per il tempo di corrievazione del bacino con il metodo del solido di pioggia, con interpolazione quadratica mediante il codice Surfer.

In Fig. 5 si riporta la carta delle isoiete del bacino del Rio Trionzo per Tr=200 anni.

Fig. 5 – Solido di pioggia – Bacino del Rio Trionzo – Tr=200 anni – Tc=3.6 ore



In Fig. 6 si riporta la tabella con i valori dei parametri di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno.

Fig. 6 – Parametri di possibilità pluviometrica da regolarizzazione di Galton – Solido di pioggia per il bacino del Rio Trionzo

Galton Solido pioggia	Coeff. Curve max. poss. Pluviometriche da dati regolarizzati con Galton - SOLIDO PIOGGIA Stazioni Acqui T., di Nizza M., Castagnole L.									
	Tr=20		Tr=50		Tr=100		Tr=200		Tr=500	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
	30.9009	0.4438	36.339	0.436	39.987	0.4401	43.652	0.4437	48.7325	0.4465

4. Trasformazione afflussi – deflussi – Calcolo delle portate massime

Le portate di massima piena vengono determinate con diversi Metodi o Modelli:

M.1 - Modello idrologico HEC – HMS, considerando i diversi sottobacini ed i relativi parametri per il calcolo delle perdite, che tengono conto delle caratteristiche litologiche, di permeabilità, di drenaggio e dei tipi di uso del suolo. Si applica lo ietogramma Chicago (il più gravoso secondo a.a.) determinato per entrambe le curve di massima possibilità pluviometrica. Secondo autorevoli autori tale metodo è il più scientifico ed attendibile, purché si valutino correttamente i parametri idrologici, attività assai delicata e laboriosa.

M.2 - Metodo della formula razionale: si applica tale metodo applicando entrambe le curve di massima possibilità pluviometrica, utilizzando sia un coefficiente di deflusso costante, congruente con le condizioni geomorfologiche e pedologiche, sia ricavando tale coefficiente dai risultati ottenuti dal modello idrologico, per un confronto tra i metodi. Tale metodo è conservativo, di facile e rapida applicazione, ma può dar luogo ad errori, non solo in eccesso ma anche in difetto.

M.3 - Metodo della formula razionale e calcolo dell'onda di piena con il metodo della corrivazione, applicando entrambe le curve di massima possibilità pluviometrica ed un coefficiente di deflusso costante, congruente con le condizioni geomorfologiche e pedologiche.

Tale metodo comporta risultati più cautelativi del metodo M.2, tuttavia ne conserva i limiti.

Tra le portate di massima piena calcolate con le diverse fonti dei dati pluviometrici e con i diversi metodi sopra esposti, si applicano i valori più cautelativi.

4.1 Calcolo delle portate di massima piena con Modello Idrologico

Viene costruito il Modello Idrologico in ambiente software HEC-HMS, secondo lo schema congruente con la suddivisione in sottobacini, come riportato nelle seguenti Fig. 7.

Fig. 7 – Schema del Modello Idrologico del bacino del Rio Trionzo

4.1.1 Parametri di calcolo

Per ogni sottobacino vengono assegnati i parametri idrologici di calcolo delle perdite con l'applicazione del metodo del Soil Conservation Service e l'idrogramma unitario SCS.

I parametri di calcolo sono il Curve Number CN ed il tempo di concentrazione T.lag.

Il calcolo di Tlag è già riportato in Fig. 2, legato al tempo di corrivazione Tc.

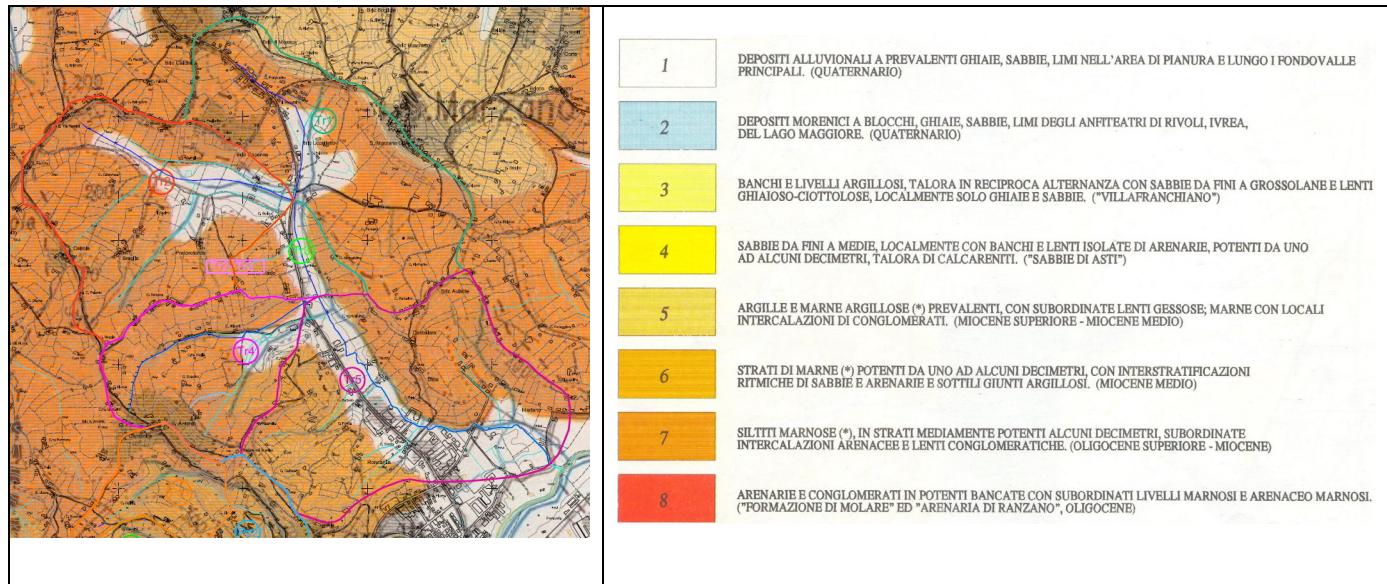
La determinazione del parametro CN si effettua considerando la tipologia di suolo, il drenaggio, e l'uso del suolo.

4.1.2 Litologia del bacino del Rio Trionzo

Soil Conservation Service suddivide 4 tipi di suoli: A, B, C, D, in funzione alla permeabilità, dalla maggiore alla minore. Per la determinazione della permeabilità del suolo si fa riferimento alla Carta delle unità litologiche della Regione Piemonte (C.N.R. – IRPI). Il bacino risulta costituito prevalentemente da marne, siltiti marnose, con alternanze di lenti di arenarie, e limi alluvionali nei tratti di fondo valle.

In Fig. 8 si riporta l'estratto della carta della litologia per il bacino del Rio Trionzo.

Fig. 8 – Carta delle unità litologiche – Bacino del Rio Trionzo



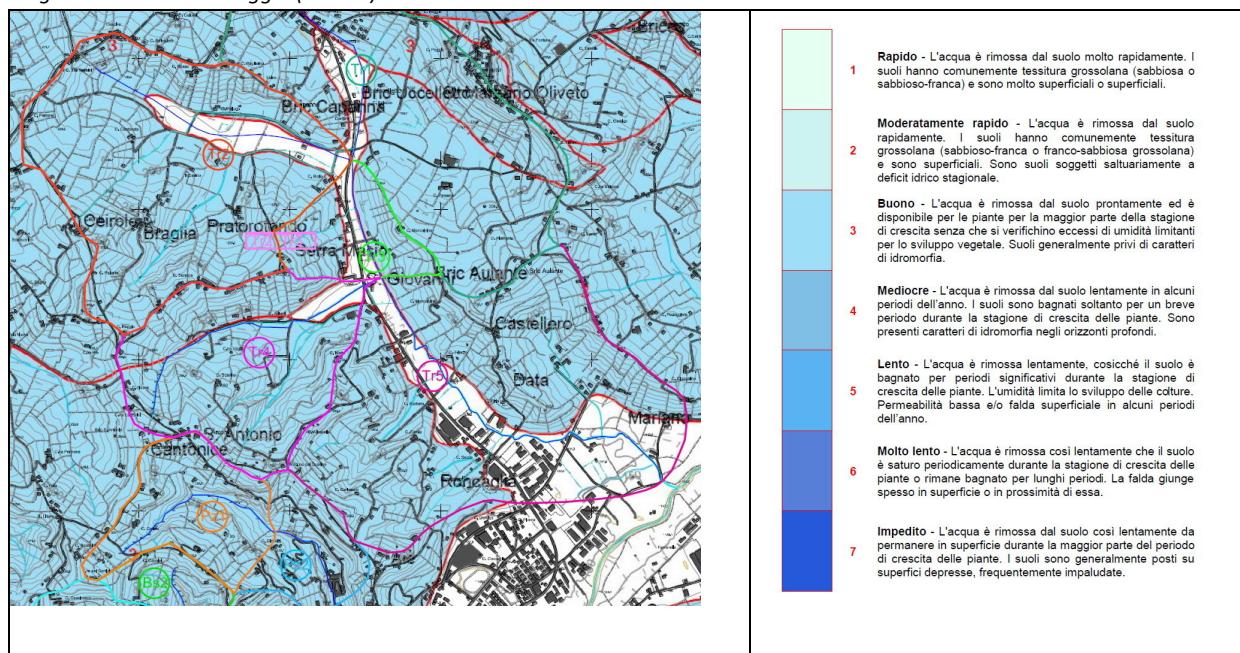
In base alle caratteristiche litologiche, il bacino del Rio Trionzo si può classificare nel tipo C, di permeabilità bassa, non totalmente impermeabile (Tipo D) considerando lo strato vegetativo superficiale.

Un altro criterio di classificazione del tipo di suolo può basarsi sulla Carta del drenaggio, fornita dall' I.P.L.A.

4.1.3 Carta del drenaggio del bacino del Rio Trionzo

Si riporta in Fig. 9 l'estratto della carta del drenaggio per il bacino del Rio Trionzo.

Fig. 9 – Carta del drenaggio (I.P.L.A.) – Bacino del Rio Trionzo

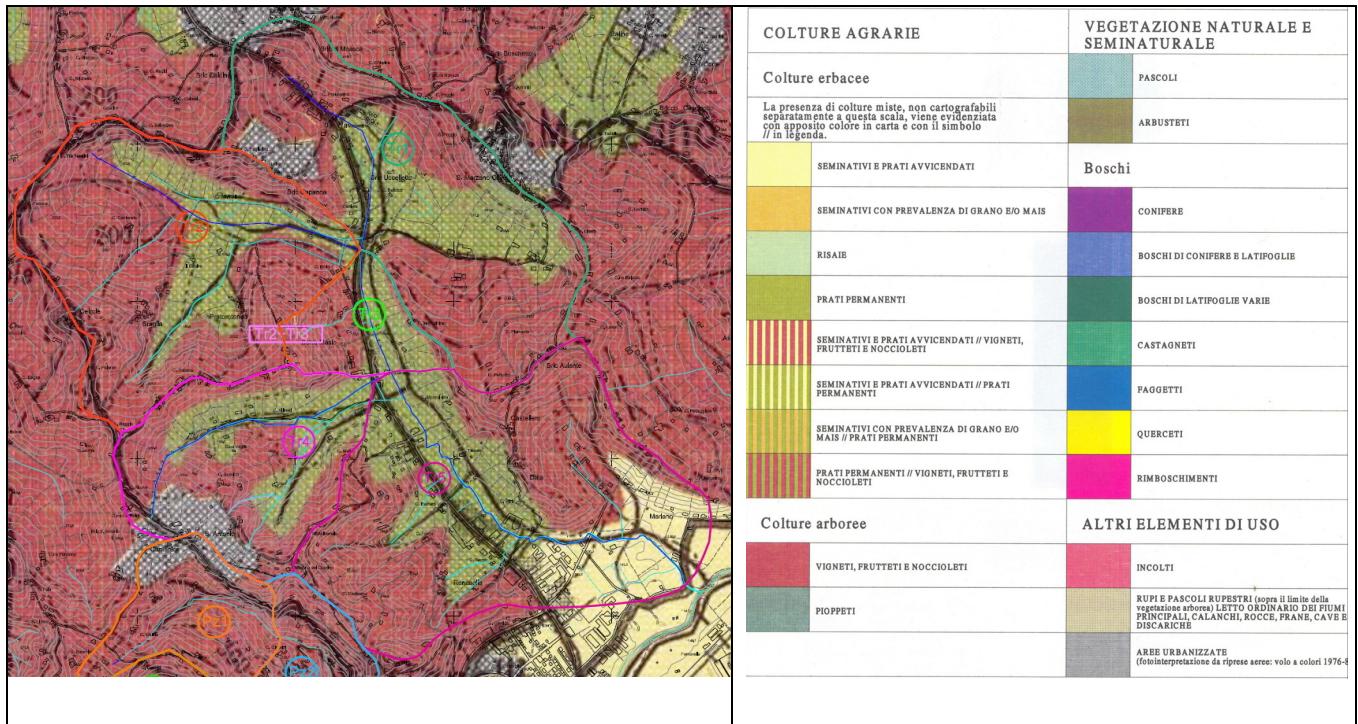


In base alle caratteristiche di drenaggio, prevalentemente di tipo 3, si conferma la classificazione del bacino del Rio Trionzo nel tipo di suolo C, di permeabilità medio-bassa, ma con un drenaggio buono.

4.1.4 Carta dell'uso del suolo del bacino del Rio Trionzo

Si riporta in Fig. 10 la carta dell'uso del suolo della Regione Piemonte per il bacino del Rio Trionzo.

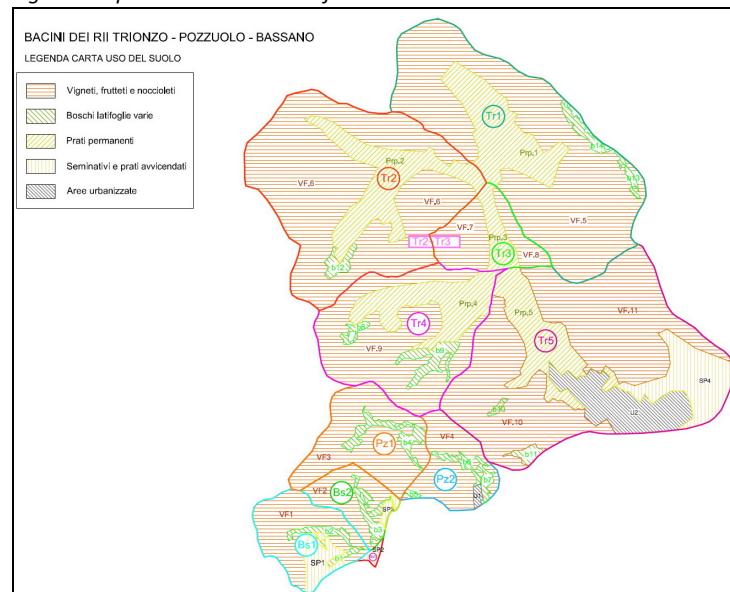
Fig. 10 – Carta dell'uso del suolo (I.P.L.A.) – Bacino del Rio Trionzo



Per la determinazione delle caratteristiche della copertura vegetale, poiché la Carta dell'Uso del suolo risale al 1976-80, è utile aggiornare la conoscenza dei tipi di uso del suolo attraverso la foto interpretazione aerea.

Si riporta in Fig. 11 la carta dei tipi di uso del suolo desunta da foto aerea.

Fig. 11 – Tipi di uso del suolo da foto aerea – Bacino del Rio Trionzo



Il suolo del bacino del rio Trionzo è ricoperto da seminativi e prati permanenti sul 23% dell'estensione; il 71% è ricoperto da vigneti, frutteti, nocciolati; il 2 % è ricoperto da latifoglie miste e il 4% è urbanizzato.

4.1.5 Calcolo del parametro CN del bacino del Rio Trionzo

Si riporta in Fig. 12 la tabella che descrive il calcolo del parametro Curve Number ‘CN’ secondo SCS del bacino totale del Rio Trionzo, effettuato con la media ponderata dei diversi valori di CN in condizioni AMC_II.

In modo analogo viene determinato il parametro CN per ogni sottobacino, da assegnare nel Modello Idrologico.

Fig. 12 – Tabella di calcolo del parametro CN – Bacino totale del Rio Trionzo

BACINO RIO TRIONZO TOTALE		CN PER CONDIZIONI AMC II - SUOLO TIPO C					
		Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aerea					
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	A(Tr.1)=	S	CN	CN*S
		Uso Suolo		[km ²]			
	DREN. 3 = C						
b13	C	8	Latif. Miste	0.0189	73	1.38	
b14	C	8	Latif. Miste	0.04405	73	3.22	
Prp.1	C	24	Prati permanenti	0.5143	71	36.52	
VF.5	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocciolati	2.01155	84	168.97	
b12	C	8	Latif. Miste	0.04	73	2.92	
Prp.2	C	24	Prati permanenti	0.5296	71	37.60	
VF.6	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocciolati	2.0469	84	171.94	
Prp.3	C	24	Prati permanenti	0.1357	71	9.63	
VF.7+VF.8	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocciolati	0.3675	84	30.87	
b8	C	8	Latif. Miste	0.02395	73	1.75	
b9	C	8	Latif. Miste	0.08345	73	6.09	
Prp.4	C	24	Prati permanenti	0.4307	71	30.58	
VF.9	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocciolati	0.976	84	81.98	
b10	C	8	Latif. Miste	0.0095	73	0.69	
Prp.5	C	24	Prati permanenti	0.4439	71	31.52	
			Seminativi e prati avvicedati				
SP.4	C	21		0.3789	83	31.4487	
U2	C	99	Aree urbanizzate	0.3978	90	35.802	
VF.10	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocciolati	0.9618	84	80.79	
VF.11	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocciolati	1.0968	84	92.13	
			A.tot =	10.511	$\Sigma(CN^*S)$ =	855.83	
			CN.med =	81.4			

4.1.6 Pluviogrammi di calcolo tipo Chicago

Dai parametri delle massime possibilità pluviometriche per i tempi di ritorno di 500, 200, 100, 50 e 20 anni, nei due casi considerati, nel primo derivanti dalle Celle della Direttiva di Progetto e nel secondo dalla regolarizzazione di Galton con il solido di pioggia, si ricavano i pluviogrammi applicando lo ietogramma tipo Chicago, per porsi nelle condizioni più gravose, come risulta da autorevoli autori in letteratura idrologica.

Tale ietogramma distribuisce la precipitazione massima, relativa ad un determinato tempo di ritorno e per uno specifico tempo di corrievazione, con un grafico con picco centrale, come di seguito riportato nelle Fig. 13 e Fig. 14 nell'esempio di calcolo relativo a Tr=200 anni, rispettivamente per i due casi.

Fig. 13 – Ietogramma tipo Chicago per $Tr=200$ anni – Celle Direttiva di Progetto – Bacino totale del Rio Trionzo

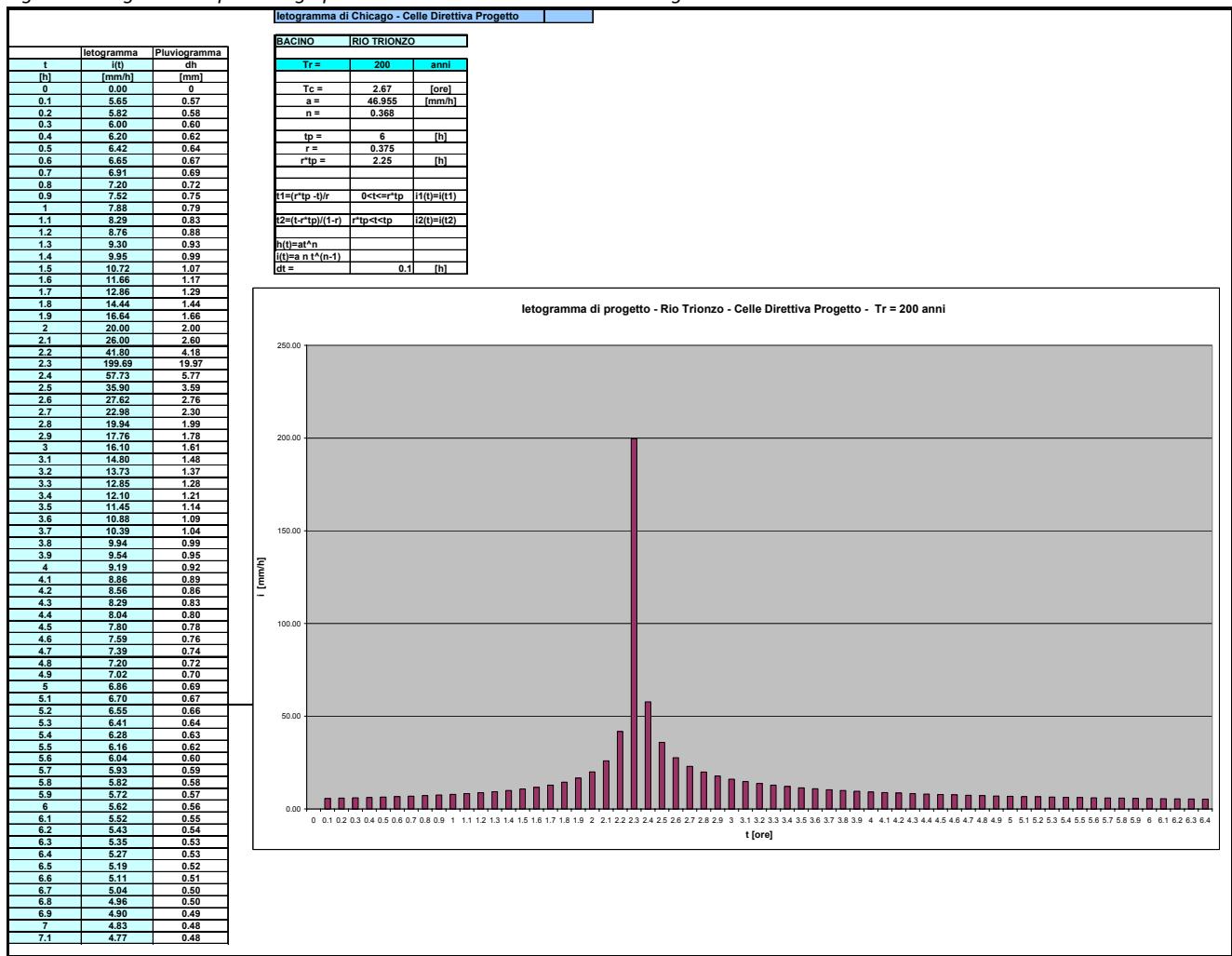
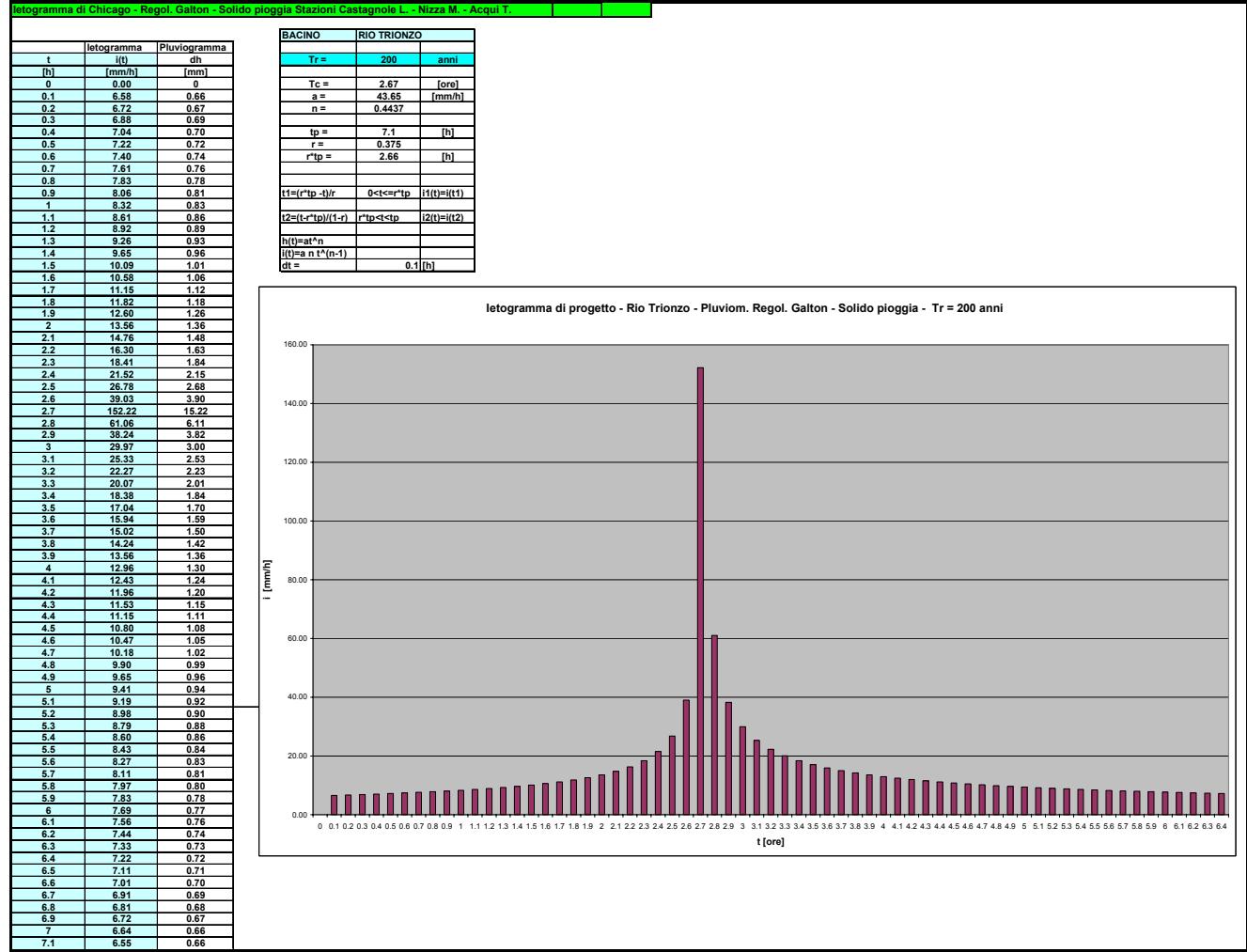


Fig. 14 – Ietogramma tipo Chicago per $Tr=200$ anni - Galton – Bacino totale del Rio Trionzo



4.1.7 Analisi con Modello Idrologico

Dalla applicazione del Modello Idrologico, si ottengono le onde di piena nelle diverse sezioni di calcolo, alle confluenze dei sottobacini, per le quali si devono applicare le portate nel Modello Idraulico di simulazione dei deflussi.

L'analisi viene eseguita per i due casi di precipitazione massima, per gli ietogrammi derivanti dai parametri delle Celle della Direttiva di Progetto e per gli ietogrammi derivanti dalla regolarizzazione di Galton, per i tempi di ritorno di 500, 200, 100, 50 e 20 anni.

In Fig. 15 si riportano i risultati per la condizione di calcolo per $Tr=200$ anni – Celle Direttiva di Progetto, in Fig. 16 si riportano i risultati per la condizione di calcolo per $Tr=200$ anni – Galton.

La sintesi dei risultati ottenuti per le due condizioni di calcolo e per le diverse sezioni di Modello Idraulico è riportata nelle tabelle in Fig. 17.

Fig. 15 – Risultati del Modello Idrologico per Tr=200 anni – Celle Direttiva Progetto

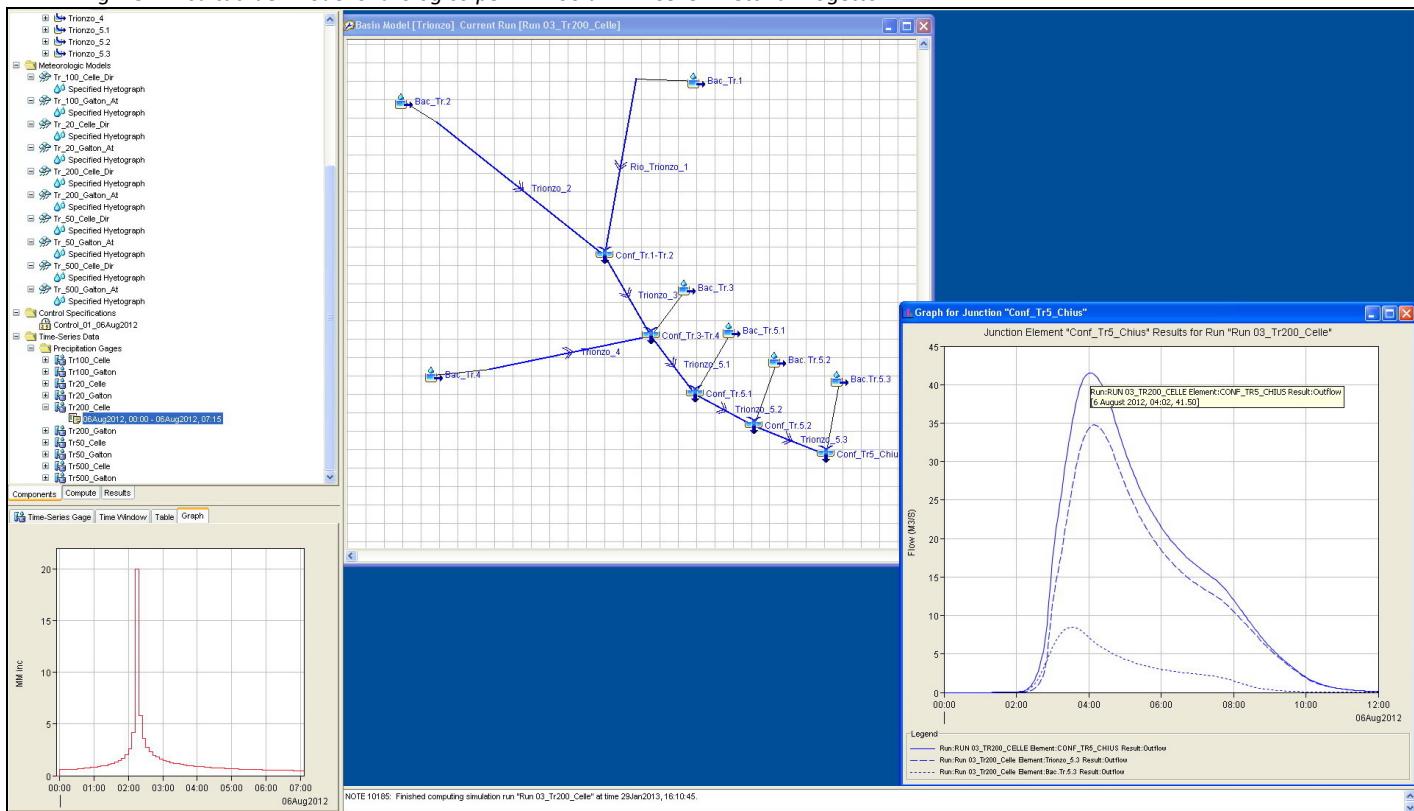
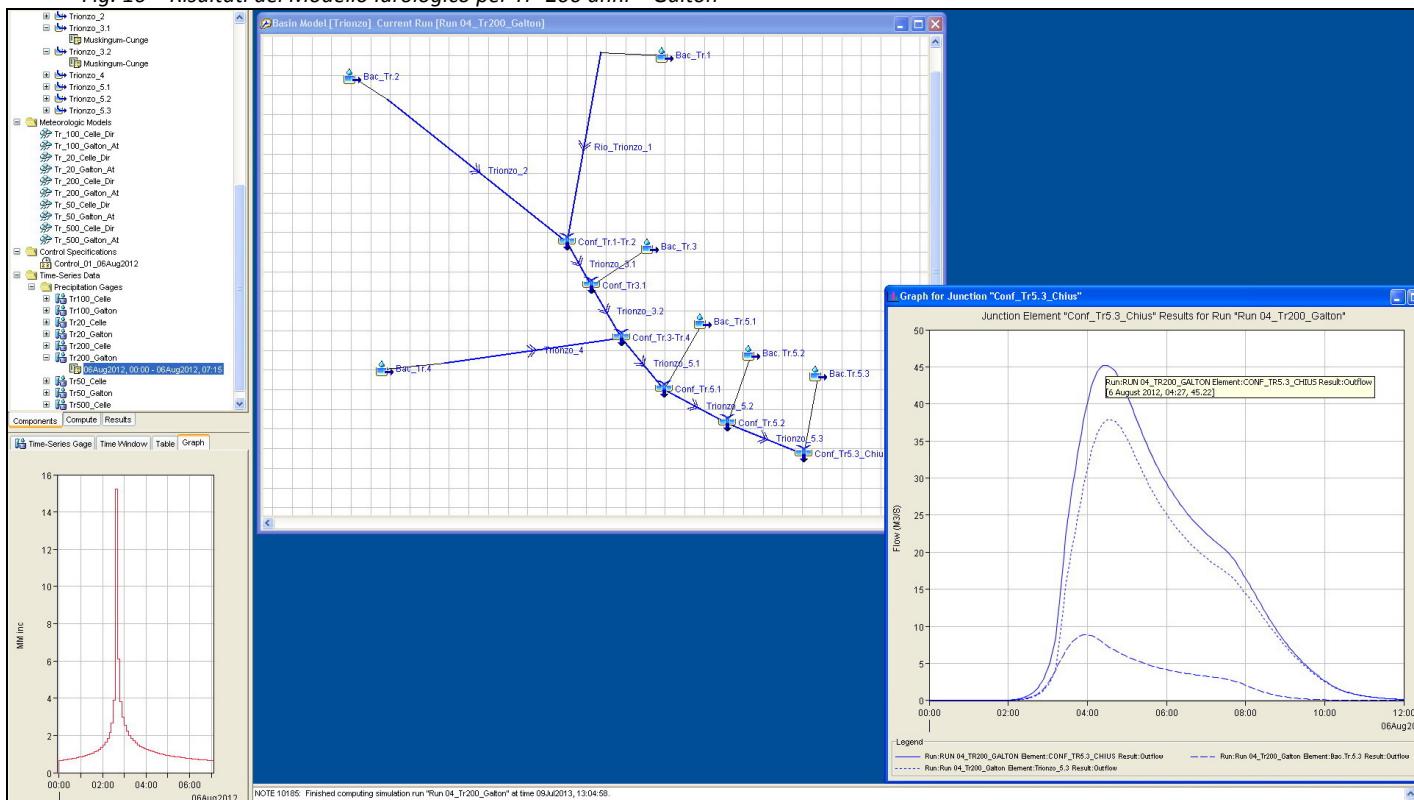


Fig. 16 – Risultati del Modello Idrologico per Tr=200 anni – Galton



Dal confronto dei risultati alla sezione di chiusura risulta una portata al colmo di $41.5 \text{ m}^3/\text{s}$ per la condizione di calcolo ‘Celle Direttiva’ e di $45.2 \text{ m}^3/\text{s}$ per la condizione ‘Galton-solido pioggia’.

Fig. 17 – Risultati del Modello Idrologico – Quadro comparativo per le due condizioni di calcolo

Soluz. 2.1	Portate - Modello Idrologico HMS - Ietogramma Chicago - Celle Dirett. AdBPO				
	CN(AMC_II)	Conf_Tr.3.1	Conf_Tr3-Tr4	Conf.Tr.5.2	Conf.Tr.5.3
	SEZ. 310	SEZ. 230	SEZ. 195	SEZ. 76.1	
	Q	Q	Q	Q	q [m ³ /s/km ²]
Tr	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	
20			20.1	23.8	1.9
50			26.7	31.8	2.5
100			31.3	37.2	3.0
200			34.9	41.5	3.3
500			43.5	52.1	4.9

Soluz. 2.2	Portate - Modello Idrologico HMS - Ietogramma Chicago - Galton - Solido di pioggia				
	CN(AMC_II)	Conf_Tr.3.1	Conf_Tr3-Tr4	Conf.Tr.5.2	Conf.Tr.5.3
	SEZ. 310	SEZ. 230	SEZ. 195	SEZ. 76.1	
	Q	Q	Q	Q	q [m ³ /s/km ²]
Tr / RUN HMS	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	
20 /Run 10	13.8	16.8	20.3	24.1	1.9
50 / Run 08	18.4	22.4	27.0	32.1	2.6
100 / Run 06	22.0	26.9	32.4	38.5	3.1
200 / Run 04	25.7	31.5	38.0	45.2	3.6
500 / Run 02	31.0	38.0	45.8	54.7	5.2

4.2 Calcolo delle portate di massima piena con il Metodo Razionale

La valutazione dei deflussi attraverso una sezione generica di un corso d’acqua a seguito di afflussi meteorici viene effettuata, in assenza di misure di portate in alveo, adottando la nota relazione che lega la portata alla superficie e alle caratteristiche di permeabilità del bacino, nonchè all’intensità di pioggia che cade sul bacino stesso.

Tale relazione è espressa da:

$$Q_{\max} = \psi i_{tc} S / 3.6 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

in cui:

$i_{tc} = h_{tc} / t_c$ = intensità di pioggia critica, calcolata assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrievazione t_c , ed una altezza di pioggia h_{tc} media sul bacino, calcolata con riferimento ai parametri a ed n delle curve di max. possibilità pluviometrica relative al tempo di ritorno considerato;

$S = 10.517 \text{ km}^2$ estensione del bacino imbrifero;

ψ = coefficiente di deflusso, che esprime il rapporto tra il deflusso alla sezione considerata e l’afflusso meteorico lordo. Tale coefficiente viene stimato in base alla litologia (carta delle unità litologiche) e alla copertura vegetale (carta dell’uso del suolo).

4.2.1 Coefficiente di deflusso

Dalle considerazioni sopra esposte riguardo la litologia e l’uso del suolo, per il bacino in oggetto, per terreni tra mediamente e poco permeabili, con vegetazione costituita prevalentemente da prati e coltivazioni, può essere

applicabile il valore proposto dalla Tab. III.3 della F.A.O. pari a 0.50, con valore massimo di 0.60 per condizioni di saturazione del terreno prima di una piena massima.

In alcuni progetti di sistemazioni idrauliche i valori medi plausibili dei coefficienti di deflusso sono stati valutati in base alla seguente espressione:

$$\varphi = \varphi_{AT} \cdot \varphi_i \cdot \varphi_p \cdot \varphi_e \cdot \varphi_c$$

in cui:

φ_{AT} = coefficiente dipendente dall'estensione dell'area e dal tempo di durata della pioggia: in considerazione dell'area del bacino limitata e del tempo di durata di pioggia critica di 2.25 ore, si assume $\varphi_{AT} = 1$;

φ_i = coefficiente dipendente dalla pendenza del terreno: in considerazione della elevata pendenza del terreno costituente il bacino e di forma allungata, si assume $\varphi_i = 0.90$;

φ_p = coefficiente dipendente dalla permeabilità del sottosuolo: date le particolari caratteristiche delle formazioni geologiche presenti, di permeabilità medio-bassa (Terreno di tipo C), si assume $\varphi_p = 0.90$;

φ_c = coefficiente dipendente dalla copertura vegetale: considerando la scarsa urbanizzazione ed un ricoprimento vegetale prevalentemente di boschi con di discreta capacità di ritenzione, si assume $\varphi_c = 0.78$;

φ_e = coefficiente dipendente dalla evapotraspirazione: considerata la modesta altezza del bacino in oggetto, e di temperature abbastanza elevate nel tempo di pioggia critica, si assume $\varphi_e = 0.95$.

Pertanto alla luce delle considerazioni sopra esposte si assume per il calcolo della portata massima un coefficiente di deflusso $\varphi = 1.0 \times 0.9 \times 0.90 \times 0.78 \times 0.95 = 0.600$, valore che, arrotondato a 0.60, risulta congruente con quello proposta dalla tab. III.3 della F.A.O. per terreni a bosco e vigneti e per una condizione di permeabilità medio-bassa.

Pertanto si adotta un valore del coefficiente di deflusso pari a 0.60.

4.2.2 Metodi di calcolo delle portate di piena con il Metodo Razionale

Per il calcolo della portata di massima piena si applicano due metodi:

1. Metodo della formula razionale, con cui si calcola la portata al colmo. Per tale metodo i calcoli si effettuano per due condizioni di calcolo: la prima con i parametri di massima precipitazione derivanti dalle Celle della Direttiva di Progetto, la seconda con i parametri derivanti dalla regolarizzazione di Galton – Solido di pioggia.
2. Metodo della corriavazione, applicando la formula razionale e lo ietogramma tipo Chicago con i parametri di regolarizzazione di Galton, da cui si ricava l'onda di piena.

4.2.3 Calcolo delle portate di massima piena con la formula razionale

Dalla applicazione della formula razionale si ottengono rispettivamente per le due condizioni di calcolo i seguenti risultati, riportati nelle Tabelle di Fig. 18.

Fig. 18 – Calcolo delle portate con la formula razionale – Quadro comparativo per le due condizioni di calcolo

Portate - Met. Razionale - CELLE AdBPO			Tc.tot.med =	3.65	[ore]
			SEZ. Tr.5.2	SEZ. Tr.5.3	
	Area bacino	[km2]	8.861	10.517	
		h(tc.med)	Q(tc.med)	Q(tc.med)	q
c	Tr	[mm]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s/km2]
0.60	20	54.94	22.2	26.4	2.5
0.60	50	63.71	25.8	30.6	2.9
0.60	100	69.41	28.1	33.3	3.2
0.60	200	75.62	30.6	36.3	3.5
0.60	500	83.78	33.9	40.2	3.8

Portate - Metodo Razionale - Galton			Tc.tot.med =	3.65	[ore]
			SEZ. Tr.5.2	SEZ. Tr.5.3	
	Area bacino	[km2]	8.861	10.517	
		h(tc.med)	Q(tc.med)	Q(tc.med)	q
c	Tr	[mm]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s/km2]
0.60	20	54.89	22.2	26.4	2.5
0.60	50	63.90	25.9	30.7	2.9
0.60	100	70.69	28.6	33.9	3.2
0.60	200	77.53	31.4	37.2	3.5
0.60	500	86.87	35.1	41.7	4.0

Dal confronto dei risultati si osserva che le portate ricavate con il metodo razionale sono inferiori a quelle ottenute con il Modello Idrologico.

A titolo di confronto si calcolano i valori dei coefficienti di deflusso che forniscono con la formula razionale i risultati ottenuti dal Modello Idrologico, ed i risultati sono riportati nella seguente tabella in Fig. 19.

Per questo particolare bacino, caratterizzato da una litologia di bassa permeabilità, con un suolo di tipo C, con copertura vegetale costituita prevalentemente da prati, vigneti e frutteti, e prati, con un valore del coefficiente CN=81.4 in condizioni di media saturazione del terreno (AMC_II), valore piuttosto elevato, i valori delle portate al colmo ottenute dal modello idrologico si ottengono con la formula razionale applicando valori del coefficiente di deflusso variabili, compresi tra 0.55 e 0.78, con un valore medio di 0.67.

Fig. 19 – Portate ottenute dal Modello Idrologico calcolate con la formula razionale – Coefficienti. di deflusso equivalenti

Portate - Met. Razionale - CELLE AdBPO			Tc.tot.med =	3.65	[ore]
			SEZ. Tr.5.2	SEZ. Tr.5.3	
	Area bacino	[km2]	8.861	10.517	
		h(tc.med)	Q(tc.med)	Q(tc.med)	q
c	Tr	[mm]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s/km2]
0.542	20	54.94	20.1	23.8	2.3
0.623	50	63.71	26.8	31.8	3.0
0.670	100	69.41	31.4	37.2	3.5
0.686	200	75.62	35.0	41.5	3.9
0.776	500	83.78	43.9	52.1	4.9
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - I valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo					
Portate - Metodo Razionale - Galton			Tc.tot.med =	3.65	[ore]
			SEZ. Tr.5.2	SEZ. Tr.5.3	
	Area bacino	[km2]	8.861	10.517	
		h(tc.med)	Q(tc.med)	Q(tc.med)	q [m3/s/km2]
c	Tr	h (mm)	[m3/s]	[m3/s]	q [m3/s/km2]
0.546	20	54.89	20.2	24.0	2.3
0.624	50	63.90	26.9	31.9	3.0
0.678	100	70.69	32.3	38.4	3.6
0.726	200	77.53	37.9	45.0	4.3
0.783	500	86.87	45.9	54.5	5.2
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - I valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo					

4.2.4 Onde di piena con il metodo della corrievazione, formula razionale e ietogramma Chicago

Dai dati pluviometrici ottenuti da regolarizzazione di Galton relativi alle Stazioni di Acqui Terme, Nizza Monferrato, Castagnole Lanze, con le altezze di pioggia ragguagliata per il tempo di corrievazione del bacino con il metodo del solido di pioggia, si calcolano i valori di portata al colmo per i diversi tempi di ritorno con il metodo delle isocorri e con l'applicazione dello ietogramma Chicago.

Si riporta in Fig. 20 lo ietogramma Chicago ed il calcolo delle portate al colmo per $T_r = 200$ anni.

In Fig. 21 si riportano i valori delle portate calcolate con il metodo della corrievazione.

Fig. 20 – ietogramma Chicago per $T_r=200$ anni

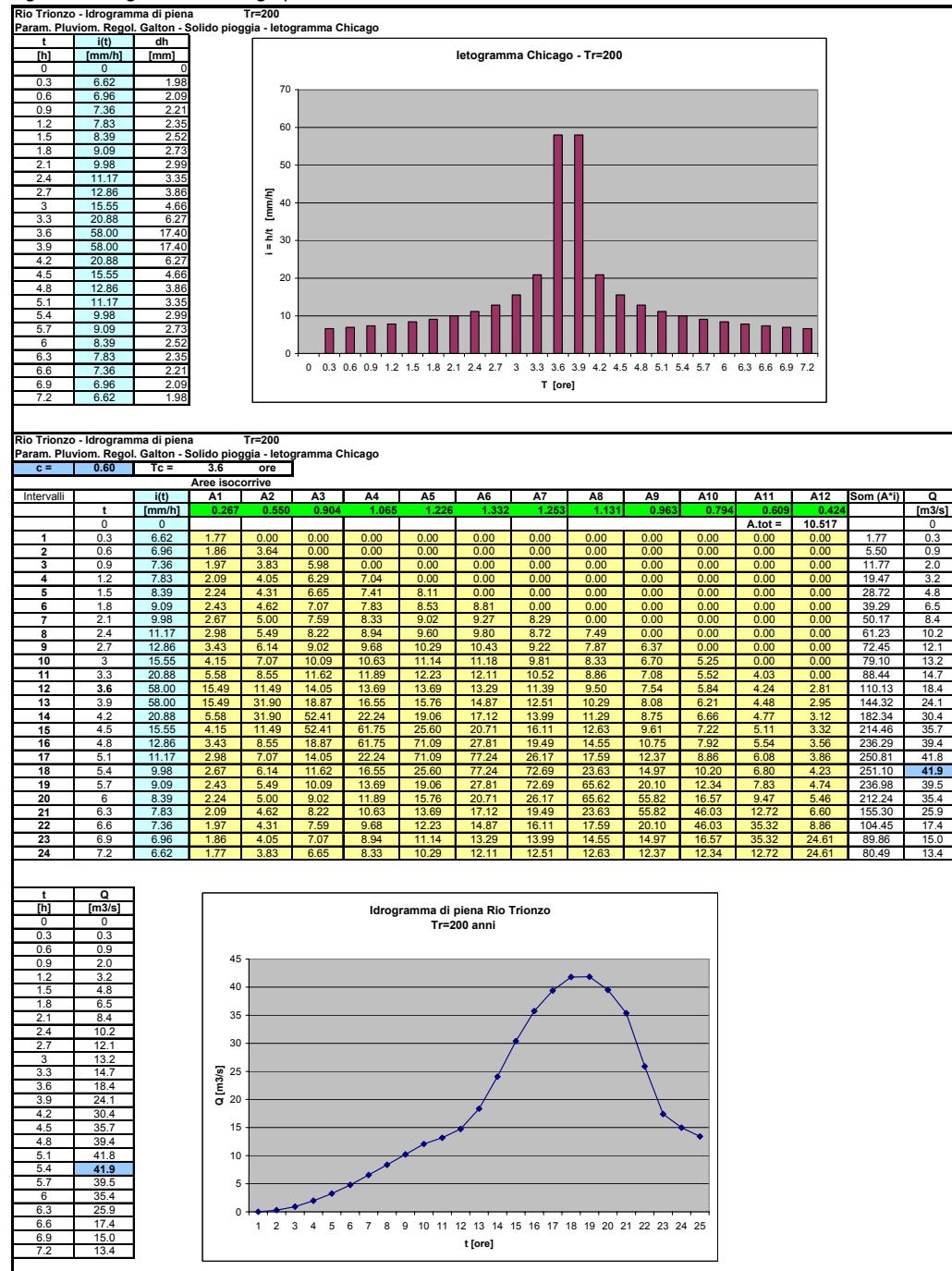


Fig. 21 – Portate ottenute con Metodo razionale – Corravazione – Ietogramma Chicago

Portate - Metodo razionale - Galton - Solido pioggia - ONDA DI PIENA METODO CORRIVAZIONE - Tc=3.6 ore ; c =0.60 COST			Tc.tot.med =	3.60	[ore]
			SEZ. Tr.5.2	SEZ. Tr.5.3	
	Area bacino	[km2]	8.861	10.517	
		h(tc.med)	Q(tc.med)	Q(tc.med)	q
c	Tr	[mm]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s/km2]
0.60	20	54.56	24.9	29.6	2.8
0.60	50	63.52	29.2	34.7	3.3
0.60	100	70.27	32.2	38.2	3.6
0.60	200	77.06	35.3	41.9	4.0
0.60	500	86.34	39.4	46.8	4.4

5. Portate di massima piena - Conclusioni

Dal confronto tra i valori delle portate di massima piena calcolate con i diversi metodi risulta che i valori massimi sono quelli ottenuti con il Modello Idrologico, applicando i parametri di massima precipitazione da regolarizzazione di Galton – Solido di pioggia.

Si riportano i valori delle portate massime nella seguente Fig. 22.

Fig. 22 – Portate di massima piena per il bacino del Rio Trionzo

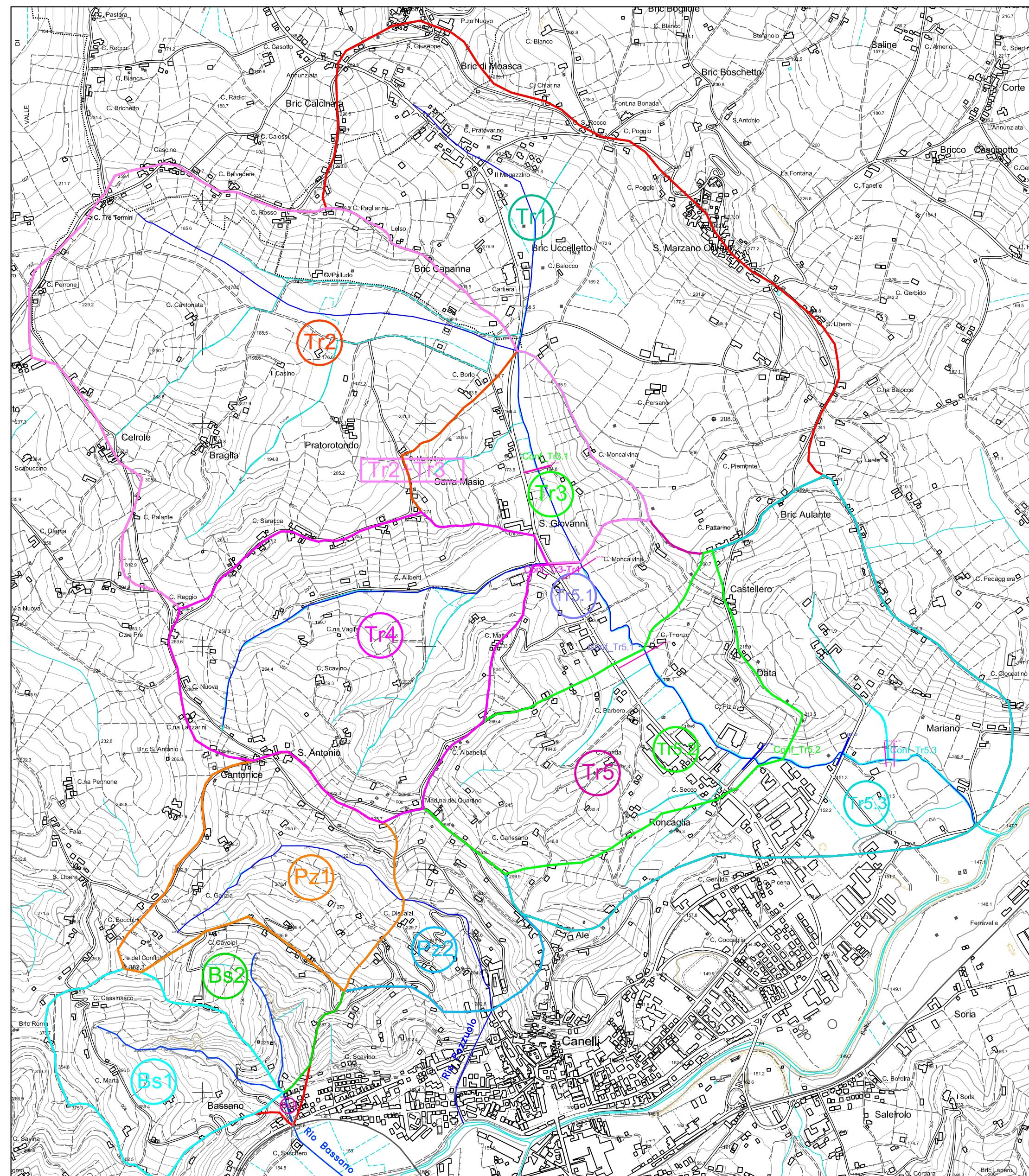
Portate - Modello Idrologico HMS - Ietogramma Chicago - Galton - Solido di pioggia					
CN(AMC_II)	Conf_Tr.3.1	Conf_Tr3-Tr4	Conf.Tr.5.2	Conf.Tr.5.3	
	SEZ. 310	SEZ. 230	SEZ. 195	SEZ. 76.1	
	Q	Q	Q	Q	q [m3/s/km2]
Tr / RUN HMS	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]	
20 /Run 10	13.8	16.8	20.3	24.1	1.9
50 / Run 08	18.4	22.4	27.0	32.1	2.6
100 / Run 06	22.0	26.9	32.4	38.5	3.1
200 / Run 04	25.7	31.5	38.0	45.2	3.6
500 / Run 02	31.0	38.0	45.8	54.7	5.2

PORTATE MASSIME: DA MODELLO IDROLOGICO - GALTON

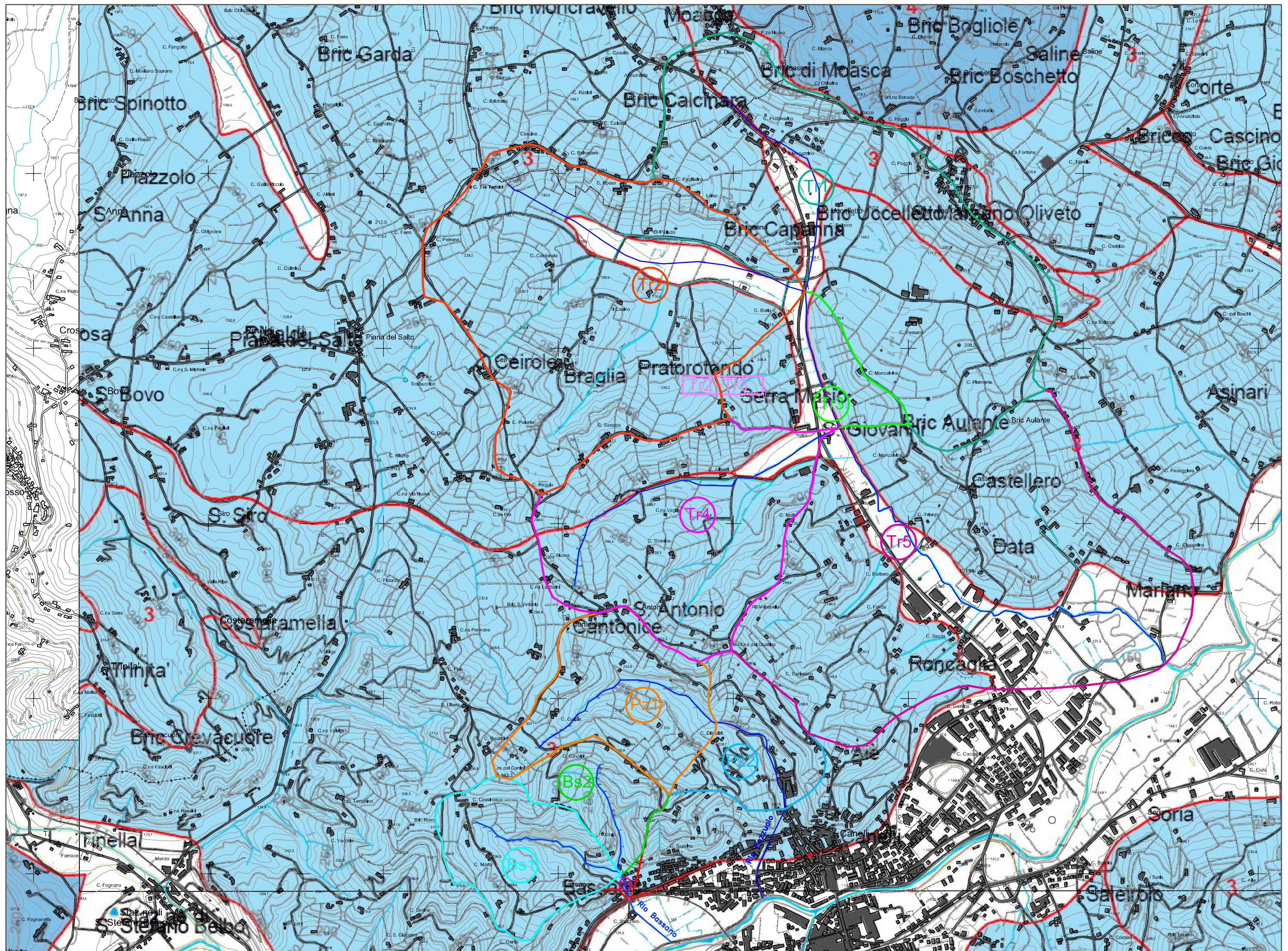
Queste portate di massima piena vengono applicate nel modello idraulico numerico per la simulazione dei deflussi di piena e per verifica delle condizioni di pericolosità nelle condizioni attuali, e per la definizione degli eventuali interventi di mitigazione del rischio.

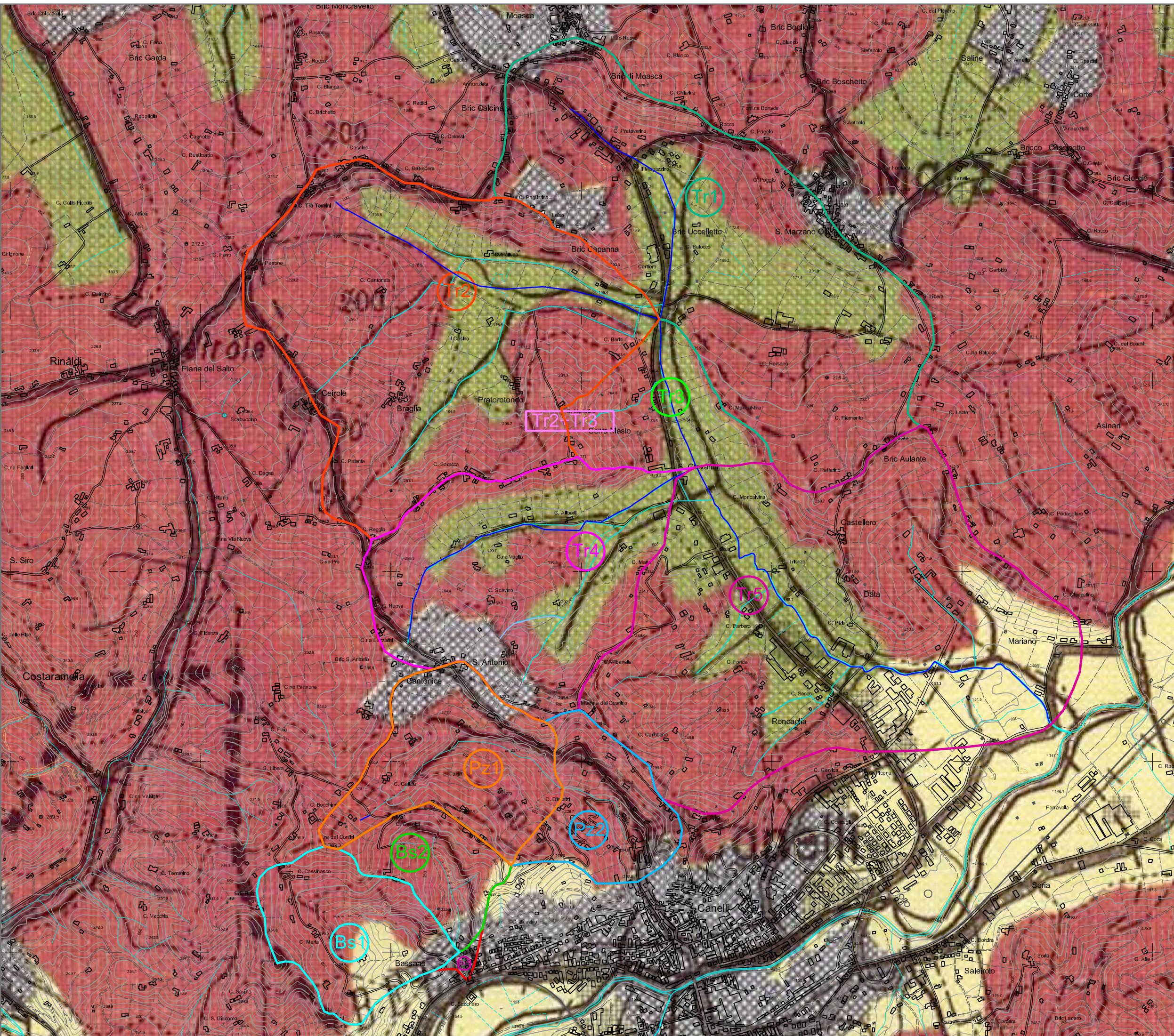
Ing. Paolo Arnaud

6. ALLEGATI ALLO STUDIO IDROLOGICO DEL RIO TRIONZO



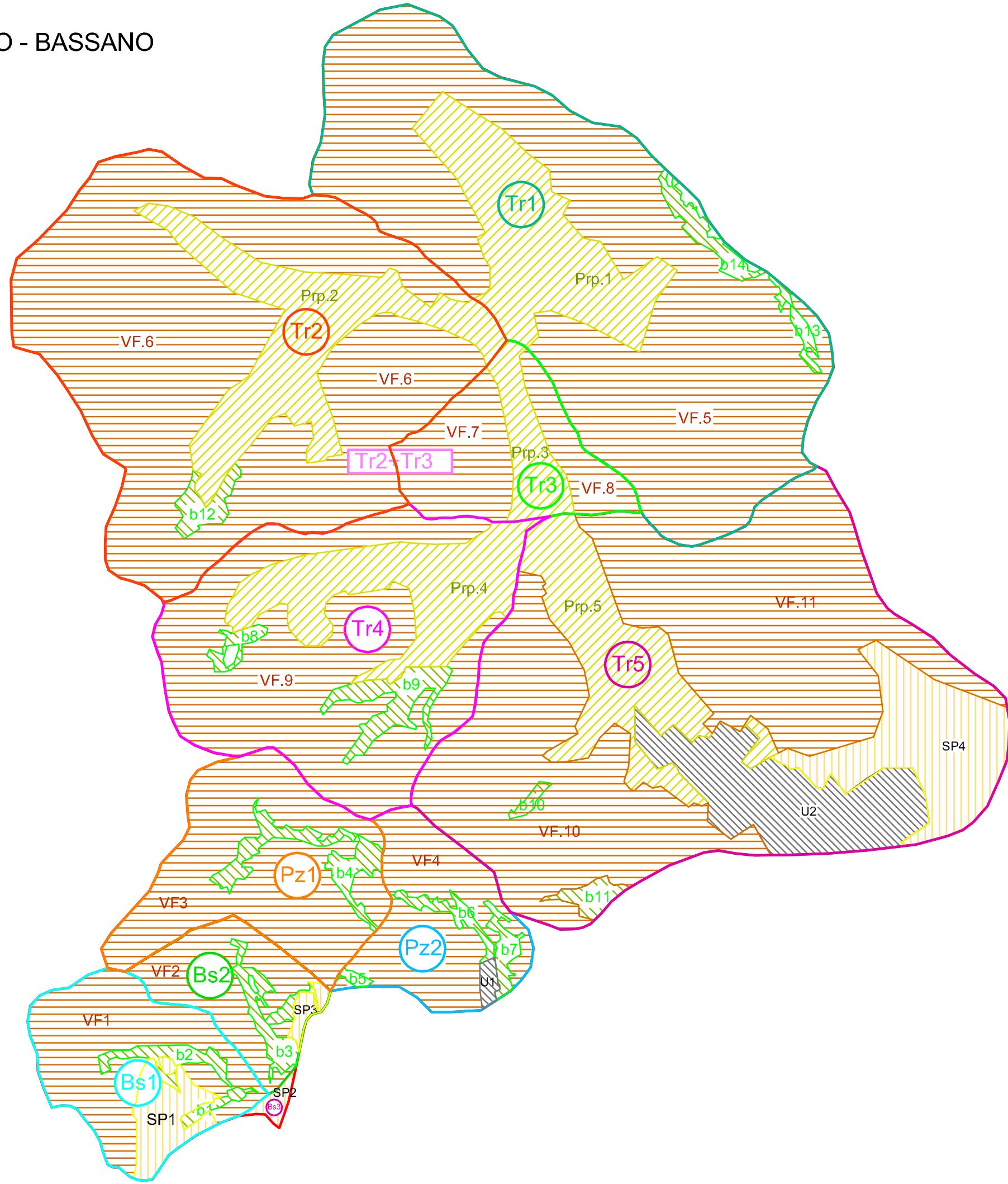
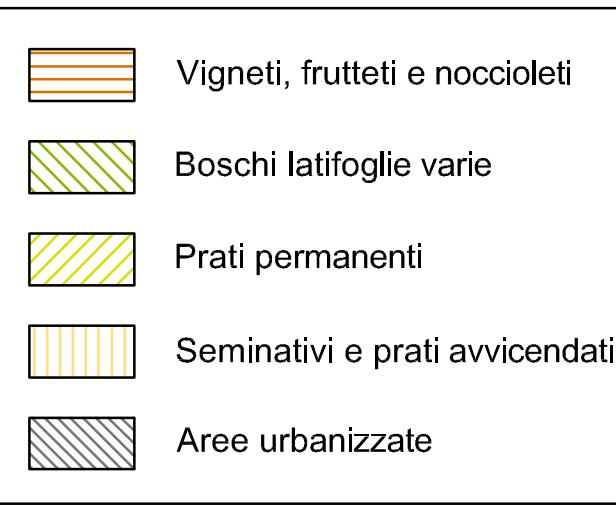


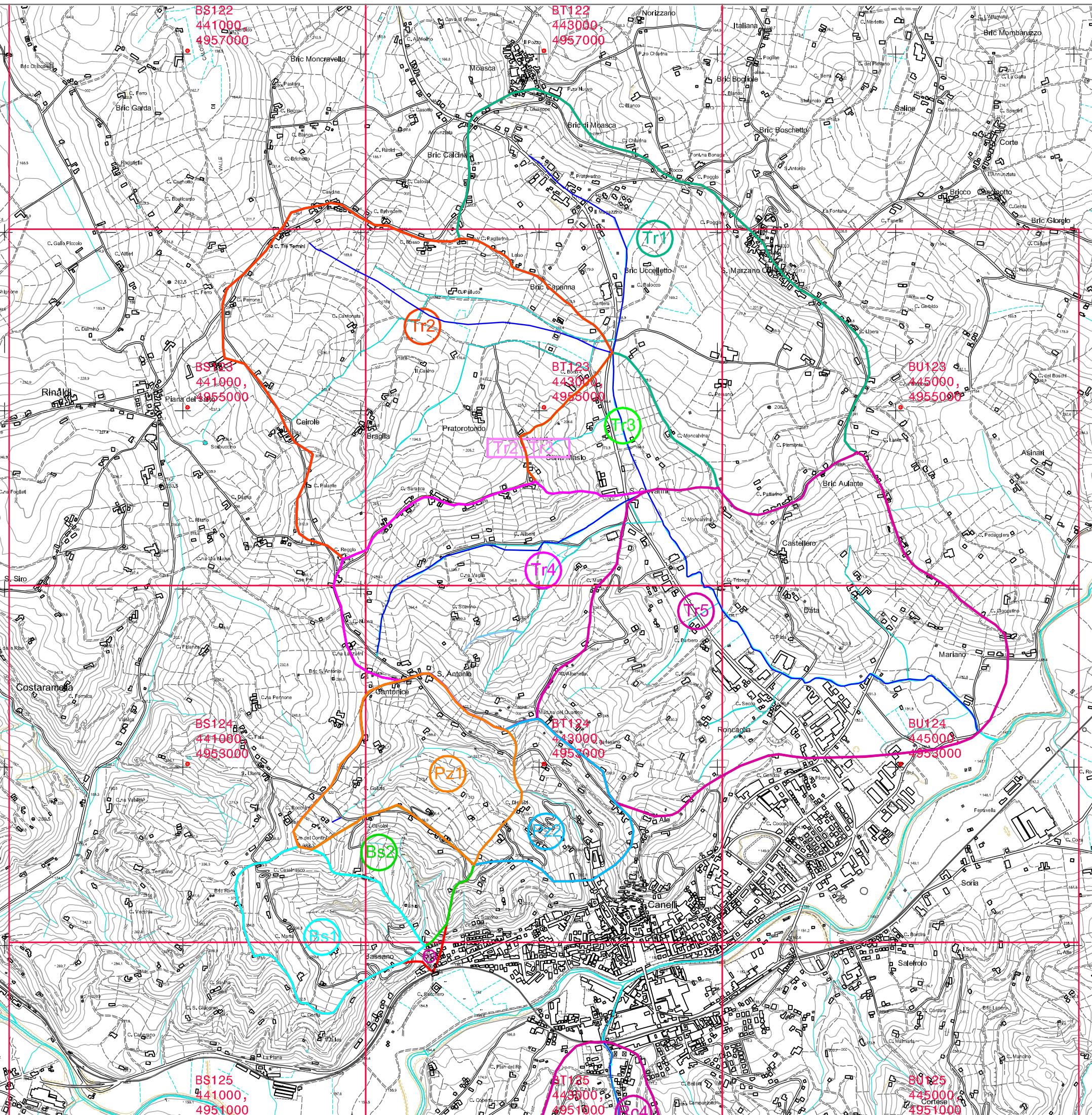




BACINI DEI RII TRIONZO - POZZUOLO - BASSANO

LEGENDA CARTA USO DEL SUOLO





Pendenza media RIO TRIONZO - Tr.1

SEZIONE	H_0	ΔL	Δh	Som.DL	x=Lt-S.DL	Z=Z ₀ -SDh	if	if	DL/i _f	If.med	DL/i _f ^{0.5}	If.med*
	[msm]	[m]	[m]	[m]	x=S.DL	Z=S.Dh		[°/°]		(geom)		(idraulica)
	180				1375	180						
	170	423.8	10	424	951	170	0.02360	23.60	17958		2759	
	165	776.8	5	1201	174	165	0.00644	6.44	120696		9683	
	164	174.4	1	1375	0	164	0.00573	5.73	30415		2303	
		1375	6						169070	0.00813	14745	0.00870

Pendenza media RIO TRIONZO - Tr.2

SEZIONE	H_0	ΔL	Δh	Som.DL	x=Lt-S.DL	Z=Z ₀ -SDh	if	if	DL/i _f	If.med	DL/i _f ^{0.5}	If.med*
	[msm]	[m]	[m]	[m]	x=S.DL	Z=S.Dh		[°/°]		(geom)		(idraulica)
	200				1854	200						
	190	77.3	10	77	1777	190	0.12935	129.35	598		215	
	180	240.6	10	318	1536	180	0.04156	41.56	5789		1180	
	170	225.8	10	544	1310	170	0.04429	44.29	5098		1073	
	165	1208.5	5	1752	102	165	0.00414	4.14	292114		18789	
	164	101.7	1	1854	0	164	0.00983	9.83	10343		1026	
		1853.9	36						313941	0.00591	22283	0.00692

Pendenza media RIO TRIONZO - Tr.3

SEZIONE	H_0	ΔL	Δh	Som.DL	x=Lt-S.DL	Z=Z ₀ -SDh	if	if	DL/i _f	If.med	DL/i _f ^{0.5}	If.med*
	[msm]	[m]	[m]	[m]	x=S.DL	Z=S.Dh		[°/°]		(geom)		(idraulica)
	164				810	164						
	160	598.3	4	598	211	160	0.00669	6.69	89491		7317	
	159.3	211.5	0.7	810	0	159.3	0.00331	3.31	63879		3675	
		809.8	0.7						153370	0.00528	10993	0.00543

Pendenza media RIO TRIONZO - Tr.4 Rio Passabrenno

SEZIONE	H_0	ΔL	Δh	Som.DL	x=Lt-S.DL	Z=Z ₀ -SDh	if	if	DL/i _f	If.med	DL/i _f ^{0.5}	If.med*
	[msm]	[m]	[m]	[m]	x=S.DL	Z=S.Dh		[°/°]		(geom)		(idraulica)
	300				1967	300						
	290	34.8	10	35	1933	290	0.28744	287.44	121		65	
	280	42.4	10	77	1890	280	0.23602	236.02	180		87	
	270	69.7	10	147	1821	270	0.14355	143.55	485		184	
	260	68.9	10	216	1752	260	0.14514	145.14	475		181	
	250	51.2	10	267	1701	250	0.19550	195.50	262		116	
	240	28.9	10	296	1672	240	0.34614	346.14	83		49	
	230	50.8	10	347	1621	230	0.19685	196.85	258		114	
	220	48.9	10	395	1572	220	0.20454	204.54	239		108	
	210	44.5	10	440	1527	210	0.22497	224.97	198		94	
	200	156.2	10	596	1371	200	0.06402	64.02	2440		617	
	190	146.9	10	743	1224	190	0.06806	68.06	2159		563	
	180	246.8	10	990	978	180	0.04052	40.52	6092		1226	
	170	436.6	10	1426	541	170	0.02291	22.91	19058		2884	
	165	431.6	5	1858	109	165	0.01158	11.58	37257		4010	
	160	76.3	5	1934	33	160	0.06557	65.57	1163		298	
	159.3	33.1	0.7	1967	0	159.3	0.02115	21.15	1565		228	
		1967.4	140.7						72034	0.02731	10825	0.03303

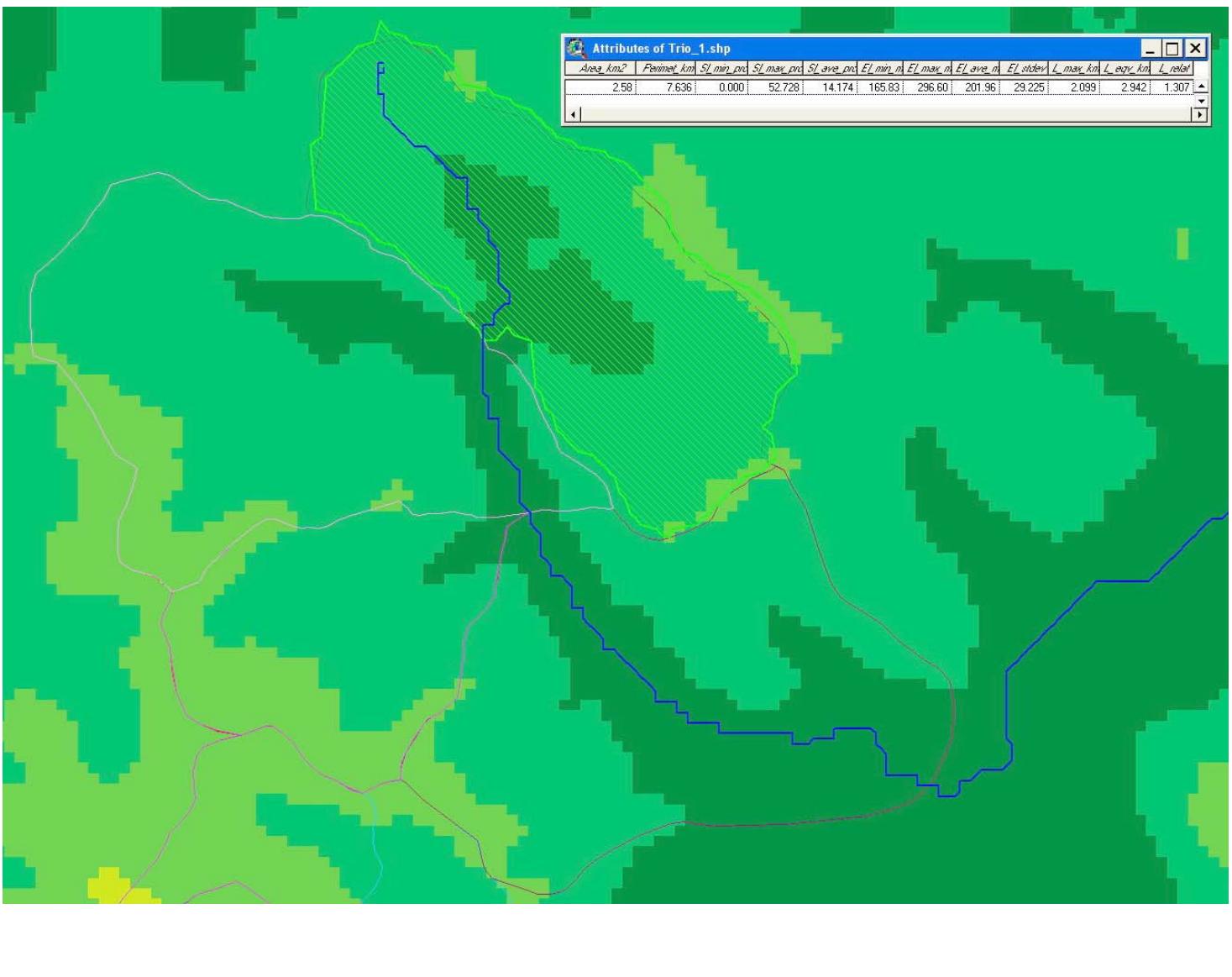
Pendenza media RIO TRIONZO - Tr.5

SEZIONE	H_0	ΔL	Δh	Som.DL	x=Lt-S.DL	Z=Z ₀ -SDh	if	if	DL/i _f	If.med	DL/i _f ^{0.5}	If.med*
	[msm]	[m]	[m]	[m]	x=S.DL	Z=S.Dh		[°/°]		(geom)		(idraulica)
	159.3				2743	159.3						
	155	1346.5	4.3	1347	1396	155	0.00319	3.19	421649		23828	
	150	759.5	5	2106	637	150	0.00658	6.58	115377		9361	
	147.5	636.9	2.5	2743	0	147.5	0.00393	3.93	162246		10165	
		2742.9	11.8						699272	0.00392	43354	0.00400

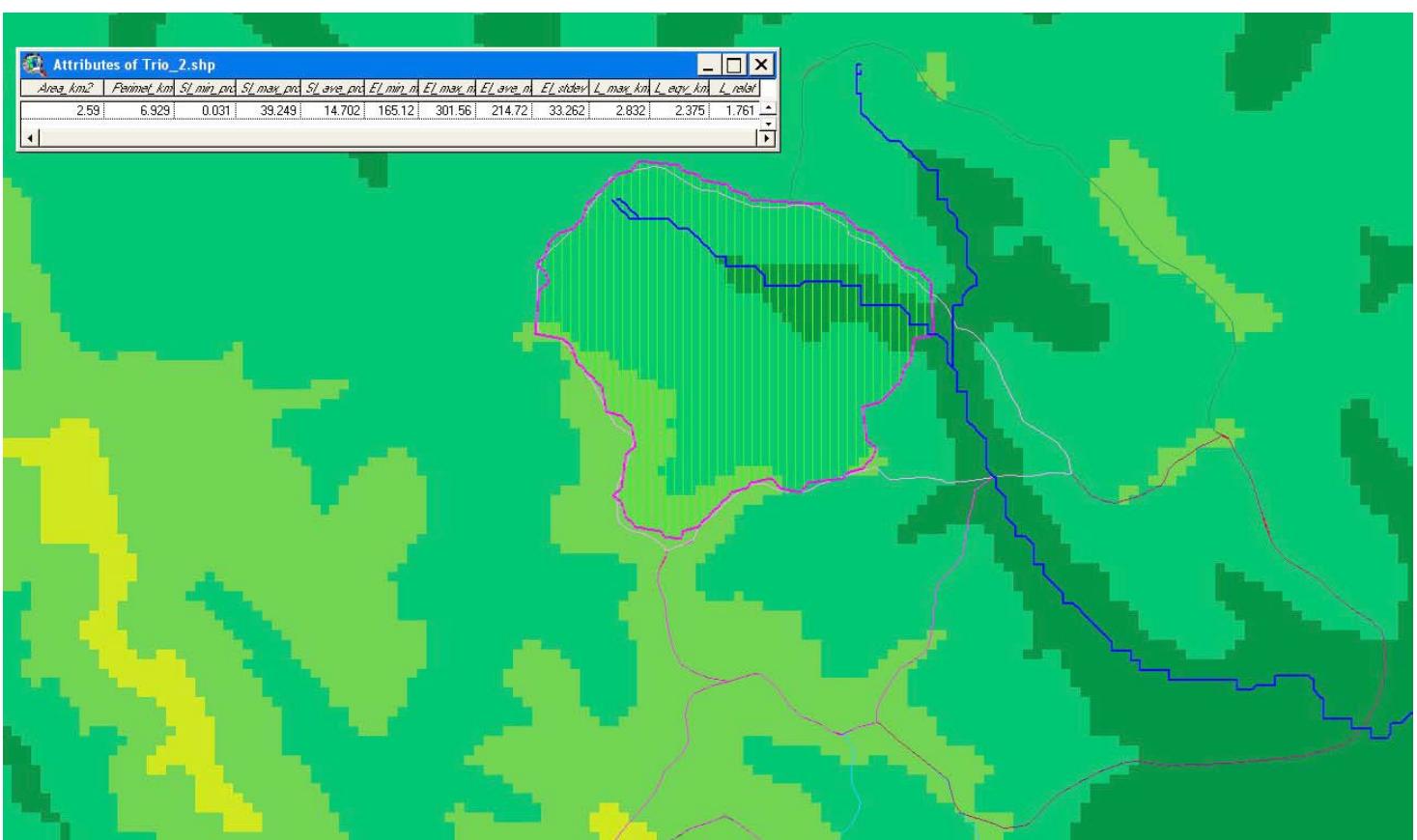
Pendenza media RIO TRIONZO TOTALE

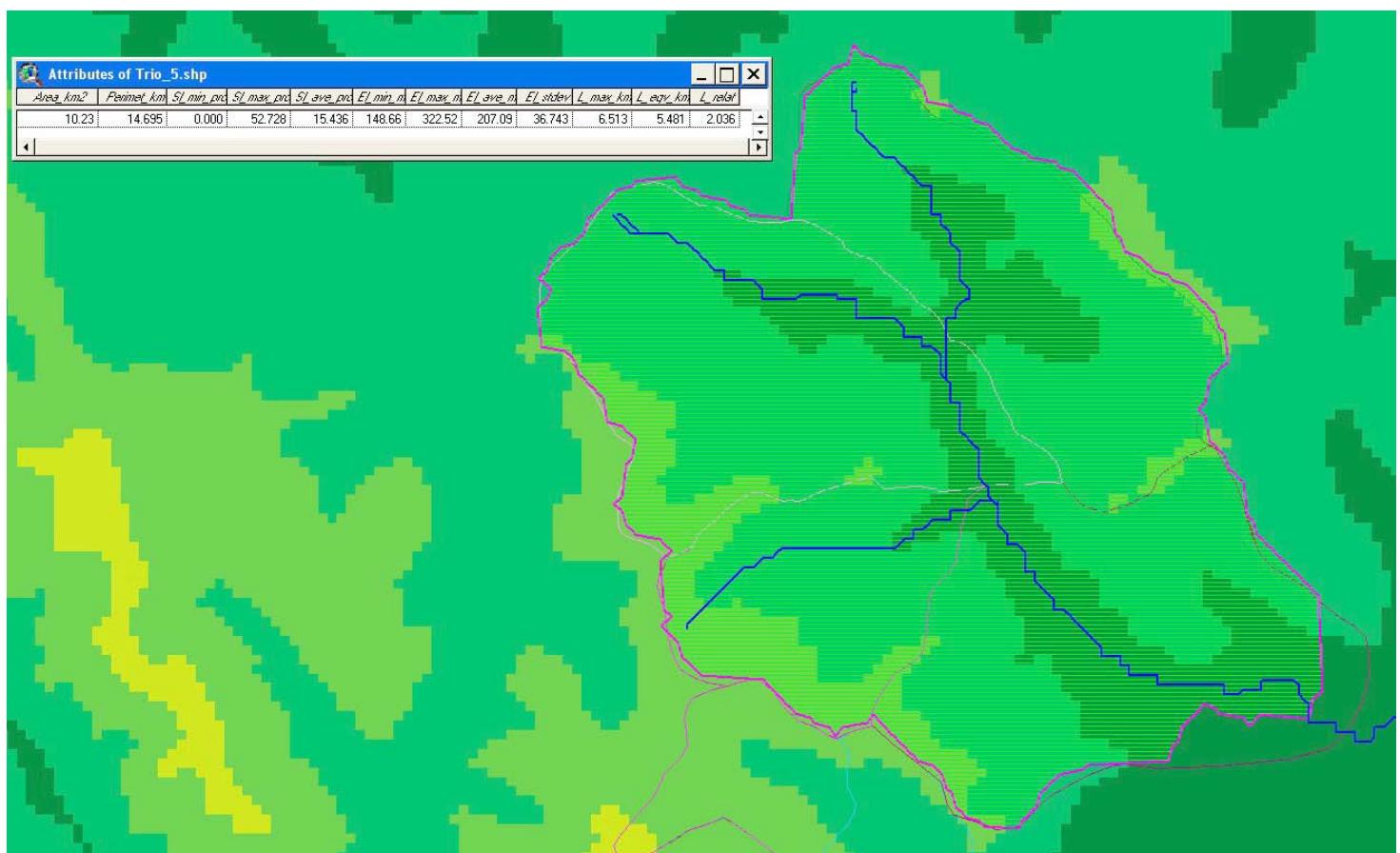
SEZIONE	H_0	ΔL	Δh	Som.DL	x=Lt-S.DL	Z=Z₀-SDh	if	if	DL/i_f	If.med	DL/i_f^{0.5}	If.med*
	[msm]	[m]	[m]	[m]	x=S.DL	Z=S.Dh		[°/°				

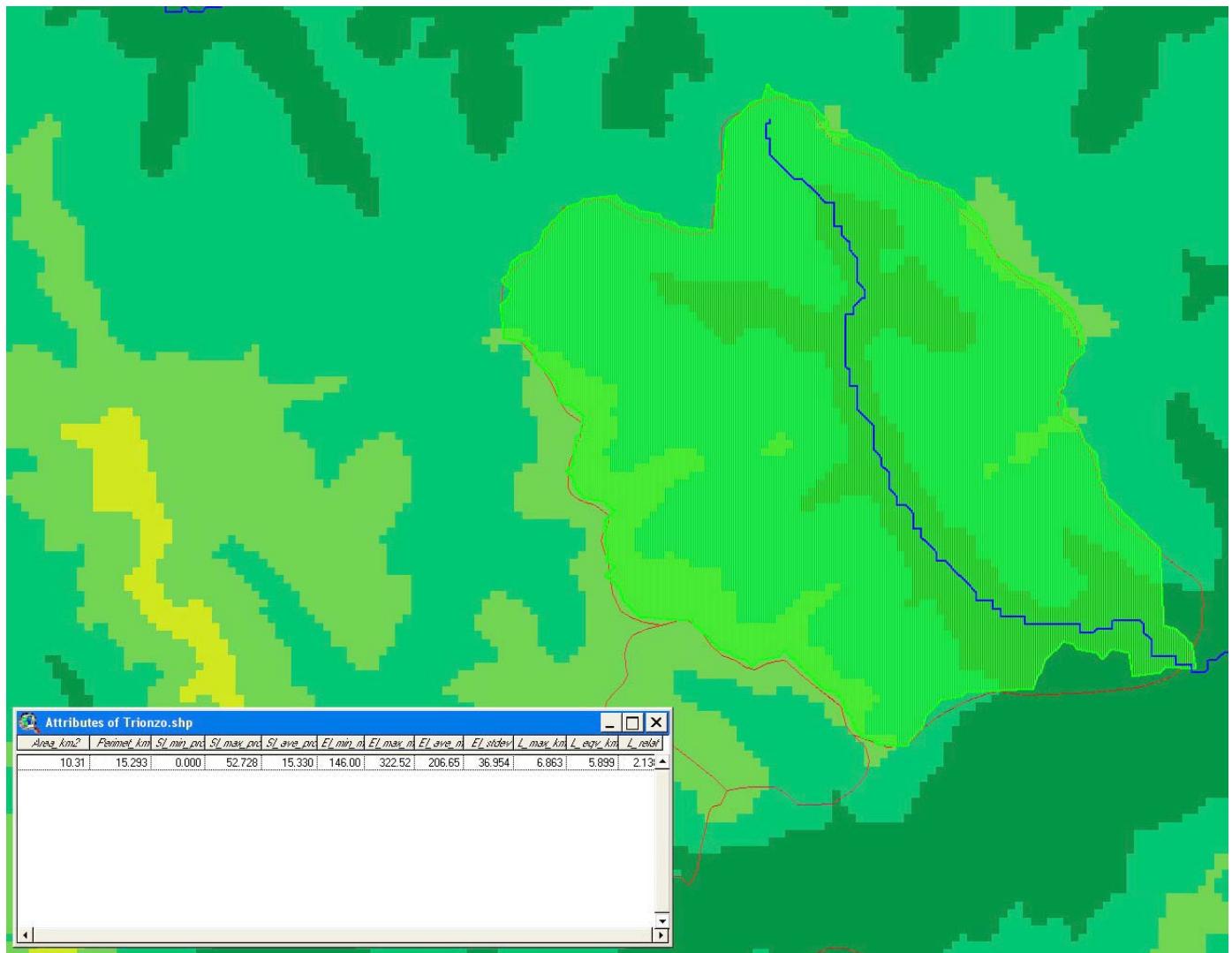
Attributes of Trio_1.shp												
	Area_km2	Fermett_km	Sl_min_pct	Sl_max_pct	Sl_ave_pct	El_min_m	El_max_m	El_ave_m	El_stddev	L_max_km	L_ave_km	L_relief
	2.58	7.636	0.000	52.728	14.174	165.83	296.60	201.96	29.225	2.099	2.942	1.307



Attributes of Trio_2.shp												
	Area_km2	Fermett_km	Sl_min_pct	Sl_max_pct	Sl_ave_pct	El_min_m	El_max_m	El_ave_m	El_stddev	L_max_km	L_ave_km	L_relief
	2.59	6.929	0.031	39.249	14.702	165.12	301.56	214.72	33.262	2.832	2.375	1.761







BACINO RIO TRIONZO Tr.1		CN PER CONDIZIONI AMC II - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 2.5888											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b13	C	8	Latif. Miste	0.0189	73	1.38					
b14	C	8	Latif. Miste	0.04405	73	3.22					
Prp.1	C	24	Prati permanenti	0.5143	71	36.52					
VF.5	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	2.01155	84	168.97					
		A.tot =	2.589	$\Sigma(CN*S)$ =	210.08						
		CN.med =	81.1								

BACINO RIO TRIONZO Tr.1		CN PER CONDIZIONI AMC III - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 2.5888											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b13	C	8	Latif. Miste	0.0189	87	1.64					
b14	C	8	Latif. Miste	0.04405	87	3.83					
Prp.1	C	24	Prati permanenti	0.5143	86	44.23					
VF.5	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	2.01155	93	187.07					
		A.tot =	2.589	$\Sigma(CN*S)$ =	236.78						
		CN.med =	91.5								

BACINO RIO TRIONZO Tr.2+Tr.3		CN PER CONDIZIONI AMC II - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 3.1197											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b12	C	8	Latif. Miste	0.04	73	2.92					
Prp.2	C	24	Prati permanenti	0.5296	71	37.60					
VF.6	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	2.0469	84	171.94					
Prp.3	C	24	Prati permanenti	0.1357	71	9.63					
VF.7+VF.8	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	0.3675	84	30.87					
		A.tot =	3.120	$\Sigma(CN*S)$ =	252.97						
		CN.med =	81.1								

BACINO RIO TRIONZO Tr.2+Tr.3		CN PER CONDIZIONI AMC III - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 3.1197											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b12	C	8	Latif. Miste	0.04	87	3.48					
Prp.2	C	24	Prati permanenti	0.5296	86	45.55					
VF.6	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	2.0469	93	190.36					
Prp.3	C	24	Prati permanenti	0.1357	86	11.67					
VF.7+VF.8	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	0.3675	93	34.18					
		A.tot =	3.120	$\Sigma(CN*S)$ =	285.24						
		CN.med =	91.4								

BACINO RIO TRIONZO Tr.4		CN PER CONDIZIONI AMC II - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 1.5141											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b8	C	8	Latif. Miste	0.02395	73	1.75					
b9	C	8	Latif. Miste	0.08345	73	6.09					
Prp.4	C	24	Prati permanenti	0.4307	71	30.58					
VF.9	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	0.976	84	81.98					
		A.tot =	1.514	$\Sigma(CN*S)$ =	120.40						
		CN.med =	79.5								

BACINO RIO TRIONZO Tr.4		CN PER CONDIZIONI AMC III - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 1.5141											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b8	C	8	Latif. Miste	0.02395	87	2.08					
b9	C	8	Latif. Miste	0.08345	87	7.26					
Prp.2	C	24	Prati permanenti	0.4307	86	37.04					
VF.6	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	0.976	93	90.77					
		A.tot =	1.514	$\Sigma(CN*S)$ =	137.15						
		CN.med =	90.6								

BACINO RIO TRIONZO Tr.5		CN PER CONDIZIONI AMC II - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 3.2887											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b10	C	8	Latif. Miste	0.0095	73	0.69					
Prp.5	C	24	Prati permanenti	0.4439	71	31.52					
SP.4	C	21	Seminativi e prati avvicendati	0.3789	83	31.4487					
U2	C	99	Aree urbanizzate	0.3978	90	35.802					
VF.10	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	0.9618	84	80.79					
VF.11	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	1.0968	84	92.13					
		A.tot =	3.289	$\Sigma(CN*S)$ =	272.38						
		CN.med =	82.8								

BACINO RIO TRIONZO Tr.5		CN PER CONDIZIONI AMC III - SUOLO TIPO C									
Analisi B - CARTA DRENAGGIO - CARTA USO SUOLO IPLA - Mod. da Foto aeree											
A(Tr.1)= 3.2887											
N. Area	Tipo Suolo	Classe	Coltura	S	CN	CN*S					
	Uso Suolo			[km2]							
	DREN. 3 = C										
b10	C	8	Latif. Miste	0.0095	87	0.83					
Prp.5	C	24	Prati permanenti	0.4439	86	38.18					
SP.4	C	21	Seminativi e prati avvicendati	0.3789	93	35.2377					
U2	C	99	Aree urbanizzate	0.3978	96	38.1888					
VF.10	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	0.9618	93	89.4474					
VF.11	C	25	Vigneti-Frutetti-Nocc	1.0968	93	102.00					
		A.tot =	3.289	$\Sigma(CN*S)$ =	303.88						
		CN.med =	92.4								

BACINO RIO TRIONZO - Calcolo Tempo di corriavazione Tc e di ritardo T.lag																		
												Sez. 11 Inizio Mod. Idraulico				Sez. 7 Interm. Mod. Idraulico		
BACINO	Tr.1		Tr.2	Tr.2+Tr.3	Tr.1+Tr.2+Tr.3	Tr.3	Tr.4	Tr5.1	Bac.Totale	Tr5.2	Trc5.1+Tr5.2	Bac.Totale	Tr.5	Tr5.3	TOTALE	Sezione finale Chiusura		
SUPERF.	2.589	[km2]		2.616	3.119	5.708	0.508	1.514	0.497		1.138	1.634		3.290	1.656	10.517		
L.astा	1.375	[km]		1.854	2.664	2.664	0.810	1.967	0.797		0.872	1.669		2.743	1.075	5.407	[km]	
H.max	296.9	[m.s.l.m.]		301.56	301.56	301.56		322.52	299.9		299.9	299.9		299.9	299.9	322.52	[m.s.l.m.]	
H.med	201.96	[m.s.l.m.]		214.72	209.10	205.86		236.01	195.00		195.00	195.00		194.81	194.81	206.65	[m.s.l.m.]	
H.0	165.83	[m.s.l.m.]		165.12	160.93	160.93		165.75	158.3		151.8	151.8		146	146	146	[m.s.l.m.]	
Hmed-H0	36.13	[m]		49.60	48.17	44.93		70.26	36.70		43.20	43.20		48.81	48.81	60.65	[m]	
If.med (Idr)	0.0087	[m/m]		0.0069	0.0064	0.0064	0.0054	0.0330	0.004		0.004	0.004		0.004	0.004	0.0051	[m/m]	
iv.vers.	0.14170	[m/m]		0.147	0.14591	0.14400		0.20095	0.148		0.148	0.148		0.148	0.148	0.15330	[m/m]	
iv.bac = (lv+3.4*lf)/4.4	0.0389	[m/m]		0.0388	0.0381	0.0377		0.0712	0.0367		0.0367	0.0367		0.0367	0.0367	0.0388	[m/m]	
CN(AMC II)	81.10	[V]		81.10	81.10	81.10		79.50	82.8		82.8	82.8		82.8	82.8	81.40	[V]	
[1] Tc (Giandotti)	1.77	[ore]		1.64	1.99	2.53		1.17	0.83	2.82	1.06	1.45	3.44	2.03	1.21	3.38	4.03 [ore]	
[2] Tc (Merlo)	2.68	[ore]		2.41	2.37	3.67		1.14	1.14	3.51	1.99	1.94	4.31	2.58	2.38	4.22	4.95 [ore]	
[3] Tc (SCS)	0.87	[ore]		1.10	1.48	1.49		0.90	0.55	2.03	0.59	0.98	2.47	1.47	0.69	2.57	2.95 [ore]	
[4] Ventura	2.19	[ore]		2.47	2.80	3.79		0.86	1.42	4.22	2.14	2.57	5.37	3.64	2.58	5.77	6.44 [ore]	
k=L/if^0.5				33.27										43.371				
K1=Tc/k				0.065														
Tc.cin =k*K1										Tc.totale $\sum T_c$			Tc.totale $\sum T_c$	2.82			Tc.bacino totale teor.	
Tc.med(1-4)	1.88	[ore]		1.91	2.16	2.87	0.255	1.02	0.98	3.14	1.44	1.74	3.90	2.43	1.72	3.99	4.59	3.65
T.lag	1.13	[ore]		1.14	1.30	1.72	0.15	0.61	0.59	1.89	0.87	1.04	2.34	1.46	1.03	2.39	2.76	[ore]
T.lag	68	[min]		69	78	103	9	37	35	113	52	62	140	88	62	143	165	[min]

BACINO RIO TRIONZO

Celle Direttiva di progetto Aut.Bacino Po

CELLA	Coord. Est	Coord. Nord	Tr=20		Tr=100		Tr=200		Tr=500		
			UTM	UTM	t	h	t	h	t	h	
3	BS122	441000	4957000	1	33.21	1	42.52	1	46.51	1	51.76
4	BS123	441000	4955000	1	33.36	1	42.69	1	46.68	1	51.94
5	BS124	441000	4953000	1	33.73	1	43.20	1	47.25	1	52.59
9	BT122	443000	4957000	1	32.96	1	42.16	1	46.10	1	51.30
10	BT123	443000	4955000	1	33.34	1	42.70	1	46.70	1	51.98
11	BT124	443000	4953000	1	33.89	1	43.49	1	47.60	1	53.01
15	BU123	445000	4955000	1	33.38	1	42.78	1	46.80	1	52.09
16	BU124	445000	4953000	1	34.11	1	43.87	1	48.03	1	53.52
			3	3	49.98	3	63.15	3	68.77	3	76.20
			4	3	50.42	3	63.75	3	69.48	3	76.97
			5	3	51.09	3	64.72	3	70.56	3	78.19
			9	3	50.09	3	63.24	3	68.92	3	76.27
			10	3	50.84	3	64.33	3	70.04	3	77.71
			11	3	51.73	3	65.59	3	71.55	3	79.42
			15	3	51.29	3	64.95	3	70.89	3	78.56
			16	3	52.41	3	66.67	3	72.76	3	80.80
			3	6	64.68	6	81.05	6	88.02	6	97.25
			4	6	65.44	6	82.10	6	89.29	6	98.65
			5	6	66.40	6	83.53	6	90.87	6	100.42
			9	6	65.23	6	81.67	6	88.82	6	97.96
			10	6	66.34	6	83.31	6	90.46	6	100.15
			11	6	67.56	6	85.00	6	92.53	6	102.50
			15	6	67.26	6	84.52	6	92.13	6	101.81
			16	6	68.73	6	86.82	6	94.55	6	104.79
			3	12	83.70	12	104.02	12	112.65	12	124.13
			4	12	84.92	12	105.74	12	114.76	12	126.43
			5	12	86.29	12	107.80	12	117.03	12	128.97
			9	12	84.95	12	105.47	12	114.47	12	125.81
			10	12	86.57	12	107.89	12	116.82	12	129.07
			11	12	88.22	12	110.15	12	119.67	12	132.28
			15	12	88.20	12	109.98	12	119.72	12	131.94
			16	12	90.12	12	113.07	12	122.87	12	135.90
			3	24	108.32	24	133.50	24	144.18	24	158.43
			4	24	110.20	24	136.18	24	147.49	24	162.04
			5	24	112.13	24	139.12	24	150.72	24	165.64
			9	24	110.62	24	136.21	24	147.52	24	161.57
			10	24	112.97	24	139.72	24	150.87	24	166.34
			11	24	115.20	24	142.75	24	154.76	24	170.72
			15	24	115.65	24	143.13	24	155.58	24	170.98
			16	24	118.18	24	147.24	24	159.67	24	176.24

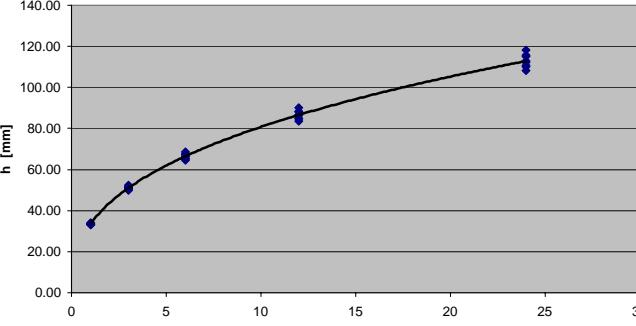
BACINO RIO TRIONZO

Tr=20			Tr=50			Tr=100			Tr=200			Tr=500		
a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a
33.4956	0.3822	39.237	0.3743	42.9231	0.3712	46.9551	0.3681	52.2694	0.3644					

t	h	t	h	t	h	t	h	t	h
1	33.4956	1	39.237	1	42.923	1	46.955	1	52.269
3	50.973	3	59.197	3	64.535	3	70.358	3	78.003
6	66.435	6	76.733	6	83.472	6	90.807	6	100.417
12	86.587	12	99.464	12	107.965	12	117.200	12	129.271
24	112.851	24	128.928	24	139.645	24	151.265	24	166.417

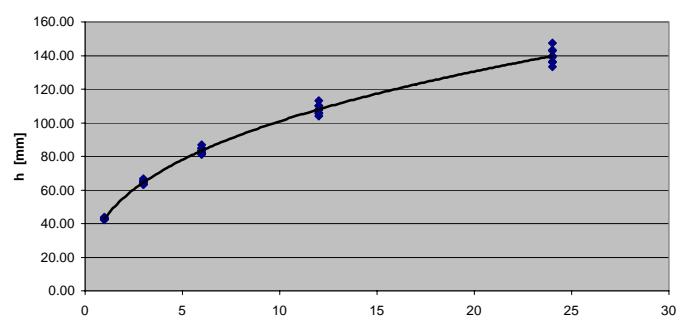
Bacino Rio Trionzo - Tr=20

$$y = 33.4956x^{0.3822}$$

 $R^2 = 0.9978$


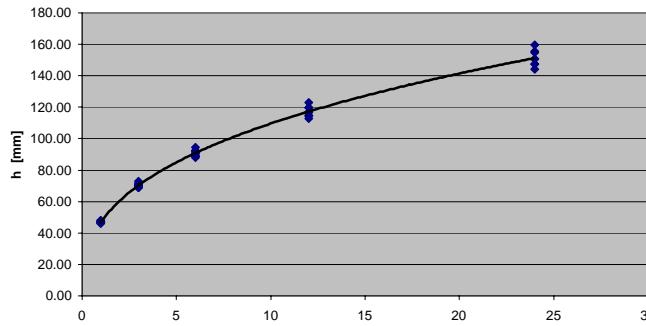
Bacino Rio Trionzo - Tr=100

$$y = 42.9231x^{0.3712}$$

 $R^2 = 0.9971$


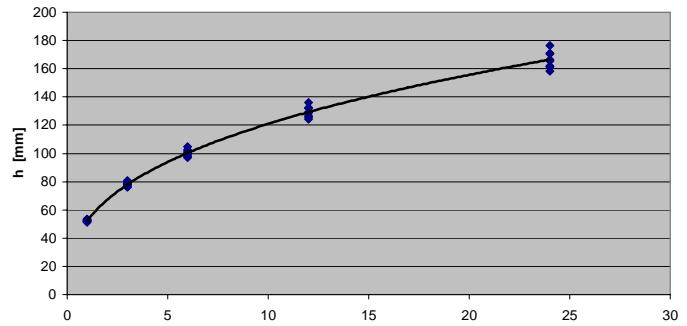
Bacino Rio Trionzo - Tr=200

$$y = 46.9551x^{0.3681}$$

 $R^2 = 0.9968$


Bacino Rio Trionzo - Tr=500

$$y = 52.2694x^{0.3644}$$

 $R^2 = 0.9963$


Stazione pluviometrica di ACQUI TERME

(167 metri s.l.m.)

periodo di osservazione: 47 anni

serie storica precipitazioni: 1940 - 1989

Stazione pluviometrica di ACQUI TERME (167 metri s.l.m.)					
DATA	Periodo di osservazione: 47 anni				
	Durata della precipitazione				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1940	20.00	33.40	44.00	61.00	61.00
1941	26.20	34.50	38.00	47.20	48.00
1942	23.00	24.00	33.00	35.00	58.00
1943	12.00	19.60	31.00	44.00	47.40
1944	-	-	-	-	-
1945	-	-	-	-	-
1946	9.60	17.00	24.00	36.00	49.00
1947	15.80	27.60	33.00	43.40	65.00
1948	21.00	28.00	44.00	65.40	76.00
1949	-	-	-	-	-
1950	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-
1952	14.20	14.20	27.40	33.40	35.80
1953	-	-	-	-	-
1954	13.40	27.60	50.20	68.60	88.40
1955	17.80	18.40	18.60	42.00	63.80
1956	19.20	43.60	81.40	120.20	138.80
1957	17.00	22.60	39.00	60.00	100.00
1958	12.00	19.40	30.80	37.00	65.00
1959	19.80	23.00	42.00	55.00	91.40
1960	25.00	37.00	46.60	53.40	80.00
1961	18.00	29.60	51.00	65.00	96.60
1962	16.40	29.00	41.40	52.40	59.60
1963	-	-	-	-	-
1964	20.00	20.20	22.00	32.00	34.00
1965	10.00	18.00	26.20	44.20	74.00
1966	60.00	120.00	131.00	131.80	136.40
1967	19.00	27.00	29.00	47.60	63.00
1968	35.00	75.00	123.00	141.00	143.00
1969	12.80	21.00	32.80	33.60	43.60
1970	-	-	-	-	-
1971	10.00	29.00	48.00	64.00	81.00
1972	14.00	26.60	27.00	37.00	60.20
1973	-	-	-	-	-
1974	-	-	-	-	-
1975	31.40	34.00	36.00	59.00	71.60
1976	41.20	57.20	74.50	78.00	94.00
1977	47.00	109.80	134.00	214.00	246.20
1978	-	-	-	-	-
1979	18.20	30.20	48.20	49.60	51.60
1980	21.20	32.00	45.00	58.00	63.80
1981	23.20	35.00	39.00	42.60	51.80
1982	13.00	30.40	47.20	85.60	103.60
1983	27.60	49.00	50.00	54.00	73.00
1984	26.80	28.60	37.20	38.20	45.40
1985	11.00	16.20	27.20	51.80	79.00
1986	16.60	17.20	30.00	35.60	49.00
1987	51.20	110.20	154.20	194.00	201.60
1988	11.20	26.40	37.80	58.60	69.60
1989	40.40	51.20	51.20	52.80	52.80

Numero d'ordine	ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE REGOLARIZZATE [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	60.920	104.562	132.261	168.345	186.445
2	51.883	87.001	111.319	142.147	160.944
3	46.760	77.237	99.563	127.401	146.326
4	43.184	70.513	91.414	117.160	136.043
5	40.438	65.402	85.188	109.324	128.096
6	38.207	61.286	80.152	102.979	121.607
7	36.326	57.844	75.924	97.646	116.112
8	34.698	54.887	72.279	93.043	111.339
9	33.262	52.294	69.073	88.991	107.111
10	31.976	49.984	66.208	85.369	103.309
11	30.809	47.900	63.617	82.089	99.850
12	29.739	46.001	61.250	79.090	96.670
13	28.751	44.255	59.067	76.324	93.723
14	27.831	42.637	57.041	73.754	90.973
15	26.969	41.129	55.147	71.350	88.390
16	26.158	39.716	53.368	69.091	85.951
17	25.390	38.383	51.688	66.955	83.637
18	24.660	37.122	50.094	64.929	81.431
19	23.963	35.924	48.577	62.998	79.322
20	23.296	34.781	47.126	61.152	77.296
21	22.655	33.687	45.735	59.380	75.345
22	22.036	32.636	44.396	57.674	73.459
23	21.439	31.624	43.105	56.027	71.632
24	20.859	30.647	41.855	54.432	69.856
25	20.285	29.684	40.620	52.856	68.094
26	19.735	28.764	39.438	51.346	66.400
27	19.196	27.867	38.284	49.871	64.738
28	18.668	26.990	37.154	48.426	63.104
29	18.148	26.131	36.044	47.007	61.492
30	17.635	25.288	34.952	45.609	59.899
31	17.128	24.457	33.875	44.228	58.320
32	16.625	23.636	32.808	42.862	56.750
33	16.125	22.824	31.750	41.504	55.184
34	15.626	22.017	30.696	40.152	53.617
35	15.126	21.212	29.643	38.800	52.043
36	14.623	20.407	28.587	37.443	50.457
37	14.116	19.598	27.523	36.075	48.850
38	13.601	18.781	26.446	34.689	47.214
39	13.074	17.951	25.349	33.277	45.539
40	12.533	17.103	24.225	31.827	43.809
41	11.972	16.229	23.061	30.327	42.008
42	11.382	15.317	21.845	28.757	40.110
43	10.754	14.353	20.554	27.088	38.078
44	10.070	13.313	19.154	25.276	35.854
45	9.300	12.154	17.586	23.244	33.334
46	8.382	10.790	15.729	20.833	30.307
47	7.139	8.978	13.238	17.591	26.161
Sommatoria hi	1103.45	1681.29	2254.01	2916.74	3626.23

CURVA DI MAX POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER Tr=200

Le massime altezze di precipitazione per Tr=200 risultano:

1ORA	80.89
3ORE	144.67
6ORE	179.32
12ORE	226.95
24ORE	241.74

Con il metodo dei minimi quadrati si ricava:

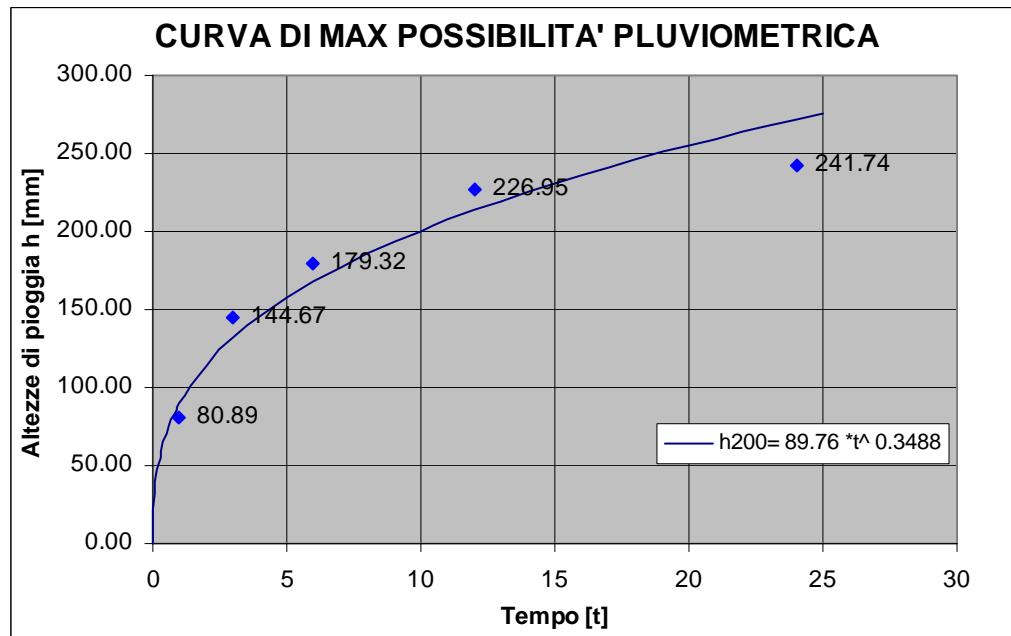
$$n = 0.3488$$

$$a = 89.76$$

e l'espressione della curva cercata risulta essere:

$$h_{200} = 89.76 * t^{0.3488}$$

diagrammando si ottiene:



Stazione pluviometrica di Castagnole Lanze

(271 metri s.l.m.)

periodo di osservazione: 25 anni

serie storica precipitazioni: 1970 - 1999

Stazione pluviometrica di Castagnole Lanze (271 metri s.l.m.)					
DATA	Periodo di osservazione: 25 anni				
	Durata della precipitazione				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1970	23.80	42.00	46.60	47.00	47.20
1971	-	-	-	-	-
1972	15.00	27.00	31.60	51.00	82.40
1973	30.00	80.00	132.00	162.40	169.00
1974	17.40	21.20	36.00	65.20	107.60
1975	-	-	-	-	-
1976	27.80	30.40	40.60	46.80	59.80
1977	14.60	26.40	36.00	40.00	60.60
1978	11.00	18.50	36.40	47.00	82.00
1979	17.60	29.00	37.00	39.80	70.20
1980	12.00	26.40	32.20	34.00	55.80
1981	17.00	20.20	24.40	28.00	45.00
1982	24.60	33.20	37.60	37.60	70.40
1983	15.00	29.40	32.00	34.00	38.00
1984	61.00	72.40	72.80	72.80	73.00
1985	10.80	17.00	29.00	44.00	67.60
1986	9.40	21.40	23.80	31.60	44.40
1987	10.60	20.60	37.20	45.40	56.60
1988	21.00	21.60	21.60	34.60	52.40
1989	13.60	26.20	32.40	41.20	62.20
1990	22.80	23.00	32.40	51.20	69.80
1991	16.60	20.80	22.00	25.60	36.00
1992	23.60	24.40	47.00	72.40	79.80
1993	27.80	44.60	46.00	46.00	80.00
1994	30.60	60.00	93.00	171.60	230.80
1995	15.80	28.20	36.20	55.60	64.40
1996	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-
1999	34.20	39.00	47.40	49.20	49.40

Numero d'ordine	ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE MISURATE [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	9.40	17.00	21.60	25.60	36.00
2	10.60	18.50	22.00	28.00	38.00
3	10.80	20.20	23.80	31.60	44.40
4	11.00	20.60	24.40	34.00	45.00
5	12.00	20.80	29.00	34.00	47.20
6	13.60	21.20	31.60	34.60	49.40
7	14.60	21.40	32.00	37.60	52.40
8	15.00	21.60	32.20	39.80	55.80
9	15.00	23.00	32.40	40.00	56.60
10	15.80	24.40	32.40	41.20	59.80
11	16.60	26.20	36.00	44.00	60.60
12	17.00	26.40	36.00	45.40	62.20
13	17.40	26.40	36.20	46.00	64.40
14	17.60	27.00	36.40	46.80	67.60
15	21.00	28.20	37.00	47.00	69.80
16	22.80	29.00	37.20	47.00	70.20
17	23.60	29.40	37.60	49.20	70.40
18	23.80	30.40	40.60	51.00	73.00
19	24.60	33.20	46.00	51.20	79.80
20	27.80	39.00	46.60	55.60	80.00
21	27.80	42.00	47.00	65.20	82.00
22	30.00	44.60	47.40	72.40	82.40
23	30.60	60.00	72.80	72.80	107.60
24	34.20	72.40	93.00	162.40	169.00
25	61.00	80.00	132.00	171.60	230.80
Sommatoria hi	523.60	802.90	1063.20	1374.00	1854.40

Numero d'ordine	ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE REGOLARIZZATE [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	44.193	67.062	94.365	131.968	164.332
2	37.362	56.855	78.695	107.613	137.102
3	33.417	50.947	69.749	93.970	121.552
4	30.621	46.752	63.459	84.504	110.615
5	28.442	43.477	58.589	77.253	102.145
6	26.646	40.776	54.598	71.366	95.202
7	25.109	38.463	51.201	66.398	89.294
8	23.760	36.429	48.232	62.088	84.127
9	22.550	34.604	45.582	58.268	79.515
10	21.448	32.940	43.177	54.826	75.330
11	20.430	31.402	40.965	51.681	71.480
12	19.479	29.964	38.907	48.773	67.897
13	18.582	28.606	36.972	46.056	64.528
14	17.718	27.298	35.116	43.467	61.297
15	16.893	26.048	33.352	41.021	58.224
16	16.091	24.831	31.643	38.668	55.248
17	15.305	23.637	29.974	36.384	52.340
18	14.525	22.453	28.327	34.146	49.471
19	13.745	21.266	26.684	31.929	46.608
20	12.952	20.060	25.024	29.706	43.716
21	12.134	18.813	23.319	27.442	40.744
22	11.271	17.496	21.530	25.088	37.624
23	10.328	16.055	19.588	22.561	34.239
24	9.237	14.387	17.361	19.700	30.356
25	7.810	12.197	14.478	16.065	25.326
Sommatoria hi	510.05	782.82	1030.89	1320.94	1798.31

CURVA DI MAX POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER Tr=200

Le massime altezze di precipitazione per Tr=200 risultano:

1ORA	65.61
3ORE	98.91
6ORE	144.69
12ORE	213.31
24ORE	251.71

Con il metodo dei minimi quadrati si ricava:

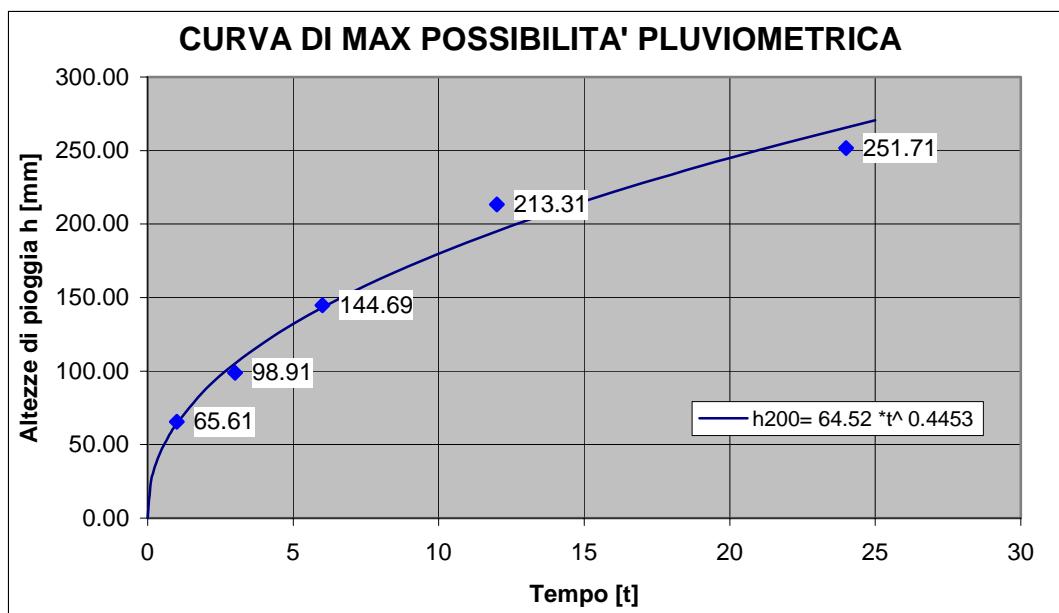
$$n = 0.4453$$

$$a = 64.52$$

e l'espressione della curva cercata risulta essere:

$$h_{200} = 64.52 * t^{0.4453}$$

diagrammando si ottiene:



Stazione pluviometrica di Nizza Monferrato

(140 metri s.l.m.)

periodo di osservazione: 22 anni

serie storica precipitazioni: 1951 - 1999

Stazione pluviometrica di Nizza Monferrato (140 metri s.l.m.)					
DATA	Periodo di osservazione: 22 anni				
	Durata della precipitazione				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1951	24.80	30.00	44.00	57.80	71.00
1952	23.00	25.60	25.60	32.40	39.00
1953	-	-	-	-	-
1954	26.80	26.80	30.40	35.40	61.80
1955	13.00	17.80	26.60	39.60	64.80
1956	14.40	24.00	37.20	60.80	81.60
1957	18.00	19.20	32.00	48.80	61.60
1958	8.60	13.00	24.00	42.00	60.00
1959	20.00	20.40	31.00	59.80	72.60
1960	41.60	41.60	41.60	69.20	91.80
1961	21.00	41.60	66.40	74.00	89.00
1962	13.00	19.00	23.80	37.00	49.80
1963	16.00	19.60	25.00	40.00	57.00
1964	-	-	-	-	-
1965	16.00	28.00	34.20	49.60	70.80
1966	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-
1968	30.00	38.00	56.00	82.00	123.20
1969	13.00	19.00	21.40	41.00	72.00
1970	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-
1972	15.40	16.80	23.00	36.00	68.60
1973	16.60	32.00	49.00	81.00	88.40
1974	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	-
1976	-	-	-	-	-
1977	-	-	-	-	-
1978	-	-	-	-	-
1979	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-
1994	34.00	36.00	36.00	50.40	65.40
1995	-	-	-	-	-
1996	22.20	26.20	28.60	42.20	73.40
1997	14.00	21.60	31.20	40.80	45.60
1998	19.80	23.00	26.00	37.40	44.20
1999	43.60	44.00	44.00	44.00	44.00

Numero d'ordine	ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE MISURATE [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	8.60	13.00	21.40	32.40	39.00
2	13.00	16.80	23.00	35.40	44.00
3	13.00	17.80	23.80	36.00	44.20
4	13.00	19.00	24.00	37.00	45.60
5	14.00	19.00	25.00	37.40	49.80
6	14.40	19.20	25.60	39.60	57.00
7	15.40	19.60	26.00	40.00	60.00
8	16.00	20.40	26.60	40.80	61.60
9	16.00	21.60	28.60	41.00	61.80
10	16.60	23.00	30.40	42.00	64.80
11	18.00	24.00	31.00	42.20	65.40
12	19.80	25.60	31.20	44.00	68.60
13	20.00	26.20	32.00	48.80	70.80
14	21.00	26.80	34.20	49.60	71.00
15	22.20	28.00	36.00	50.40	72.00
16	23.00	30.00	37.20	57.80	72.60
17	24.80	32.00	41.60	59.80	73.40
18	26.80	36.00	44.00	60.80	81.60
19	30.00	38.00	44.00	69.20	88.40
20	34.00	41.60	49.00	74.00	89.00
21	41.60	41.60	56.00	81.00	91.80
22	43.60	44.00	66.40	82.00	123.20
Sommatoria hi	464.80	583.20	757.00	1101.20	1495.60

Numero d'ordine	ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE REGOLARIZZATE [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	39.603	44.050	57.269	79.431	105.386
2	34.185	39.246	51.003	71.593	95.537
3	30.980	36.329	47.198	66.786	89.467
4	28.667	34.183	44.401	63.225	84.956
5	26.836	32.457	42.152	60.347	81.298
6	25.306	30.996	40.248	57.897	78.177
7	23.980	29.714	38.577	55.737	75.421
8	22.799	28.560	37.074	53.786	72.925
9	21.727	27.501	35.694	51.988	70.620
10	20.737	26.512	34.407	50.303	68.457
11	19.809	25.577	33.189	48.704	66.400
12	18.922	24.674	32.012	47.153	64.401
13	18.076	23.803	30.879	45.654	62.466
14	17.252	22.948	29.766	44.175	60.553
15	16.441	22.096	28.658	42.698	58.639
16	15.631	21.238	27.541	41.203	56.698
17	14.812	20.360	26.398	39.666	54.699
18	13.968	19.443	25.205	38.056	52.599
19	13.076	18.462	23.929	36.323	50.335
20	12.099	17.371	22.510	34.387	47.797
21	10.965	16.080	20.831	32.078	44.760
22	9.465	14.326	18.552	28.913	40.577
Sommatoria hi	455.33	575.93	747.49	1090.10	1482.17

CURVA DI MAX POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER Tr=200

Le massime altezze di precipitazione per Tr=200 risultano:

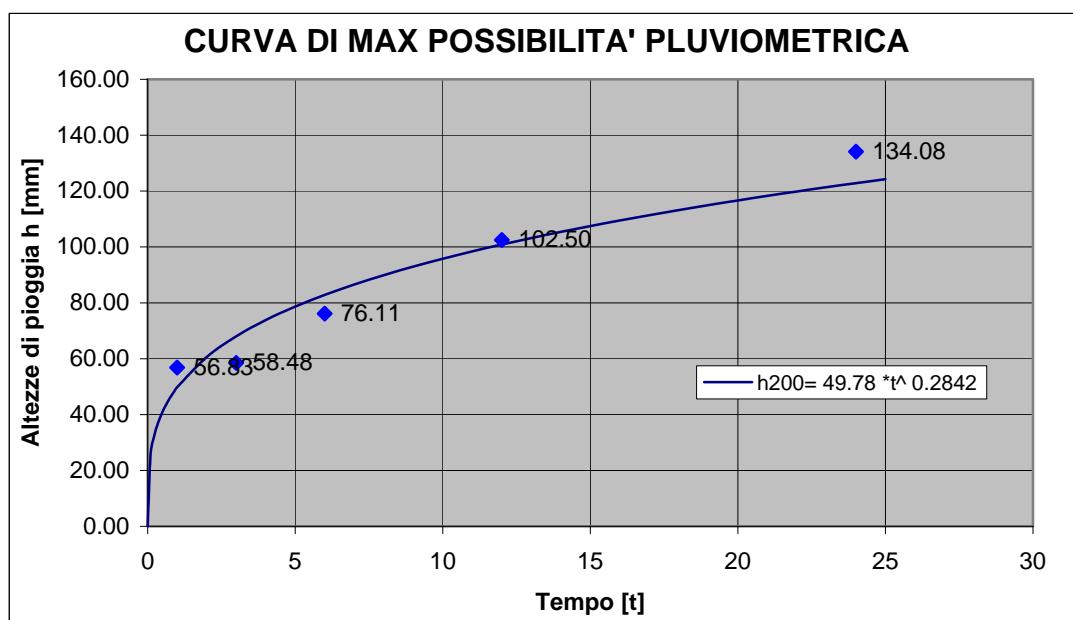
1ORA	56.83
3ORE	58.48
6ORE	76.11
12ORE	102.50
24ORE	134.08

Con il metodo dei minimi quadrati si ricava:
 $n = 0.2842$
 $a = 49.78$

e l'espressione della curva cercata risulta essere:

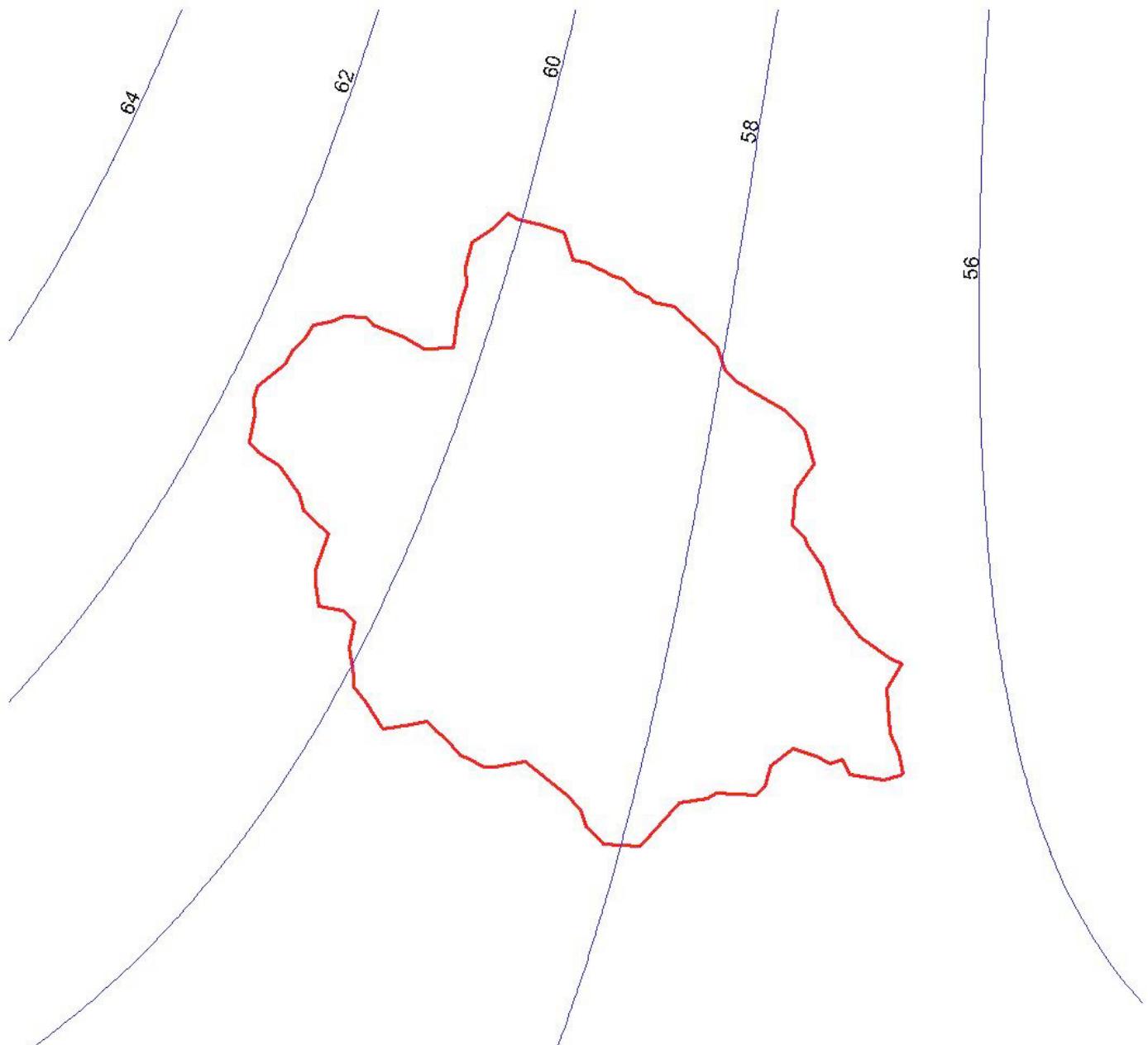
$$h_{200} = 49.78 * t^{0.2842}$$

diagrammando si ottiene:



Bacino del Rio Trionzo

Rappresentazione grafica del solido di pioggia
per un tempo di ritorno $T_r = 20$ anni
Tempo di corriavazione $T_c = 3.6$ ore



LEGENDA

- ▲ RioTrionzo - Curve isolate TR=20 (mm)
- Bacino Rio Trionzo



Dott. Ing. Paolo ARNAUD

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
Iscrizione n. 189
Via Pittatore, 31 - 14100 - Asti
Tel - Fax: 0141-59.49.42
e-mail: ing.arnaud@libero.it

Comune di Canelli
Provincia di Asti

Studio idraulico sul rischio di esondabilità
sul territorio del Comune di Canelli

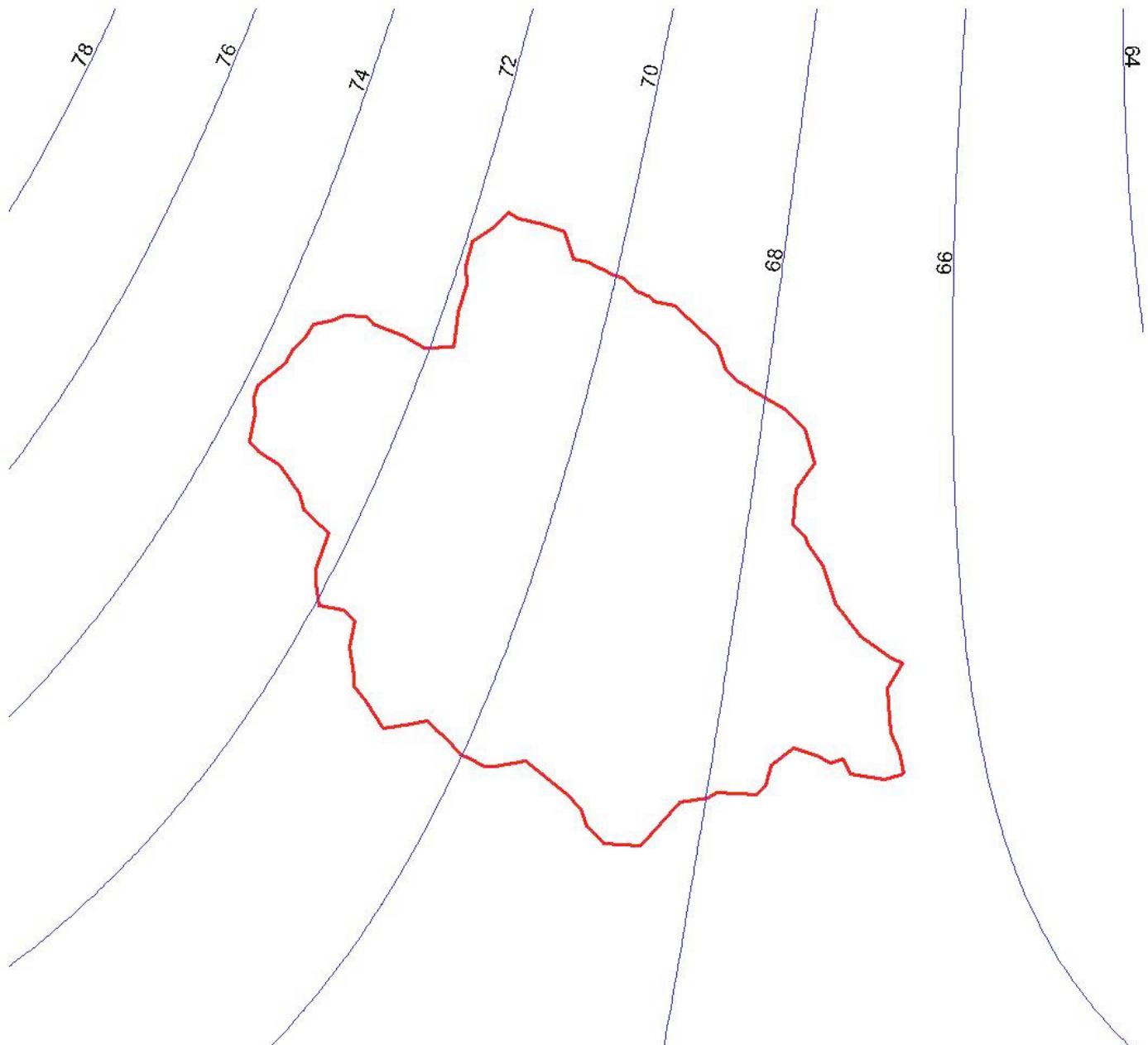
STUDIO IDROLOGICO

Bacino del Rio Trionzo

Allegato:
T. 02

Bacino del Rio Trionzo

Rappresentazione grafica del solido di pioggia
per un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni
Tempo di corriavazione $T_c = 3.6$ ore



LEGENDA

- ▲ RioTrionzo - Curve isoiete $T_r=50$ (mm)
- Bacino Rio Trionzo



Dott. Ing. Paolo ARNAUD

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
Iscrizione n. 189
Via Pittatore, 31 - 14100 - Asti
Tel - Fax: 0141-59.49.42
e-mail: ing.arnaud@libero.it

Comune di Canelli
Provincia di Asti

Studio idraulico sul rischio di esondabilità
sul territorio del Comune di Canelli

STUDIO IDROLOGICO

Bacino del Rio Trionzo

Allegato:
T. 03

Bacino del Rio Trionzo

Rappresentazione grafica del solido di pioggia
per un tempo di ritorno $Tr = 100$ anni
Tempo di corriavazione $T_c = 3.6$ ore



LEGENDA

- ▲ RioTrionzo - Curve isolate TR=100 (mm)
- Bacino Rio Trionzo



Dott. Ing. Paolo ARNAUD

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
Iscrizione n. 189
Via Pittatore, 31 - 14100 - Asti
Tel - Fax: 0141-59.49.42
e-mail: ing.arnaud@libero.it

Comune di Canelli
Provincia di Asti

Studio idraulico sul rischio di esondabilità
sul territorio del Comune di Canelli

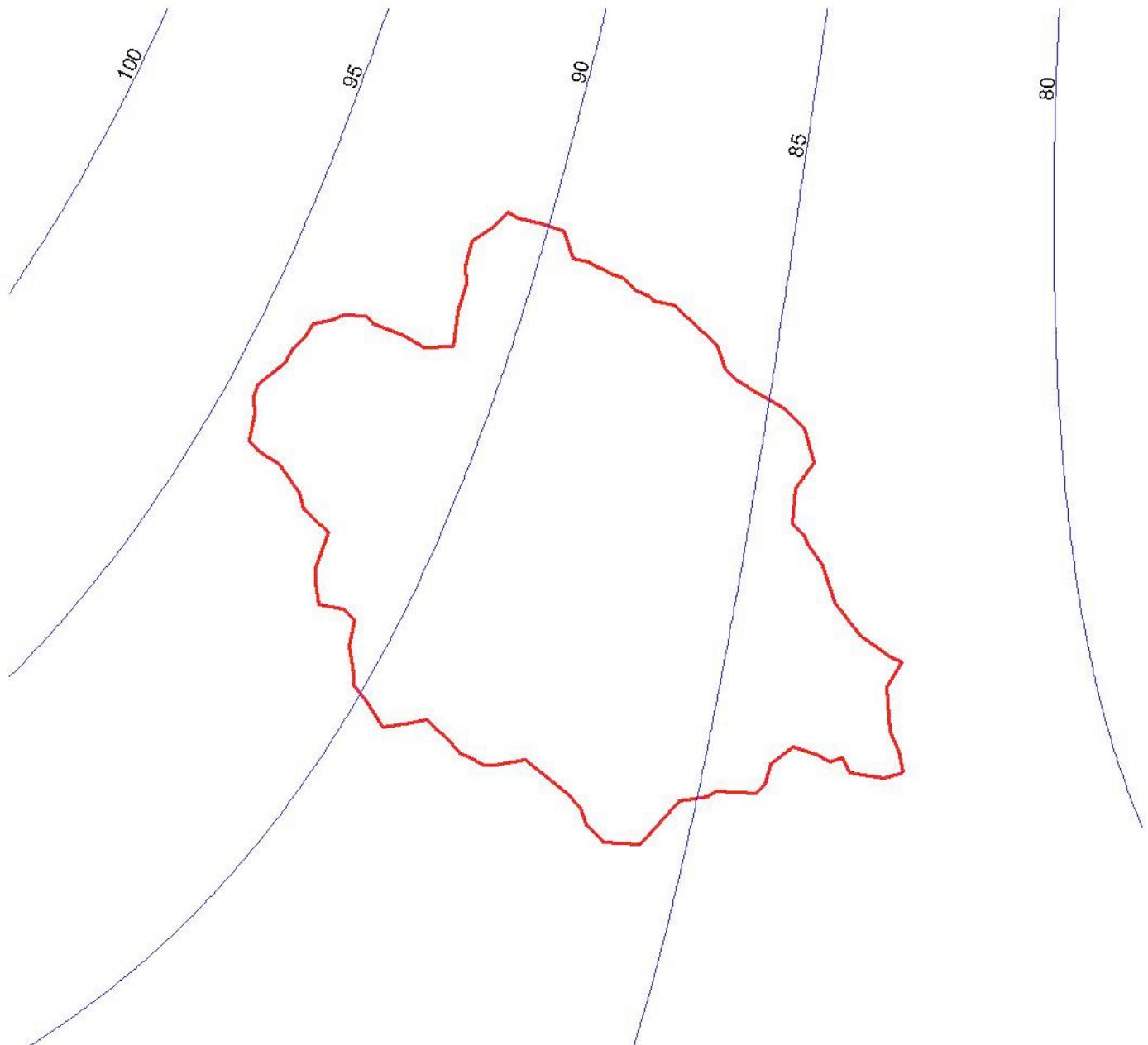
STUDIO IDROLOGICO

Bacino del Rio Trionzo

Allegato:
T. 04

Bacino del Rio Trionzo

Rappresentazione grafica del solido di pioggia
per un tempo di ritorno $Tr = 200$ anni
Tempo di corriavazione $T_c = 3.6$ ore



LEGENDA

- ▲ RioTrionzo - Curve isolette $TR=200$ (mm)
- Bacino Rio Trionzo



Dott. Ing. Paolo ARNAUD

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
Iscrizione n. 189
Via Pittatore, 31 - 14100 - Asti
Tel - Fax: 0141-59.49.42
e-mail: ing.arnaud@libero.it

Comune di Canelli
Provincia di Asti

Studio idraulico sul rischio di esondabilità
sul territorio del Comune di Canelli

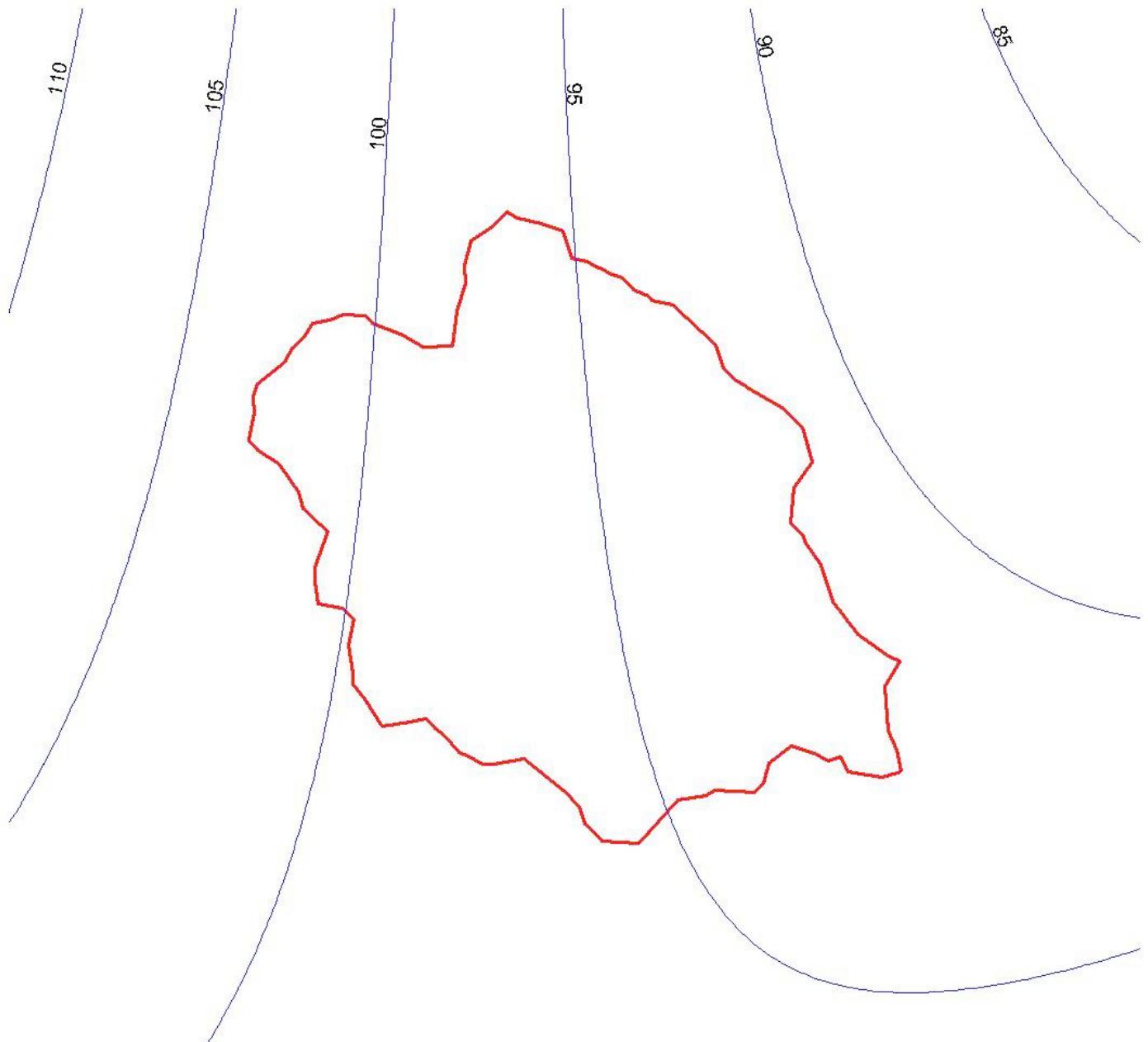
STUDIO IDROLOGICO

Bacino del Rio Trionzo

Allegato:
T. 05

Bacino del Rio Trionzo

Rappresentazione grafica del solido di pioggia
per un tempo di ritorno $Tr = 500$ anni
Tempo di corriavazione $Tc = 3.6$ ore



LEGENDA

- △ RioTrionzo - Curve isoiette $TR=500$ (mm)
- Bacino Rio Trionzo



Dott. Ing. Paolo ARNAUD

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
Iscrizione n. 189
Via Pittatore, 31 - 14100 - Asti
Tel - Fax: 0141-59.49.42
e-mail: ing.arnaud@libero.it

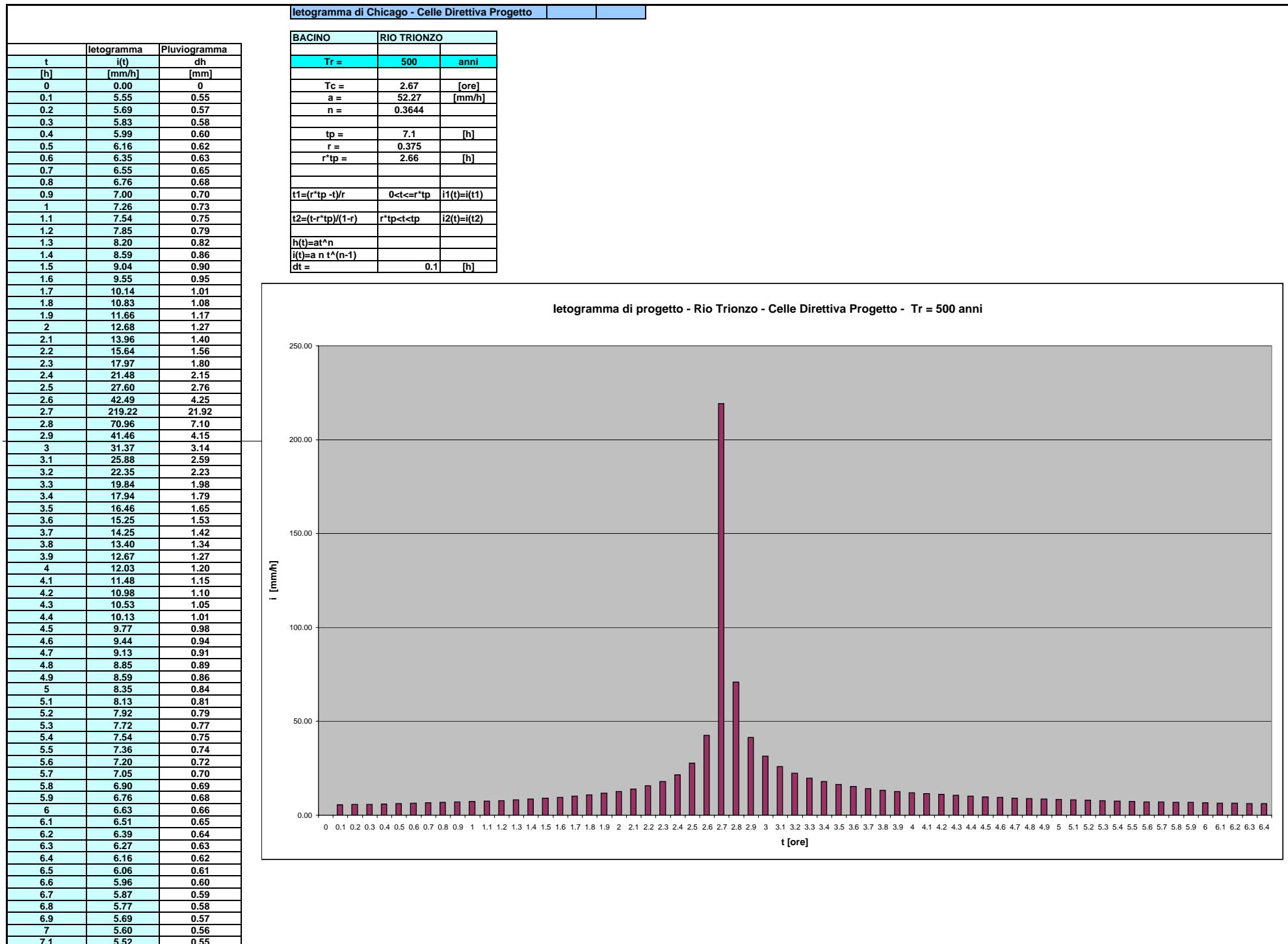
Comune di Canelli
Provincia di Asti

Studio idraulico sul rischio di esondabilità
sul territorio del Comune di Canelli

STUDIO IDROLOGICO

Bacino del Rio Trionzo

Allegato:
T. 06

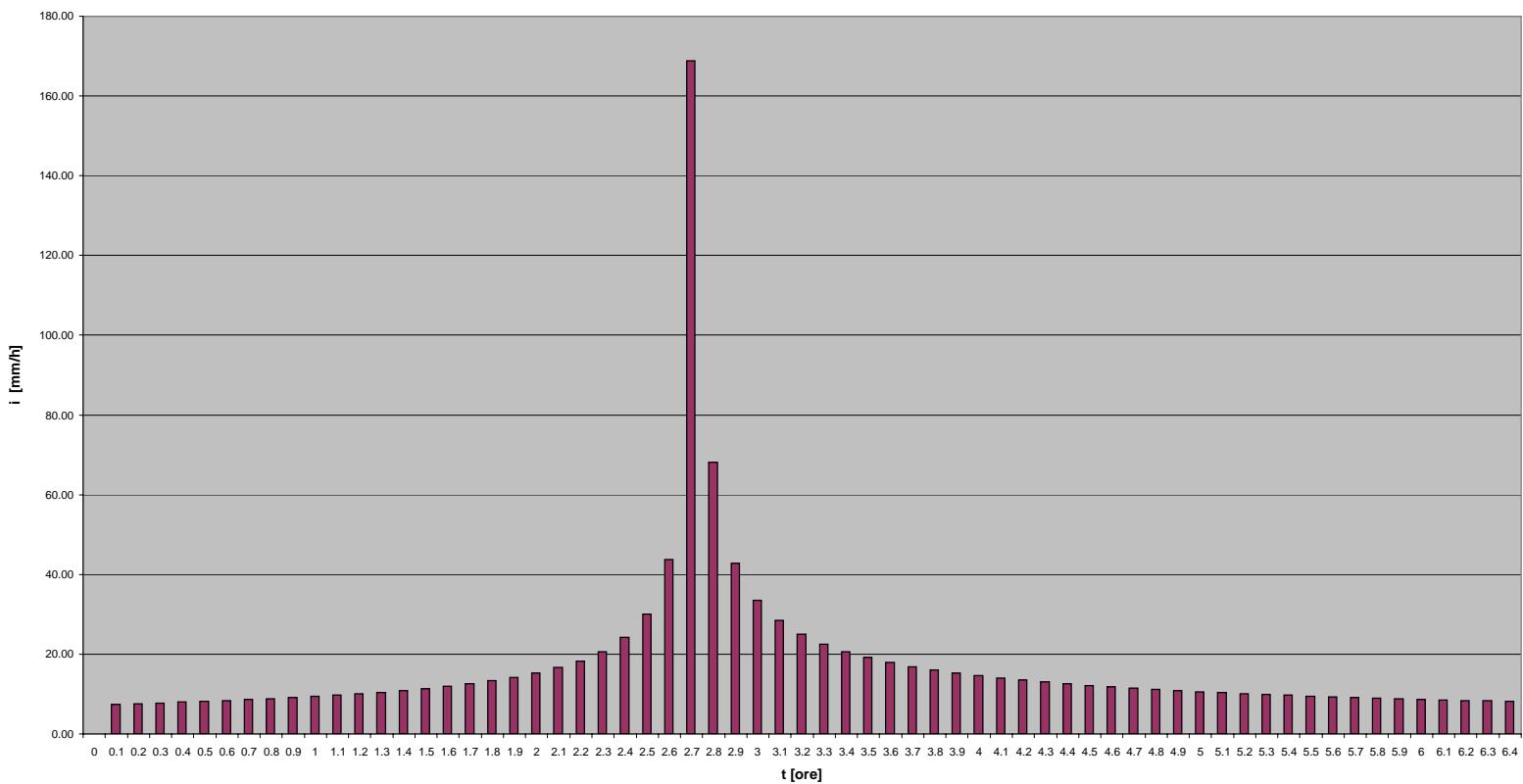


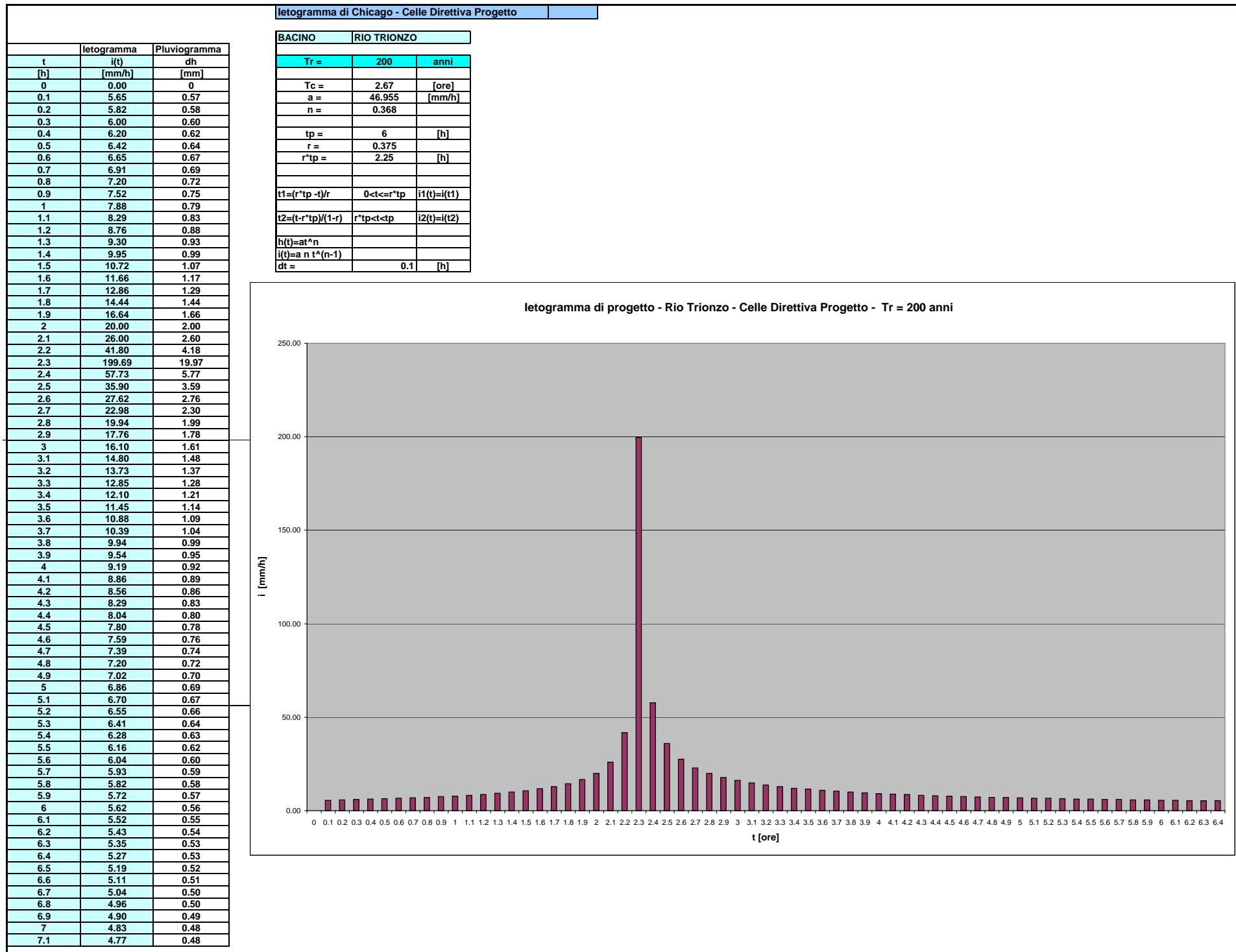
Ietogramma di Chicago - Regol. Galton - Solido pioggia Stazioni Castagnole L. - Nizza M. - Acqui T.

	Ietogramma	Pluviogramma
t	i(t)	dh
[b]	[mm/h]	[mm]
0	0.00	0
0.1	7.43	0.74
0.2	7.59	0.76
0.3	7.77	0.78
0.4	7.95	0.80
0.5	8.15	0.81
0.6	8.36	0.84
0.7	8.59	0.86
0.8	8.83	0.88
0.9	9.10	0.91
1	9.39	0.94
1.1	9.71	0.97
1.2	10.06	1.01
1.3	10.45	1.04
1.4	10.88	1.09
1.5	11.37	1.14
1.6	11.92	1.19
1.7	12.56	1.26
1.8	13.31	1.33
1.9	14.19	1.42
2	15.26	1.53
2.1	16.60	1.66
2.2	18.33	1.83
2.3	20.68	2.07
2.4	24.16	2.42
2.5	30.04	3.00
2.6	43.69	4.37
2.7	168.84	16.88
2.8	68.19	6.82
2.9	42.82	4.28
3	33.59	3.36
3.1	28.42	2.84
3.2	25.00	2.50
3.3	22.54	2.25
3.4	20.66	2.07
3.5	19.16	1.92
3.6	17.93	1.79
3.7	16.90	1.69
3.8	16.02	1.60
3.9	15.26	1.53
4	14.59	1.46
4.1	14.00	1.40
4.2	13.47	1.35
4.3	12.99	1.30
4.4	12.56	1.26
4.5	12.16	1.22
4.6	11.80	1.18
4.7	11.47	1.15
4.8	11.16	1.12
4.9	10.88	1.09
5	10.61	1.06
5.1	10.36	1.04
5.2	10.13	1.01
5.3	9.91	0.99
5.4	9.71	0.97
5.5	9.51	0.95
5.6	9.33	0.93
5.7	9.15	0.92
5.8	8.99	0.90
5.9	8.83	0.88
6	8.68	0.87
6.1	8.54	0.85
6.2	8.40	0.84
6.3	8.27	0.83
6.4	8.15	0.81
6.5	8.03	0.80
6.6	7.91	0.79
6.7	7.80	0.78
6.8	7.70	0.77
6.9	7.59	0.76
7	7.49	0.75
7.1	7.40	0.74

BACINO	RIO TRIONZO	
Tr =	500	anni
Tc =	2.67	[ore]
a =	48.73	[mm/h]
n =	0.4465	
tp =	7.1	[h]
r =	0.375	
r*tp =	2.66	[h]
t1=(r*tp - t)/r	0 < t <= r*tp	i1(t) = i(t1)
t2=(t - r*tp)/(1-r)	r*tp < t < tp	i2(t) = i(t2)
h(t)=at^n		
i(t)=a n t^(n-1)		
dt =	0.1	[h]

Ietogramma di progetto - Rio Trionzo - Pluviom. Regol. Galton_solido pioggia - Tr = 500 anni



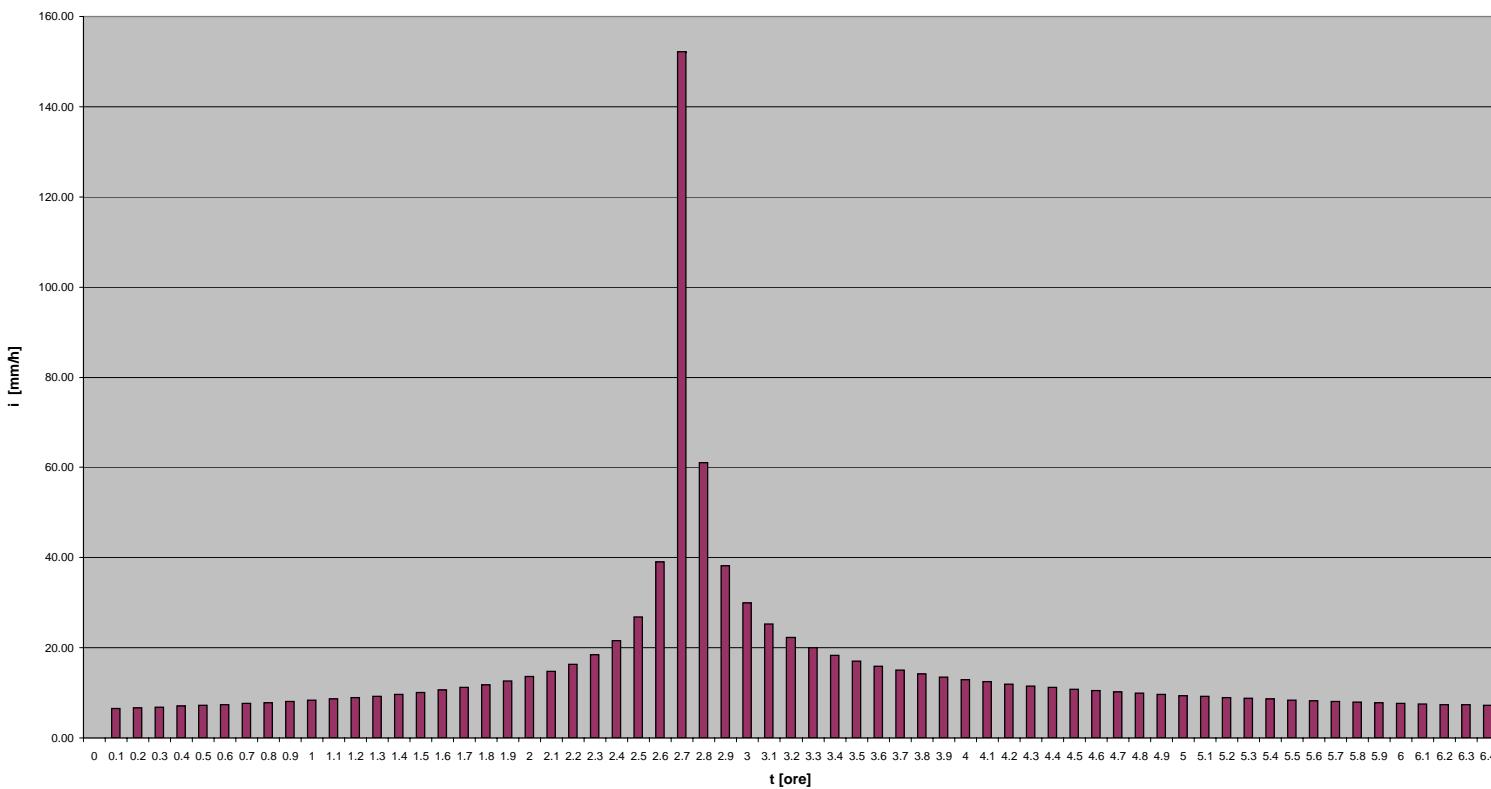


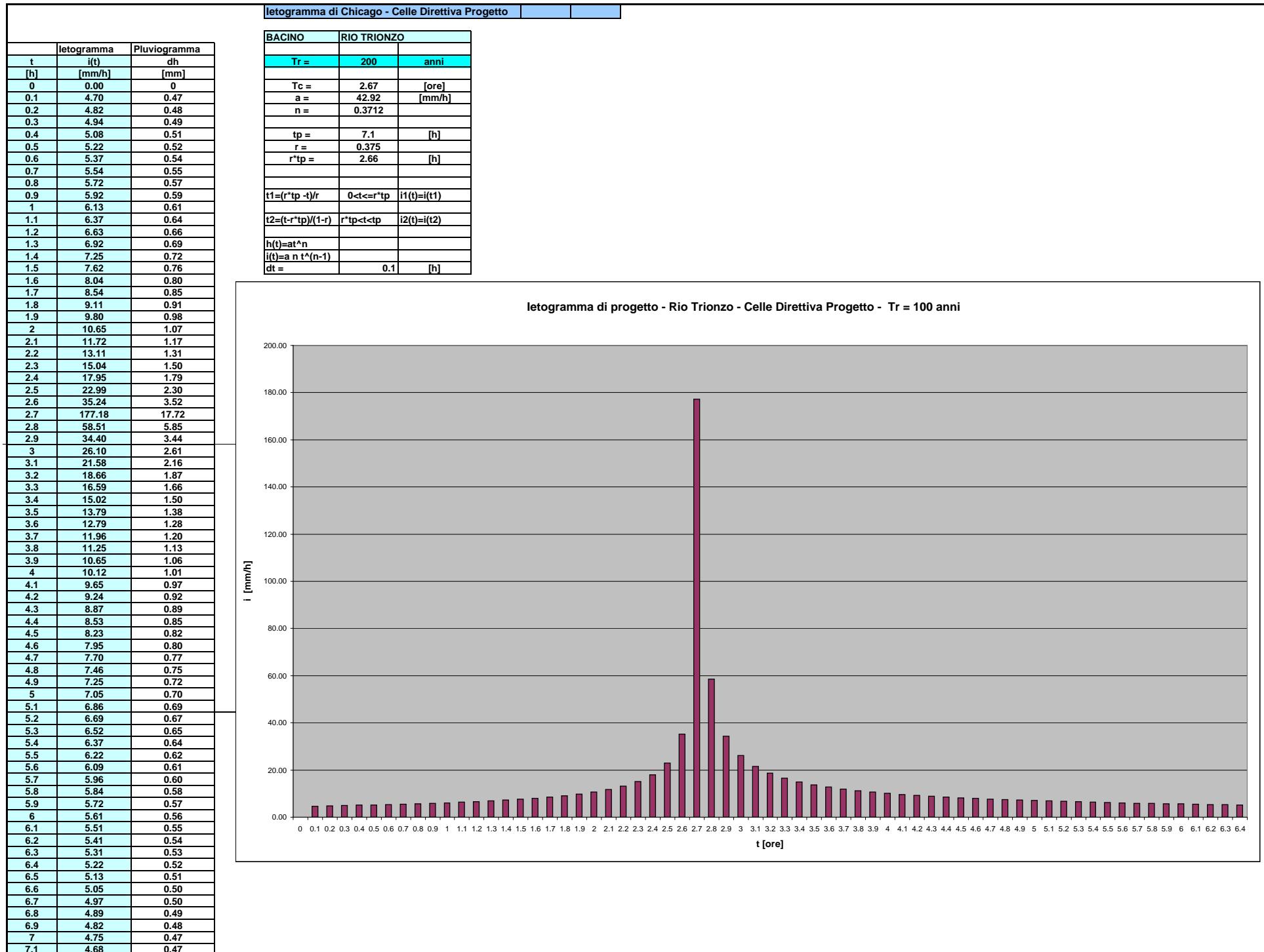
Ietogramma di Chicago - Regol. Galton - Solido pioggia Stazioni Castagnole L. - Nizza M. - Acqui T.

t	Ietogramma [mm/h]	Pluviogramma [mm]
0	0.00	0
0.1	6.58	0.66
0.2	6.72	0.67
0.3	6.88	0.69
0.4	7.04	0.70
0.5	7.22	0.72
0.6	7.40	0.74
0.7	7.61	0.76
0.8	7.83	0.78
0.9	8.06	0.81
1	8.32	0.83
1.1	8.61	0.86
1.2	8.92	0.89
1.3	9.26	0.93
1.4	9.65	0.96
1.5	10.09	1.01
1.6	10.58	1.06
1.7	11.15	1.12
1.8	11.82	1.18
1.9	12.60	1.26
2	13.56	1.36
2.1	14.76	1.48
2.2	16.30	1.63
2.3	18.41	1.84
2.4	21.52	2.15
2.5	26.78	2.68
2.6	39.03	3.90
2.7	152.22	15.22
2.8	61.06	6.11
2.9	38.24	3.82
3	29.97	3.00
3.1	25.33	2.53
3.2	22.27	2.23
3.3	20.07	2.01
3.4	18.38	1.84
3.5	17.04	1.70
3.6	15.94	1.59
3.7	15.02	1.50
3.8	14.24	1.42
3.9	13.56	1.36
4	12.96	1.30
4.1	12.43	1.24
4.2	11.96	1.20
4.3	11.53	1.15
4.4	11.15	1.11
4.5	10.80	1.08
4.6	10.47	1.05
4.7	10.18	1.02
4.8	9.90	0.99
4.9	9.65	0.96
5	9.41	0.94
5.1	9.19	0.92
5.2	8.98	0.90
5.3	8.79	0.88
5.4	8.60	0.86
5.5	8.43	0.84
5.6	8.27	0.83
5.7	8.11	0.81
5.8	7.97	0.80
5.9	7.83	0.78
6	7.69	0.77
6.1	7.56	0.76
6.2	7.44	0.74
6.3	7.33	0.73
6.4	7.22	0.72
6.5	7.11	0.71
6.6	7.01	0.70
6.7	6.91	0.69
6.8	6.81	0.68
6.9	6.72	0.67
7	6.64	0.66
7.1	6.55	0.66

BACINO	RIO TRIONZO
Tr =	200 anni
Tc =	2.67 [ore]
a =	43.65 [mm/h]
n =	0.4437
tp =	7.1 [h]
r =	0.375
r*tp =	2.66 [h]
t1=(r*tp - t)/r	0< t <= r*tp i1(t)=i(t1)
t2=(t-r*tp)/(1-r)	r*tp < t < tp i2(t)=i(t2)
h(t)=at^n	
i(t)=a n t^(n-1)	
dt =	0.1 [h]

Ietogramma di progetto - Rio Trionzo - Pluviom. Regol. Galton - Solido pioggia - Tr = 200 anni



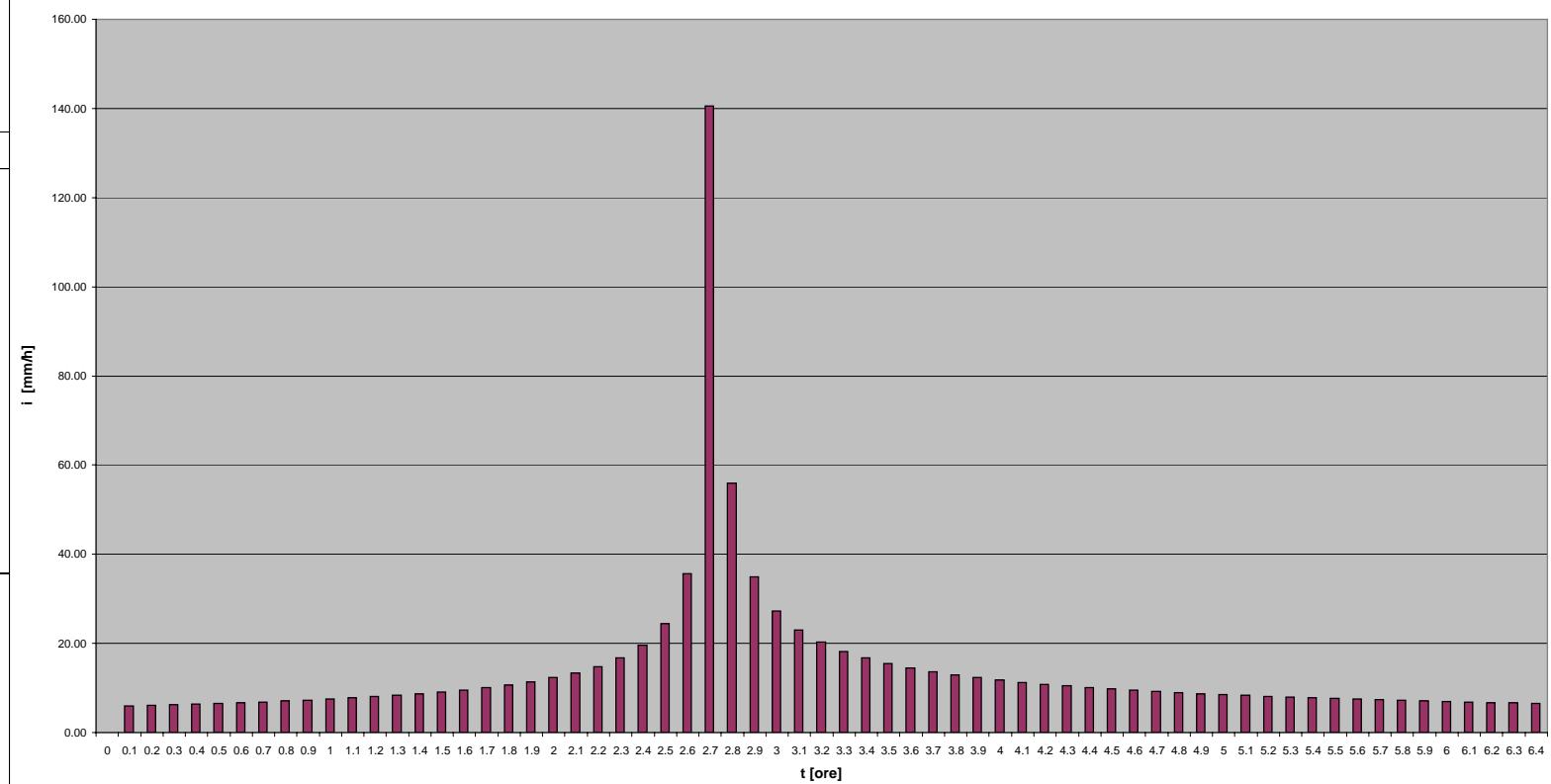


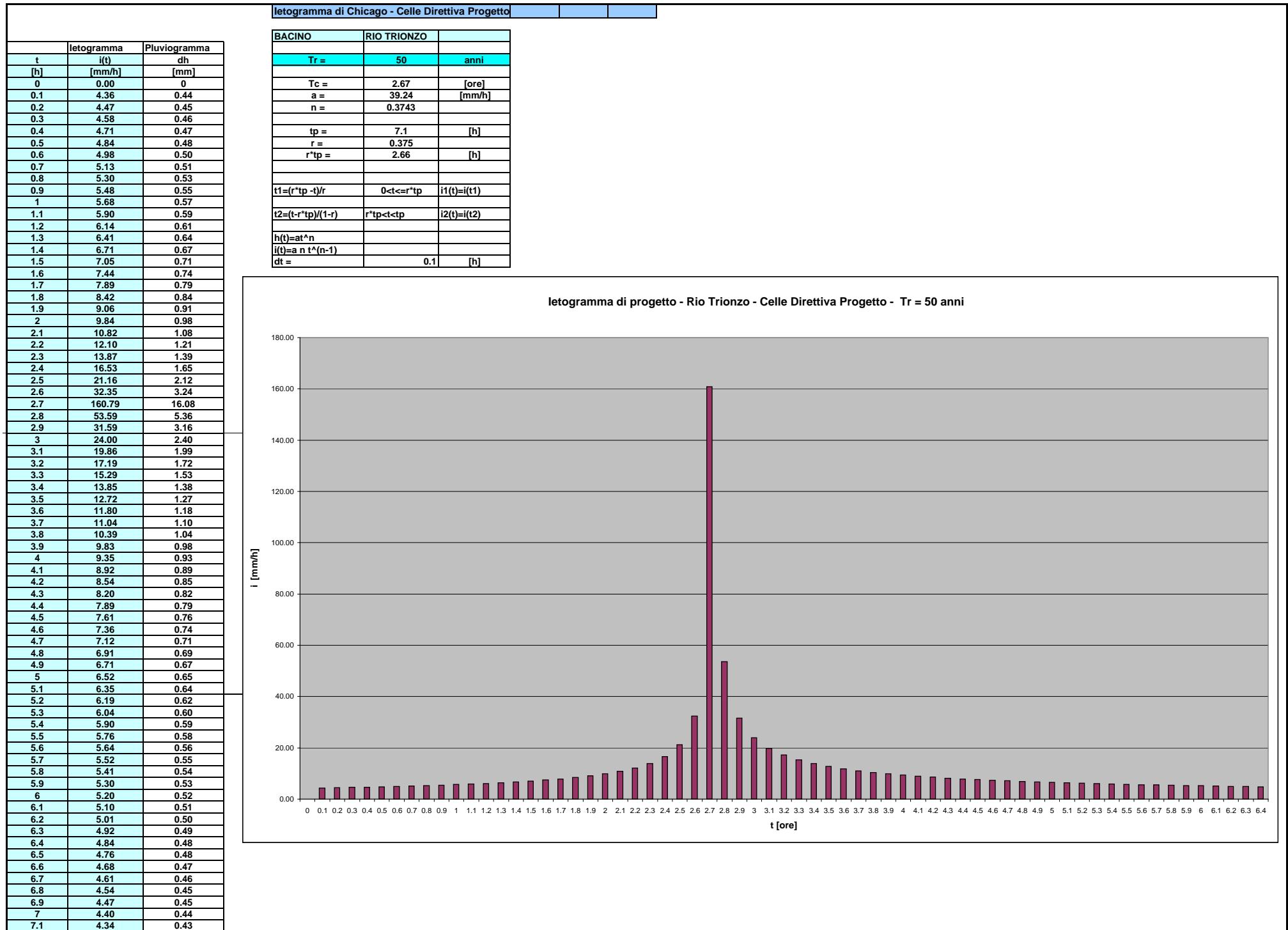
Ietogramma di Chicago - Regol. Galton - Solido pioggia Stazioni Castagnole L. - Nizza M. - Acqui T.

	Ietogramma	Pluviogramma
t [h]	i(t) [mm/h]	dh [mm]
0	0.00	0
0.1	5.94	0.59
0.2	6.07	0.61
0.3	6.21	0.62
0.4	6.36	0.64
0.5	6.51	0.65
0.6	6.69	0.67
0.7	6.87	0.69
0.8	7.07	0.71
0.9	7.28	0.73
1	7.52	0.75
1.1	7.78	0.78
1.2	8.06	0.81
1.3	8.38	0.84
1.4	8.73	0.87
1.5	9.12	0.91
1.6	9.58	0.96
1.7	10.09	1.01
1.8	10.70	1.07
1.9	11.42	1.14
2	12.29	1.23
2.1	13.38	1.34
2.2	14.80	1.48
2.3	16.72	1.67
2.4	19.56	1.96
2.5	24.39	2.44
2.6	35.63	3.56
2.7	140.61	14.06
2.8	55.90	5.59
2.9	34.90	3.49
3	27.30	2.73
3.1	23.06	2.31
3.2	20.26	2.03
3.3	18.24	1.82
3.4	16.70	1.67
3.5	15.47	1.55
3.6	14.47	1.45
3.7	13.63	1.36
3.8	12.91	1.29
3.9	12.29	1.23
4	11.74	1.17
4.1	11.26	1.13
4.2	10.83	1.08
4.3	10.44	1.04
4.4	10.09	1.01
4.5	9.77	0.98
4.6	9.48	0.95
4.7	9.21	0.92
4.8	8.96	0.90
4.9	8.73	0.87
5	8.51	0.85
5.1	8.31	0.83
5.2	8.12	0.81
5.3	7.94	0.79
5.4	7.78	0.78
5.5	7.62	0.76
5.6	7.47	0.75
5.7	7.33	0.73
5.8	7.20	0.72
5.9	7.07	0.71
6	6.95	0.69
6.1	6.83	0.68
6.2	6.72	0.67
6.3	6.62	0.66
6.4	6.51	0.65
6.5	6.42	0.64
6.6	6.32	0.63
6.7	6.24	0.62
6.8	6.15	0.61
6.9	6.07	0.61
7	5.99	0.60
7.1	5.91	0.59

BACINO	RIO TRIONZO
Tr =	100 anni
Tc =	2.67 [ore]
a =	39.99 [mm/h]
n =	0.4401
tp =	7.1 [h]
r =	0.375
r*tp =	2.66 [h]
t1=(r*tp - t)/r	0 < t <= r*tp i1(t)=i(t1)
t2=(t-r*tp)/(1-r)	r*tp < t < tp i2(t)=i(t2)
h(t)=at^n	
i(t)=a n t^(n-1)	
dt =	0.1 [h]

Ietogramma di progetto - Rio Trionzo - Pluviom. Regol. Galton - Solido pioggia - Tr = 100 anni



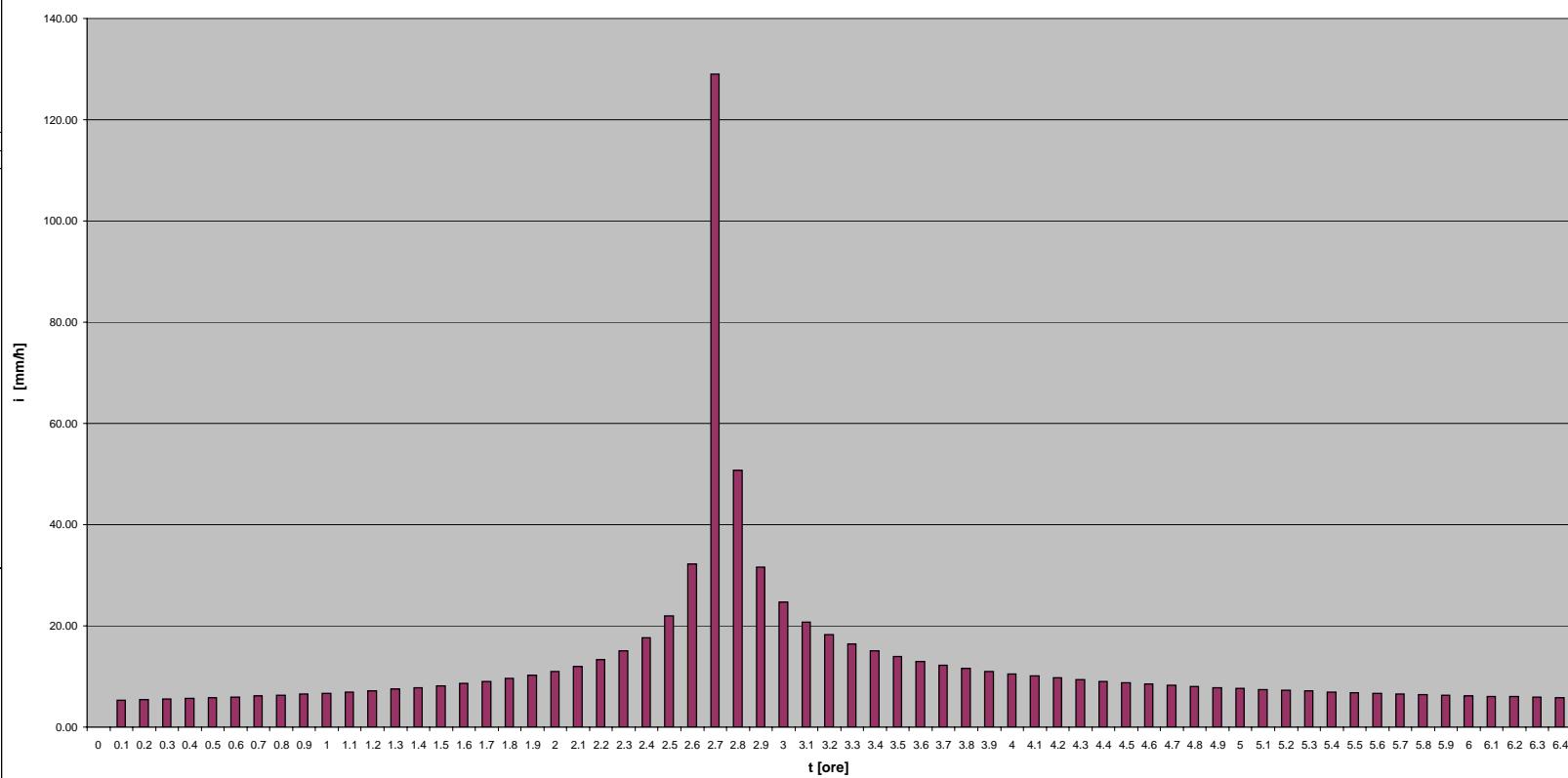


Ietogramma di Chicago - Regol. Galton - Solido pioggia Stazioni Castagnole L. - Nizza M. - Acqui T.

	Ietogramma	Pluviogramma
t	i(t)	dh
[h]	[mm/h]	[mm]
0	0.00	0
0.1	5.30	0.53
0.2	5.42	0.54
0.3	5.55	0.55
0.4	5.68	0.57
0.5	5.82	0.58
0.6	5.98	0.60
0.7	6.14	0.61
0.8	6.32	0.63
0.9	6.52	0.65
1	6.73	0.67
1.1	6.96	0.70
1.2	7.22	0.72
1.3	7.50	0.75
1.4	7.82	0.78
1.5	8.18	0.82
1.6	8.58	0.86
1.7	9.05	0.91
1.8	9.60	0.96
1.9	10.25	1.02
2	11.04	1.10
2.1	12.03	1.20
2.2	13.30	1.33
2.3	15.05	1.50
2.4	17.63	1.76
2.5	22.01	2.20
2.6	32.24	3.22
2.7	129.00	12.90
2.8	50.76	5.08
2.9	31.58	3.16
3	24.66	2.47
3.1	20.80	2.08
3.2	18.26	1.83
3.3	16.42	1.64
3.4	15.03	1.50
3.5	13.92	1.39
3.6	13.01	1.30
3.7	12.25	1.22
3.8	11.60	1.16
3.9	11.03	1.10
4	10.54	1.05
4.1	10.11	1.01
4.2	9.72	0.97
4.3	9.37	0.94
4.4	9.05	0.90
4.5	8.76	0.88
4.6	8.50	0.85
4.7	8.25	0.83
4.8	8.03	0.80
4.9	7.82	0.78
5	7.62	0.76
5.1	7.44	0.74
5.2	7.27	0.73
5.3	7.11	0.71
5.4	6.96	0.70
5.5	6.82	0.68
5.6	6.68	0.67
5.7	6.56	0.66
5.8	6.44	0.64
5.9	6.32	0.63
6	6.21	0.62
6.1	6.11	0.61
6.2	6.01	0.60
6.3	5.91	0.59
6.4	5.82	0.58
6.5	5.74	0.57
6.6	5.65	0.57
6.7	5.57	0.56
6.8	5.49	0.55
6.9	5.42	0.54
7	5.35	0.53
7.1	5.28	0.53

BACINO	RIO TRIONZO	
Tr =	50	anni
Tc =	2.67	[ore]
a =	36.34	[mm/h]
n =	0.4360	
tp =	7.1	[h]
r =	0.375	
r*tp =	2.66	[h]
t1=(r*tp - t)/r	0 < t <= r*tp	i1(t)=i(t1)
t2=(t-r*tp)/(1-r)	r*tp < t < tp	i2(t)=i(t2)
h(t)=at^n		
i(t)=a n t^(n-1)		
dt =	0.1	[h]

Ietogramma di progetto - Rio Trionzo - Pluviom. Regol. Galton - Solido pioggia - Tr = 50 anni

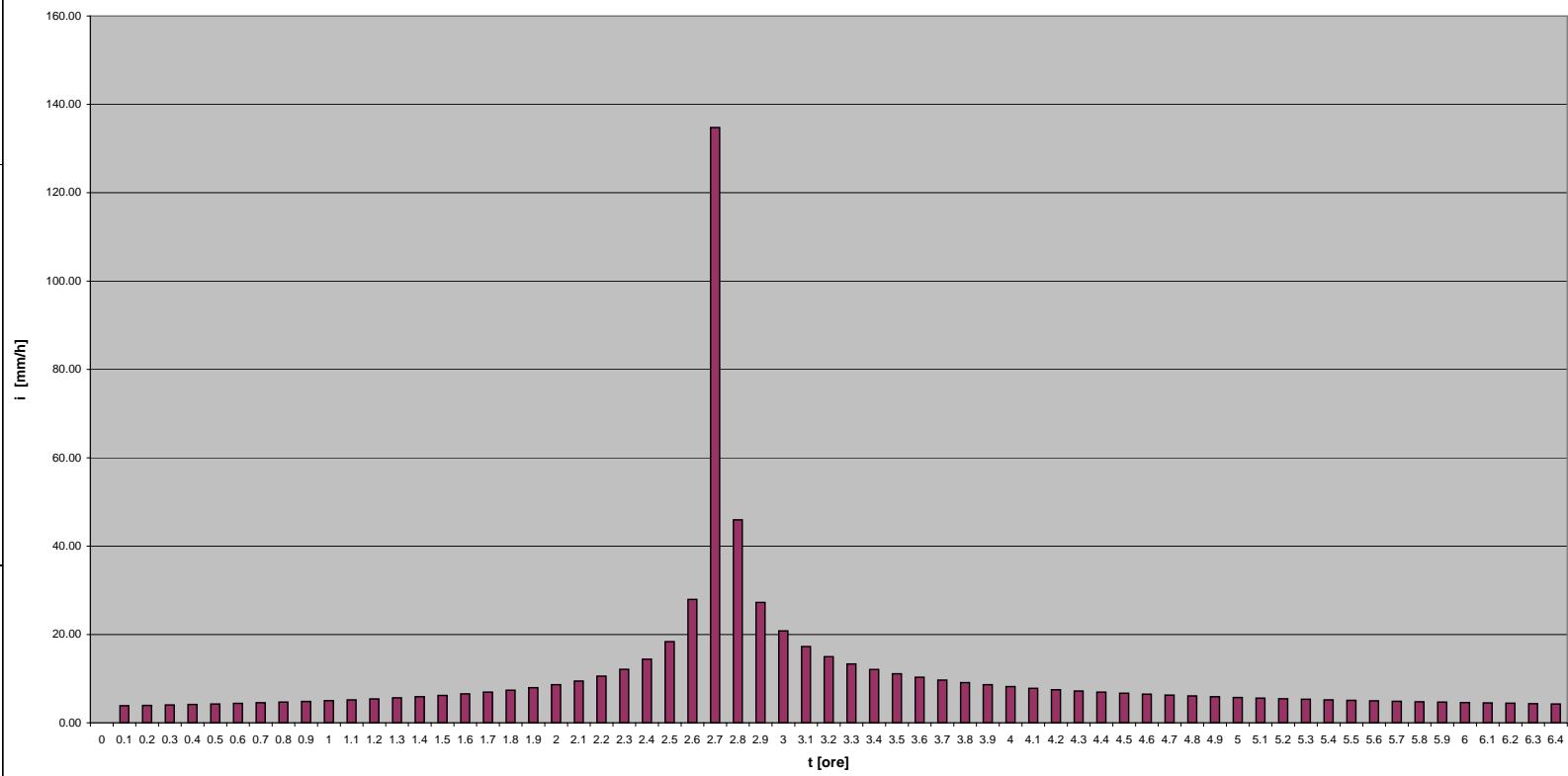


Ietogramma di Chicago - Celle Direttiva Progetto

	Ietogramma	Pluviogramma
t	i(t)	dh
[h]	[mm/h]	[mm]
0	0.00	0
0.1	3.86	0.39
0.2	3.95	0.40
0.3	4.05	0.41
0.4	4.16	0.42
0.5	4.28	0.43
0.6	4.40	0.44
0.7	4.53	0.45
0.8	4.68	0.47
0.9	4.84	0.48
1	5.01	0.50
1.1	5.20	0.52
1.2	5.41	0.54
1.3	5.64	0.56
1.4	5.91	0.59
1.5	6.20	0.62
1.6	6.54	0.65
1.7	6.93	0.69
1.8	7.39	0.74
1.9	7.95	0.79
2	8.62	0.86
2.1	9.47	0.95
2.2	10.57	1.06
2.3	12.10	1.21
2.4	14.39	1.44
2.5	18.36	1.84
2.6	27.92	2.79
2.7	134.76	13.48
2.8	45.94	4.59
2.9	27.27	2.73
3	20.79	2.08
3.1	17.25	1.72
3.2	14.95	1.50
3.3	13.32	1.33
3.4	12.08	1.21
3.5	11.11	1.11
3.6	10.31	1.03
3.7	9.65	0.97
3.8	9.10	0.91
3.9	8.61	0.86
4	8.19	0.82
4.1	7.82	0.78
4.2	7.49	0.75
4.3	7.20	0.72
4.4	6.93	0.69
4.5	6.69	0.67
4.6	6.47	0.65
4.7	6.27	0.63
4.8	6.08	0.61
4.9	5.90	0.59
5	5.74	0.57
5.1	5.59	0.56
5.2	5.45	0.55
5.3	5.32	0.53
5.4	5.20	0.52
5.5	5.08	0.51
5.6	4.97	0.50
5.7	4.87	0.49
5.8	4.77	0.48
5.9	4.68	0.47
6	4.59	0.46
6.1	4.51	0.45
6.2	4.43	0.44
6.3	4.35	0.43
6.4	4.28	0.43
6.5	4.21	0.42
6.6	4.14	0.41
6.7	4.07	0.41
6.8	4.01	0.40
6.9	3.95	0.40
7	3.90	0.39
7.1	3.84	0.38

BACINO	RIO TRIONZO	
Tr =	20	anni
Tc =	2.67	[ore]
a =	33.4956	[mm/h]
n =	0.3822	
tp =	7.1	[h]
r =	0.375	
r*tp =	2.66	[h]
t1=(r*tp -t)/r	0< t <= r*tp	i1(t)=i(t1)
t2=(t-r*tp)/(1-r)	r*tp < t < tp	i2(t)=i(t2)
h(t)=at^n		
i(t)=a n t^(n-1)		
dt =	0.1	[h]

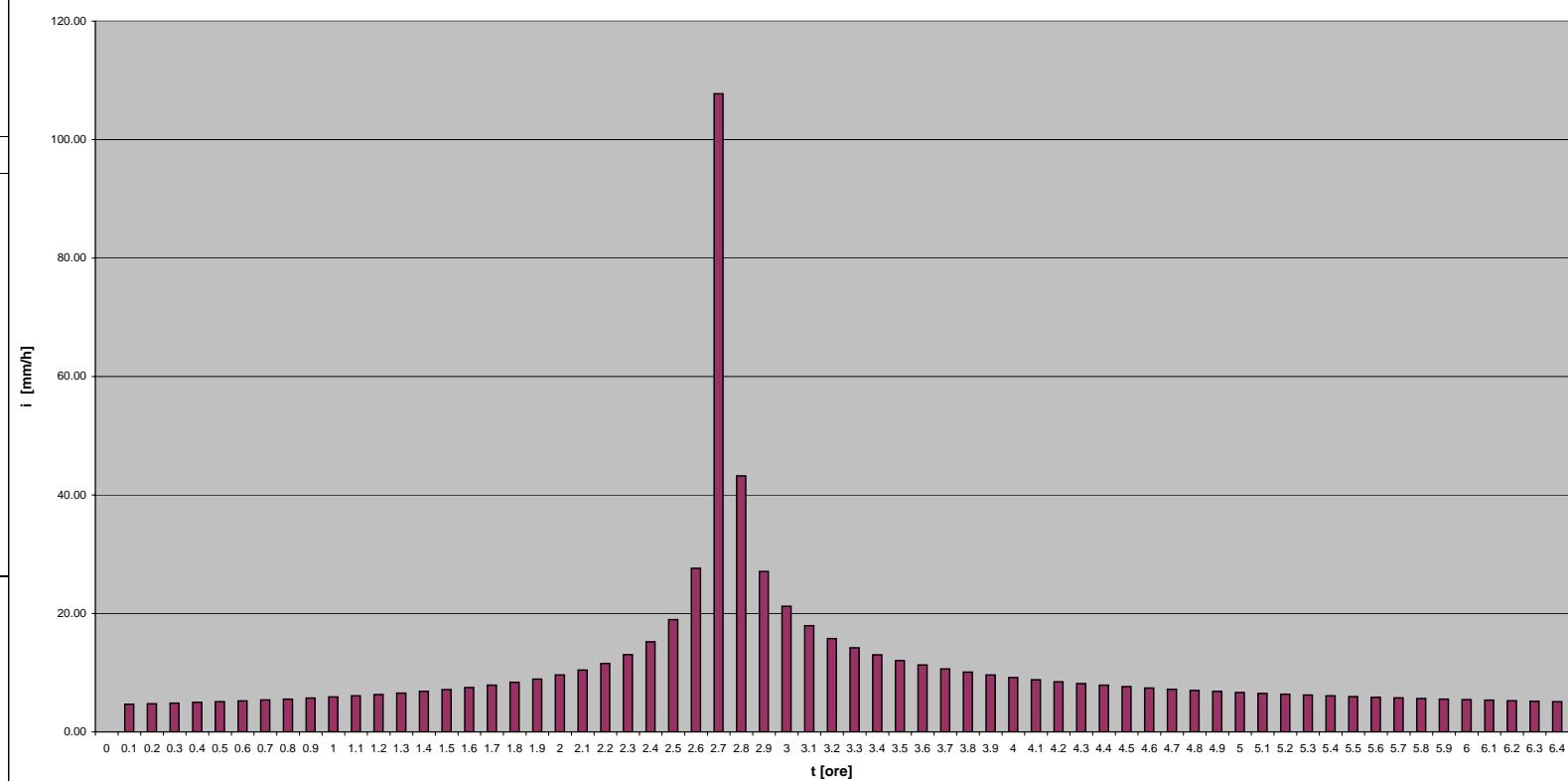
Ietogramma di progetto - Rio Trionzo - Celle Direttiva Progetto - Tr = 20 anni

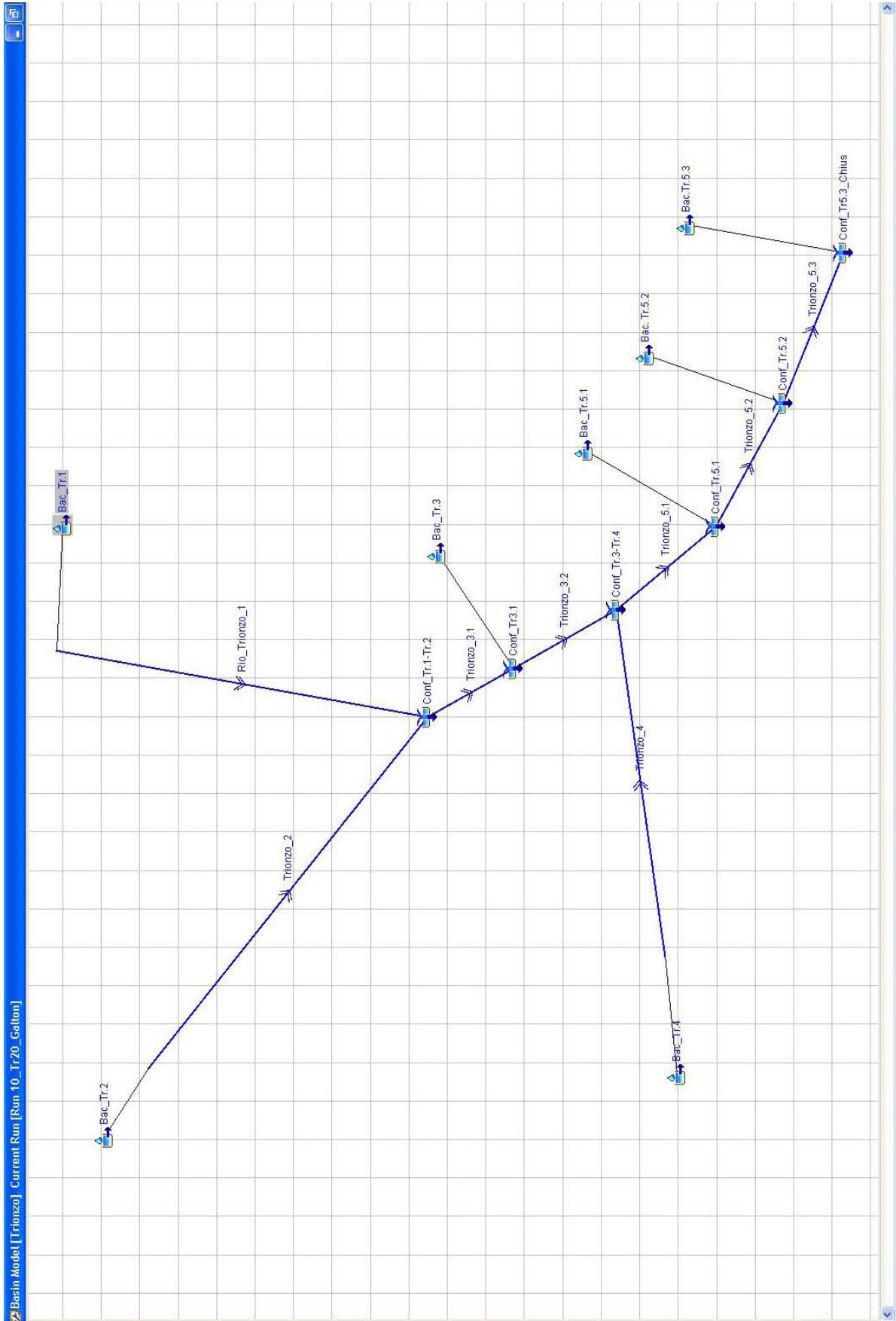


t	Ietogramma [h]	i(t) [mm/h]	Pluviogramma dh
0	0.00	0	
0.1	4.66	0.47	
0.2	4.76	0.48	
0.3	4.87	0.49	
0.4	4.99	0.50	
0.5	5.11	0.51	
0.6	5.24	0.52	
0.7	5.39	0.54	
0.8	5.54	0.55	
0.9	5.71	0.57	
1	5.89	0.59	
1.1	6.09	0.61	
1.2	6.31	0.63	
1.3	6.56	0.66	
1.4	6.83	0.68	
1.5	7.14	0.71	
1.6	7.49	0.75	
1.7	7.90	0.79	
1.8	8.37	0.84	
1.9	8.93	0.89	
2	9.60	0.96	
2.1	10.45	1.04	
2.2	11.54	1.15	
2.3	13.03	1.30	
2.4	15.23	1.52	
2.5	18.96	1.90	
2.6	27.63	2.76	
2.7	107.73	10.77	
2.8	43.22	4.32	
2.9	27.07	2.71	
3	21.22	2.12	
3.1	17.93	1.79	
3.2	15.77	1.58	
3.3	14.21	1.42	
3.4	13.02	1.30	
3.5	12.07	1.21	
3.6	11.29	1.13	
3.7	10.64	1.06	
3.8	10.08	1.01	
3.9	9.60	0.96	
4	9.18	0.92	
4.1	8.80	0.88	
4.2	8.47	0.85	
4.3	8.17	0.82	
4.4	7.89	0.79	
4.5	7.65	0.76	
4.6	7.42	0.74	
4.7	7.21	0.72	
4.8	7.01	0.70	
4.9	6.83	0.68	
5	6.66	0.67	
5.1	6.51	0.65	
5.2	6.36	0.64	
5.3	6.22	0.62	
5.4	6.09	0.61	
5.5	5.97	0.60	
5.6	5.85	0.59	
5.7	5.74	0.57	
5.8	5.64	0.56	
5.9	5.54	0.55	
6	5.45	0.54	
6.1	5.36	0.54	
6.2	5.27	0.53	
6.3	5.19	0.52	
6.4	5.11	0.51	
6.5	5.03	0.50	
6.6	4.96	0.50	
6.7	4.89	0.49	
6.8	4.83	0.48	
6.9	4.76	0.48	
7	4.70	0.47	
7.1	4.64	0.46	

BACINO	RIO TRIONZO	
Tr =	20	anni
Tc =	2.67	[ore]
a =	30.90	[mm/h]
n =	0.4438	
tp =	7.1	[h]
r =	0.375	
r*tp =	2.66	[h]
t1=(r*tp -t)/r	0< t <= r*tp	i1(t)=i(t1)
t2=(t-r*tp)/(1-r)	r*tp < t < tp	i2(t)=i(t2)
h(t)=at^n		
i(t)=a n t^(n-1)		
dt =	0.1 [h]	

Ietogramma di progetto - Rio Trionzo - Pluviom. Regol. Galton - Solido pioggia - Tr = 20 anni

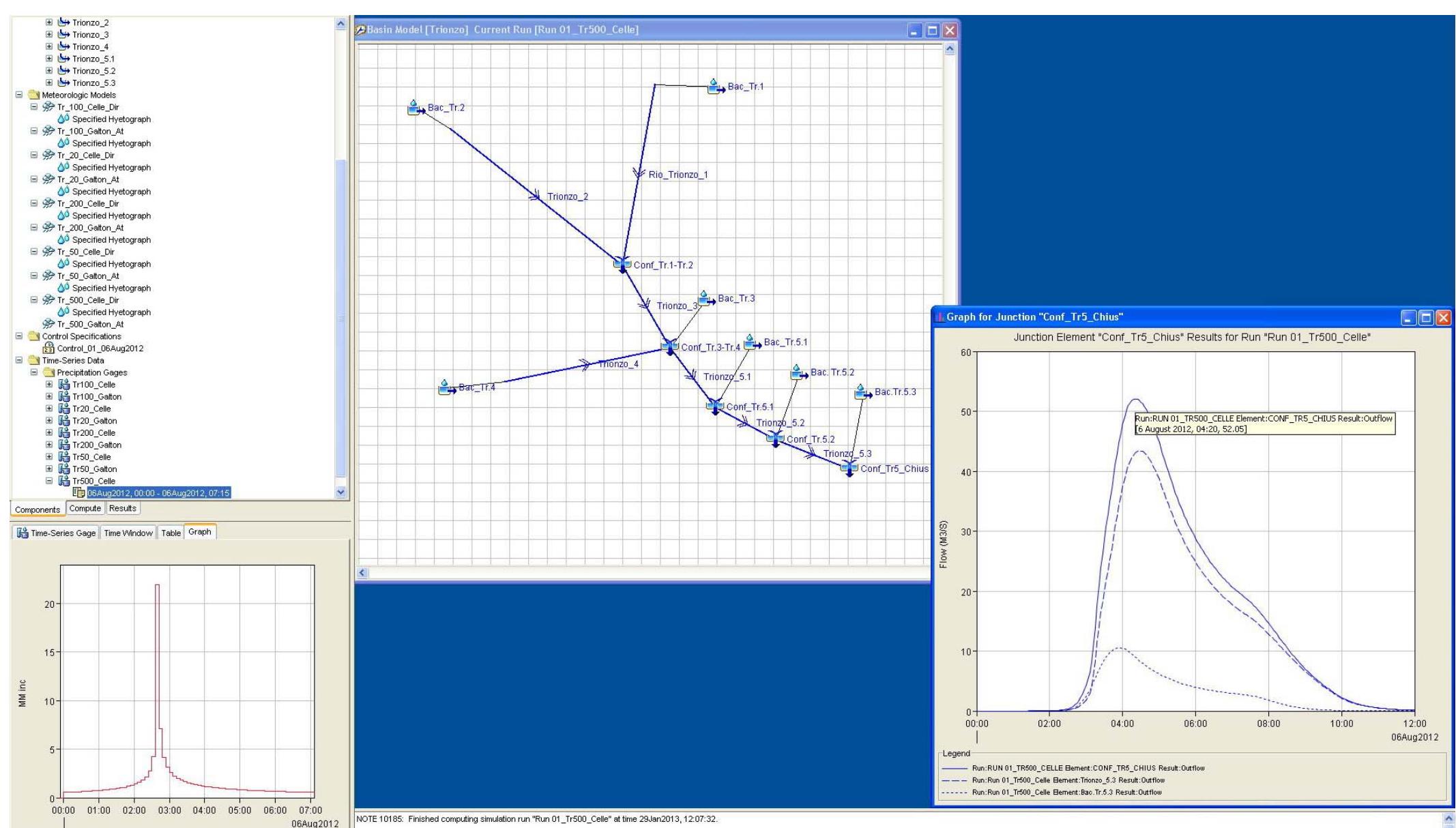
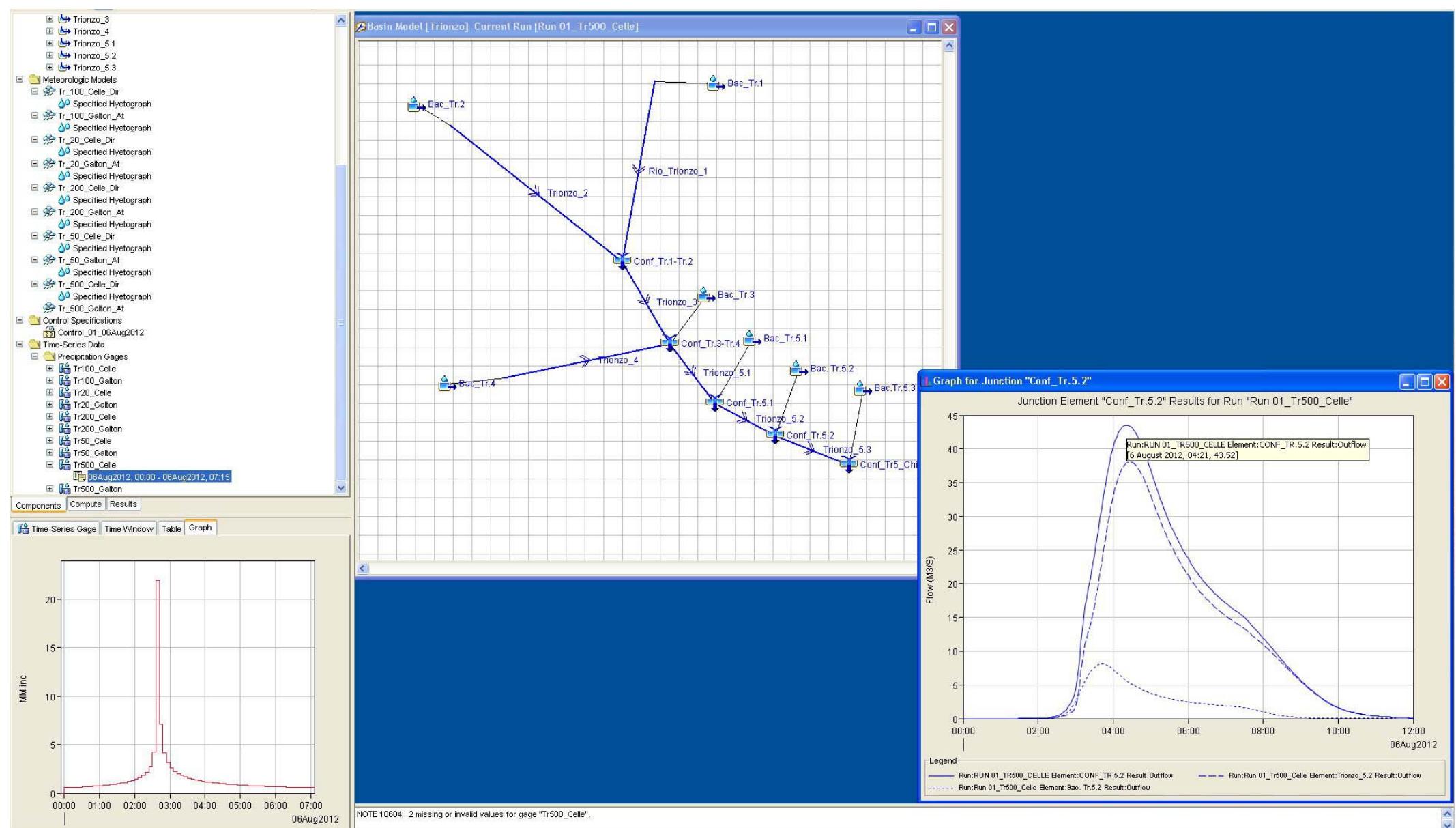




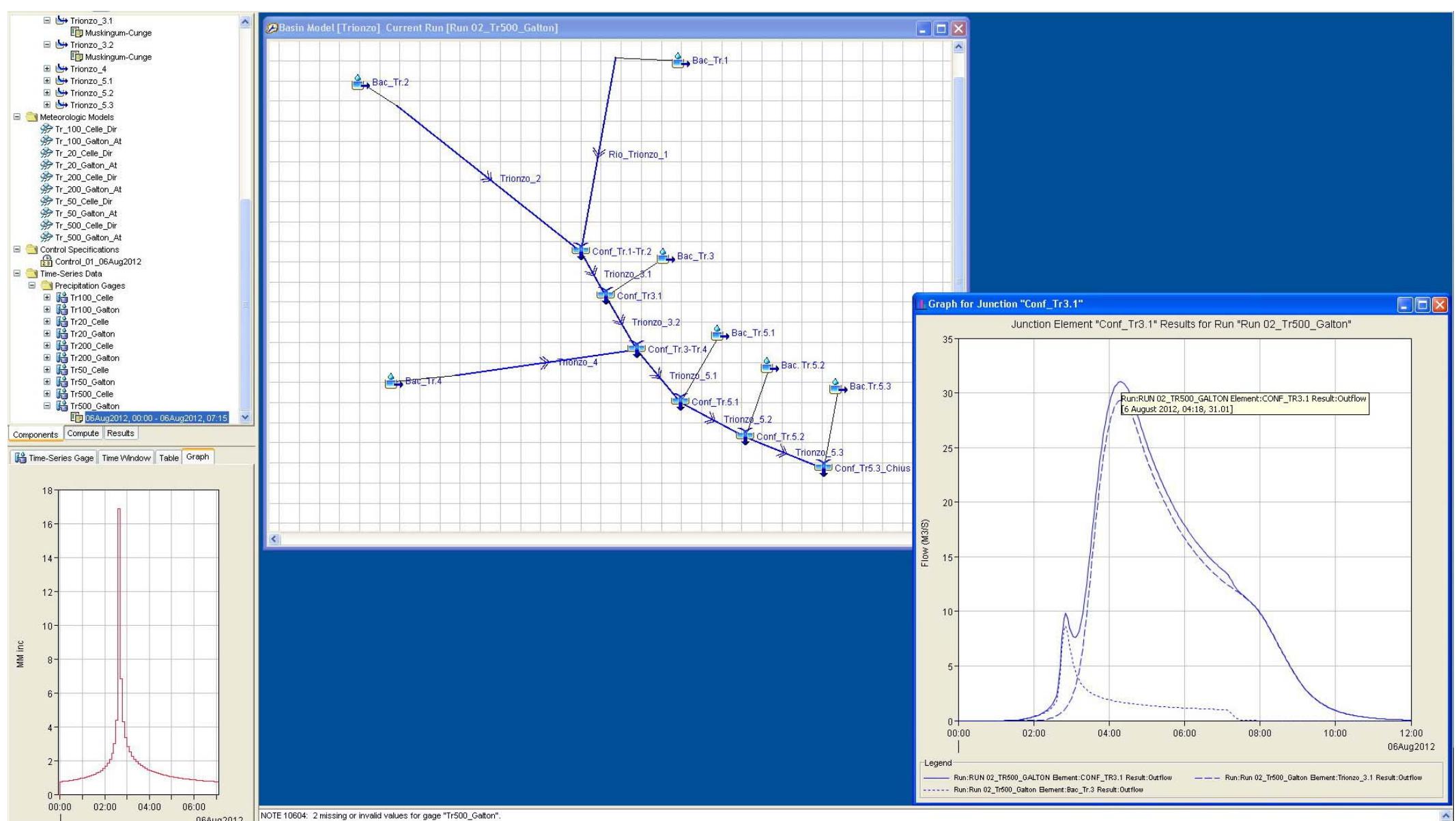
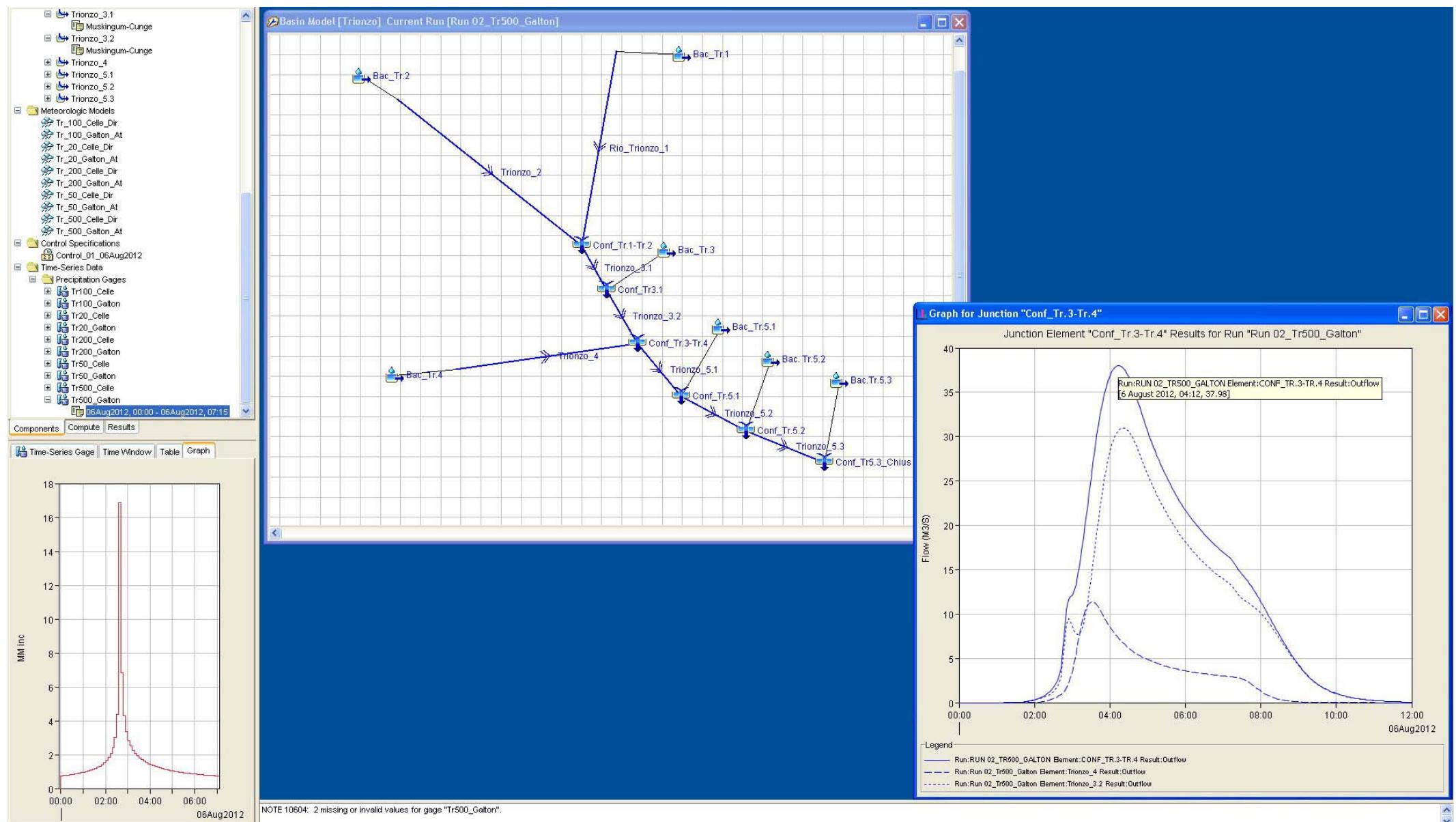
Basin Name:	Trionzo		
Element Name:	Bac_Tr_1		
Initial Abstraction (MM)			
Curve Number	81.1		
Infiltrous (%)	0.0		
Components	Compute Results		
Subbasin	Loss	Transform	Options

Meteorologic Models

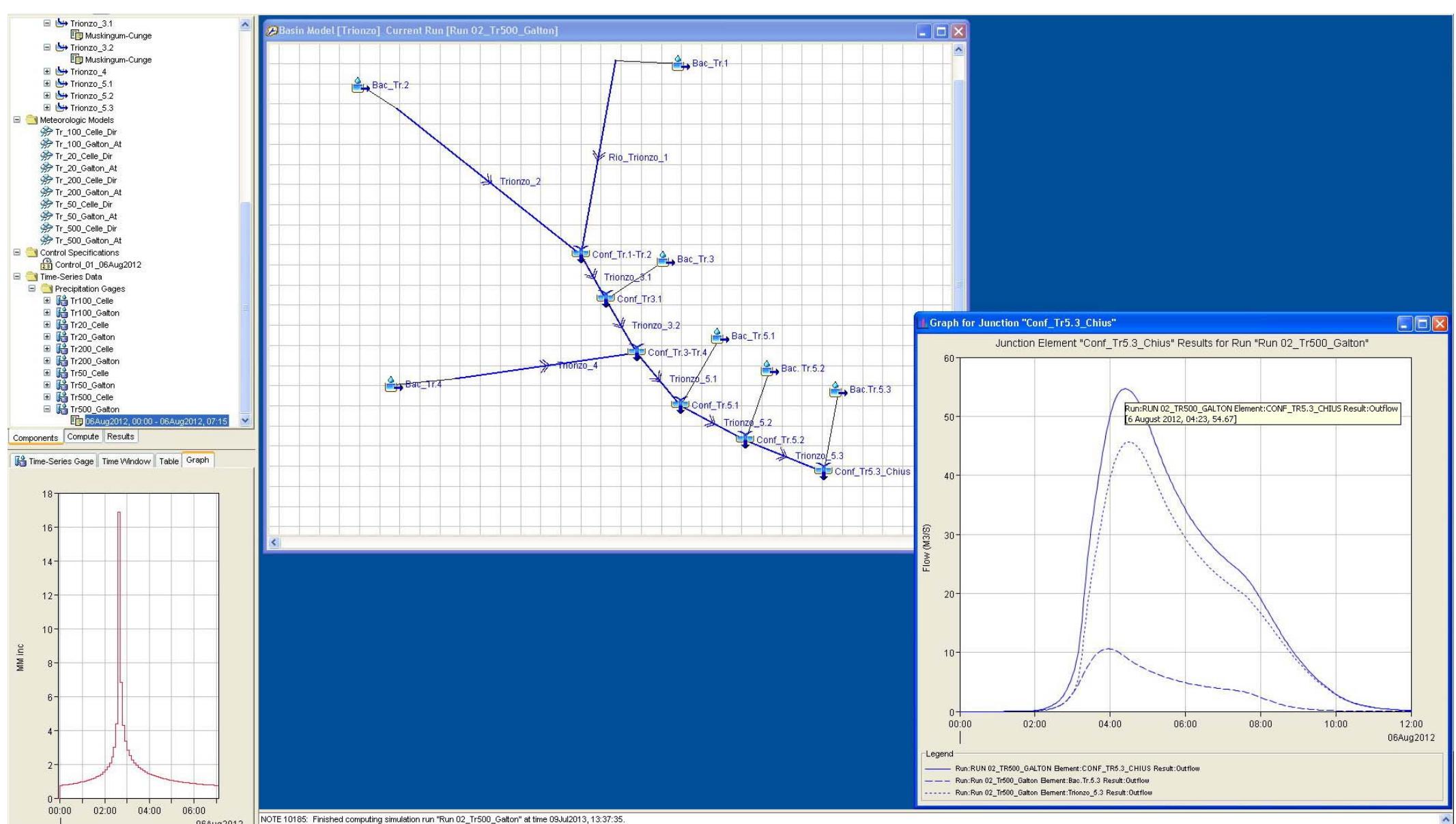
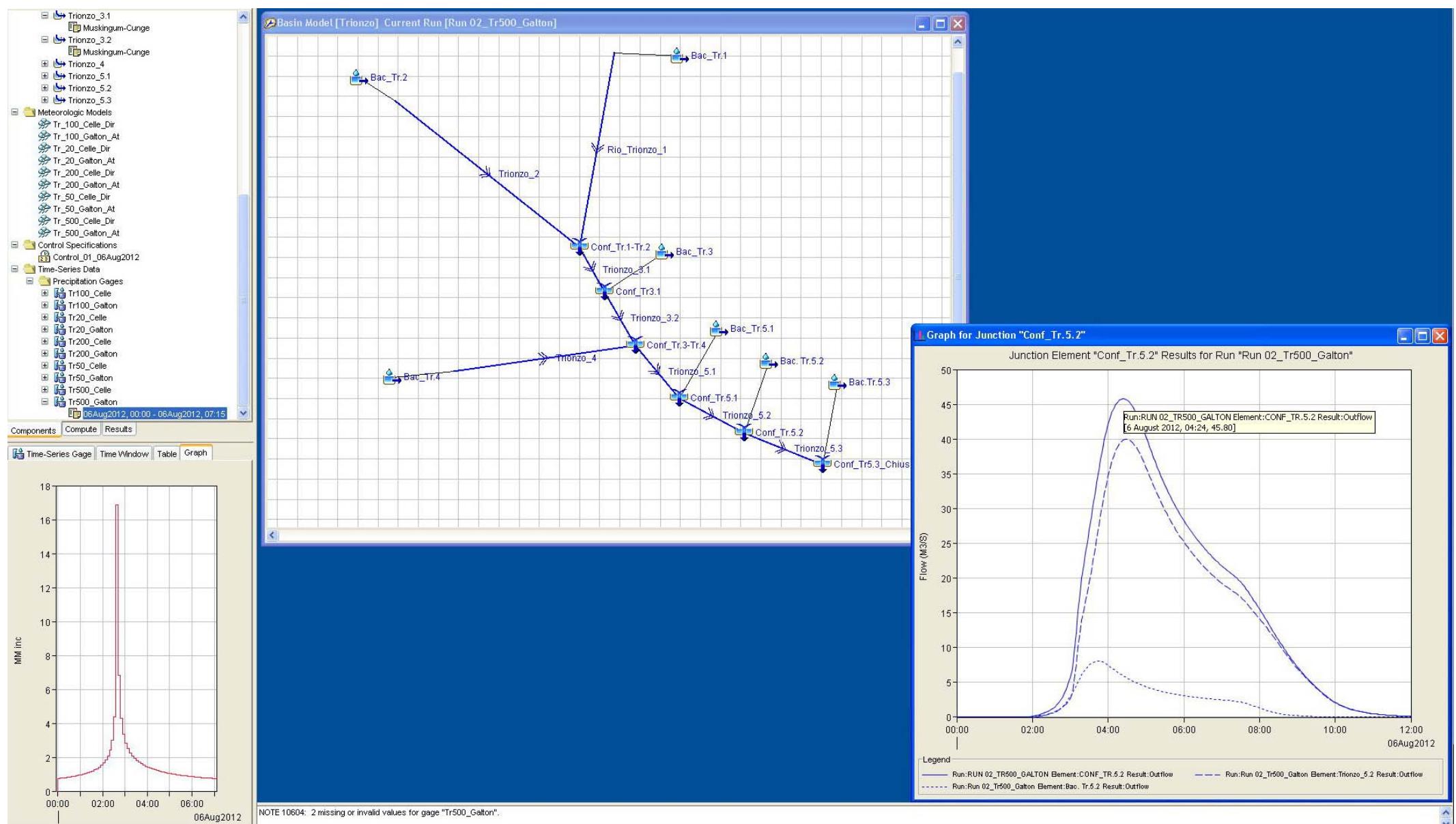
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi letogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



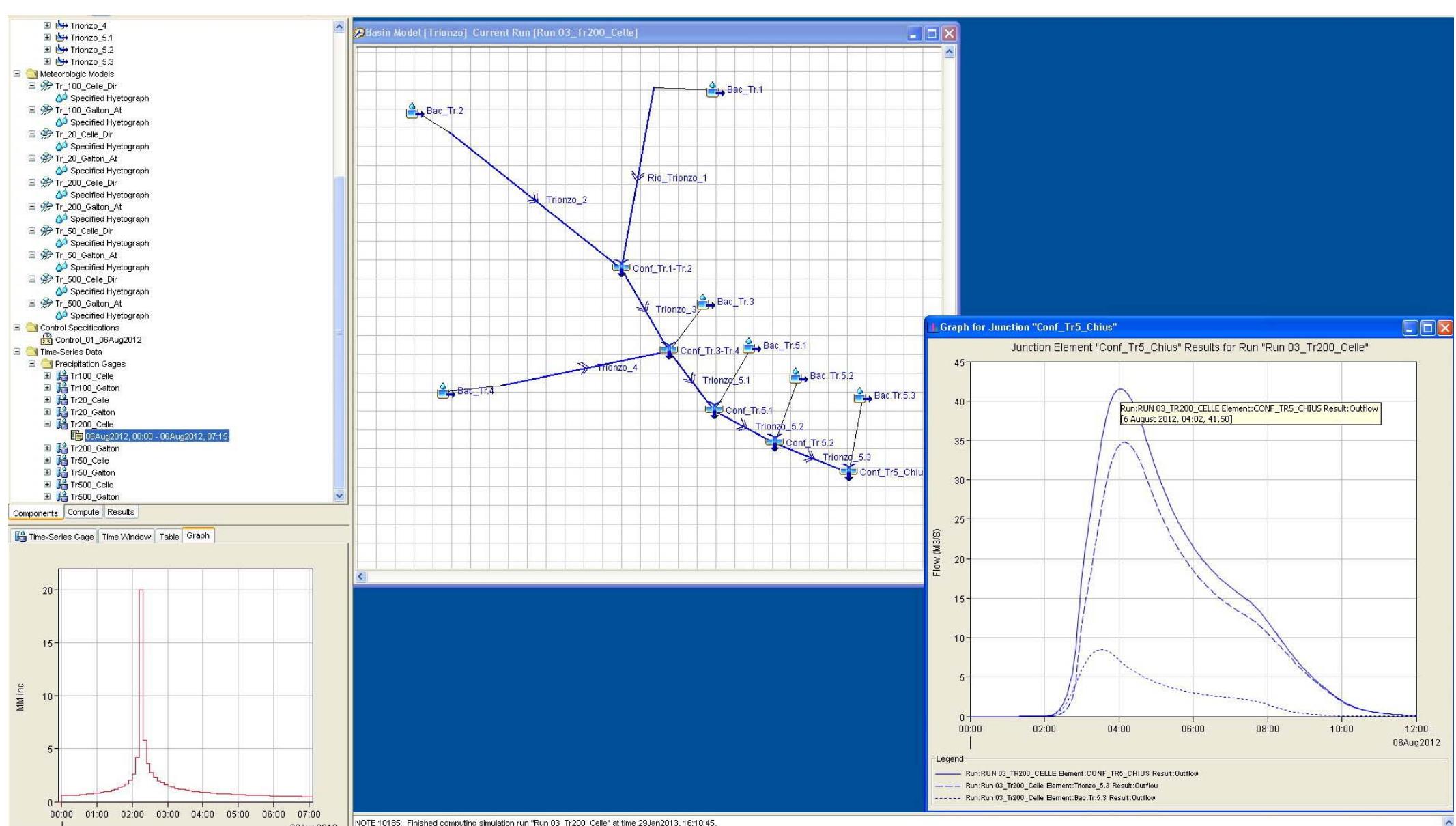
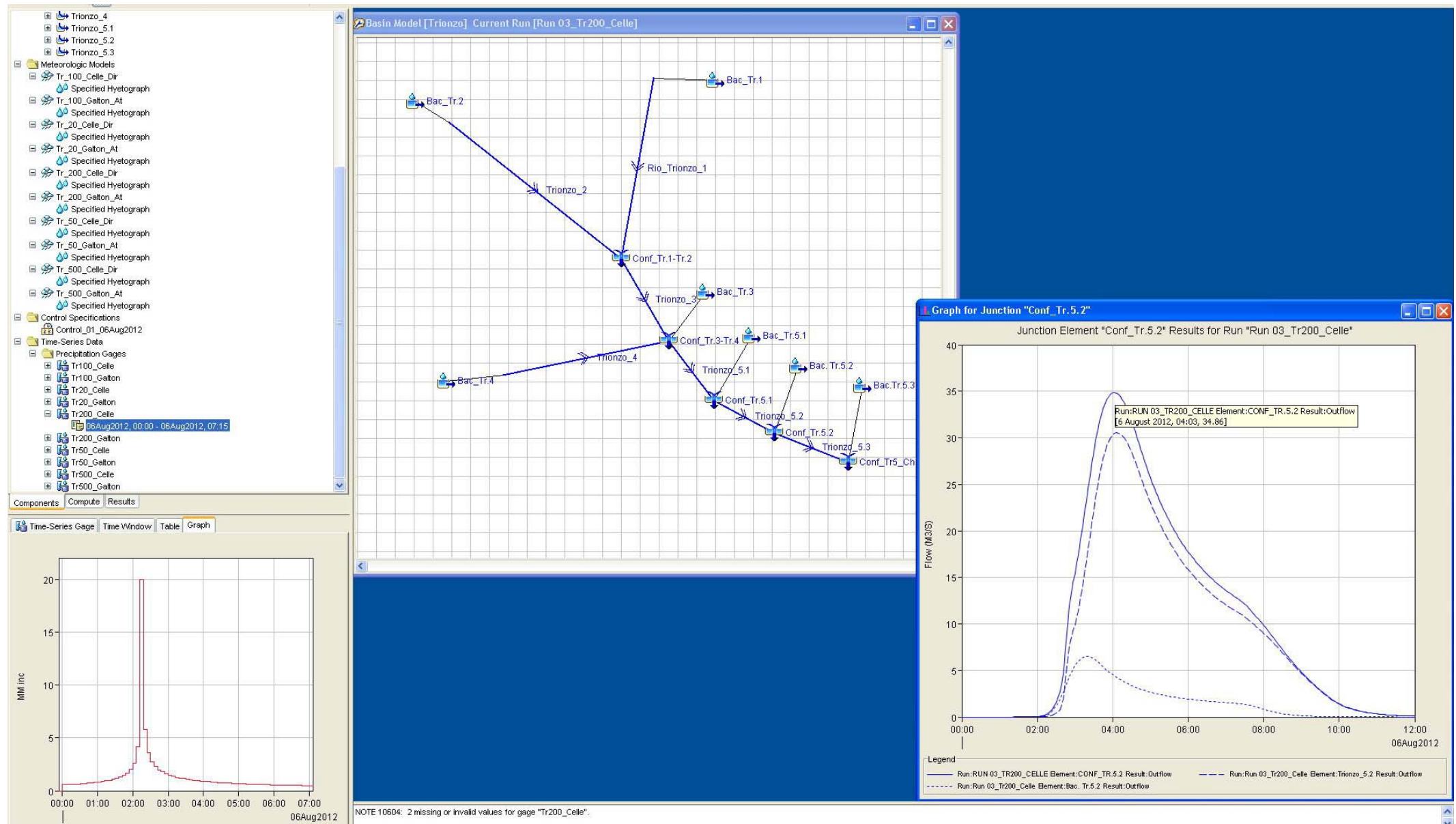
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



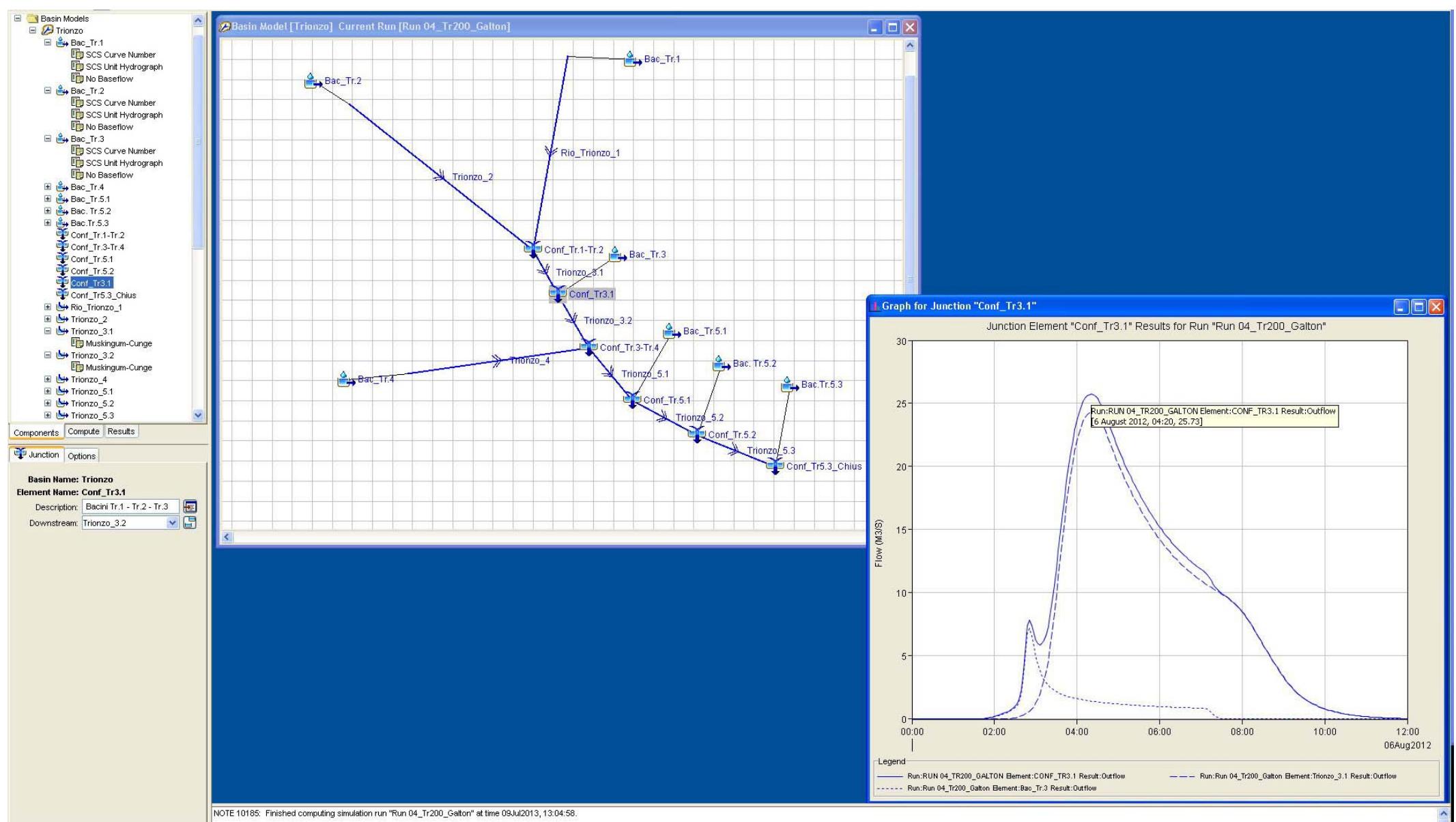
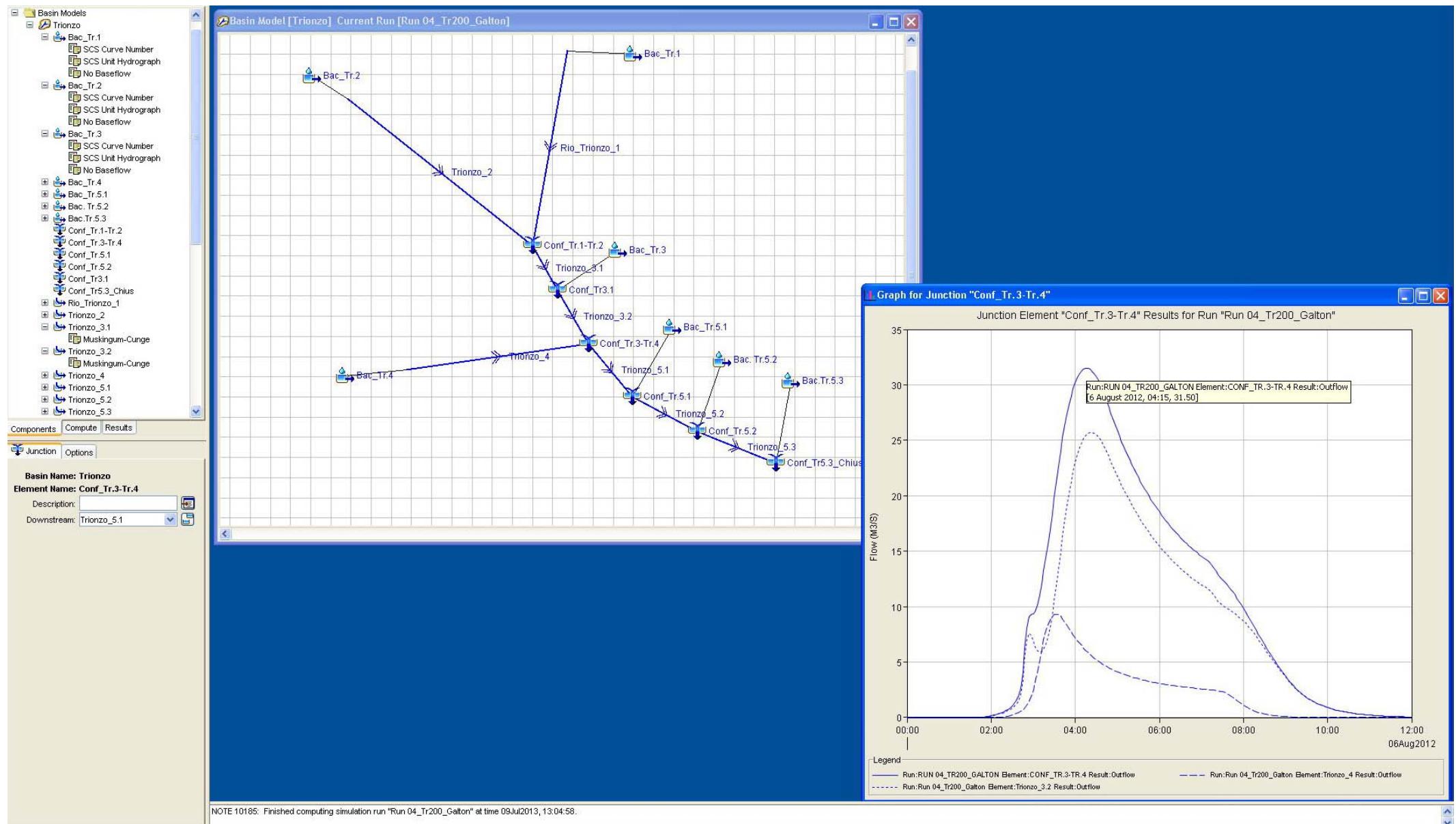
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



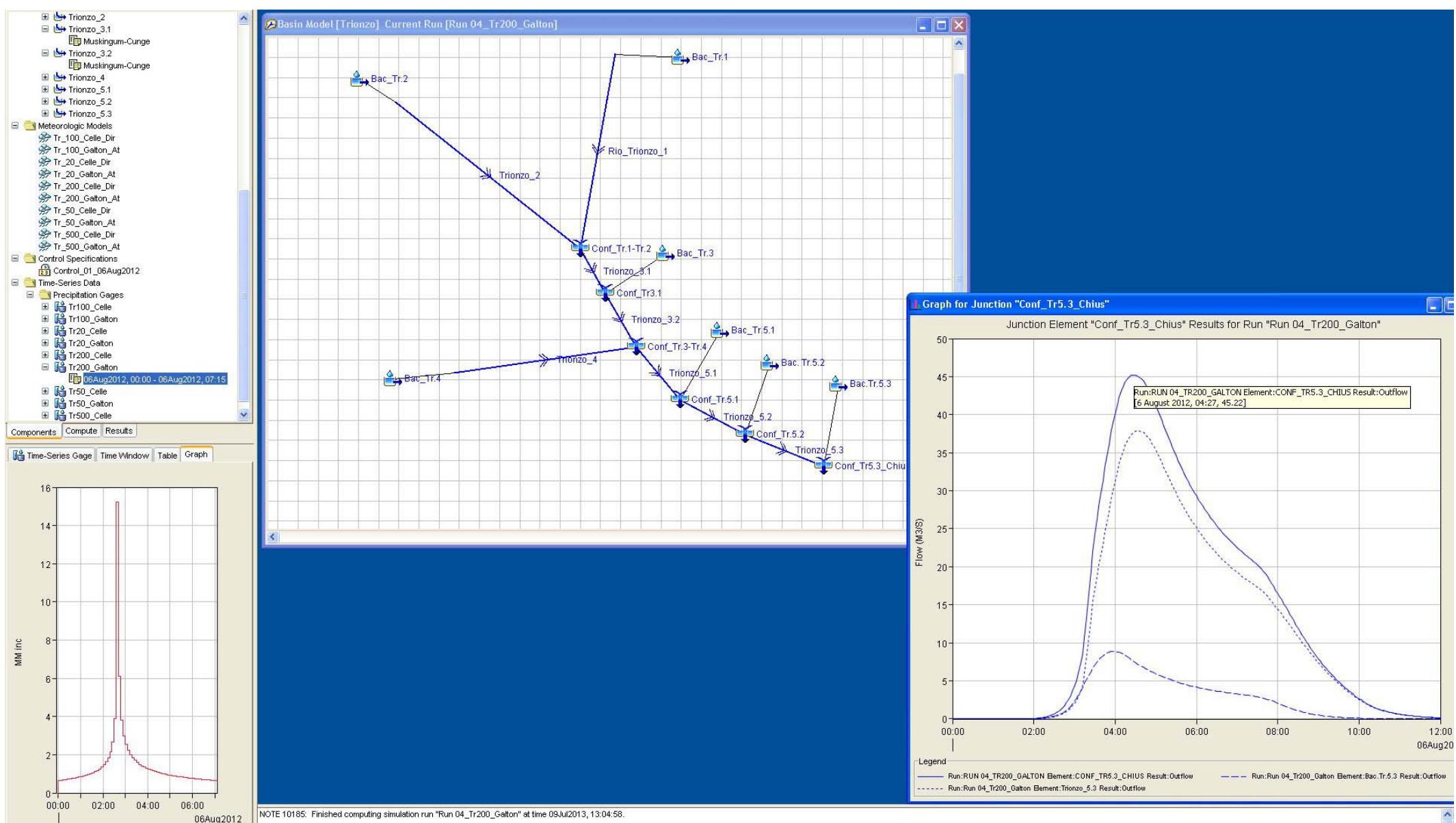
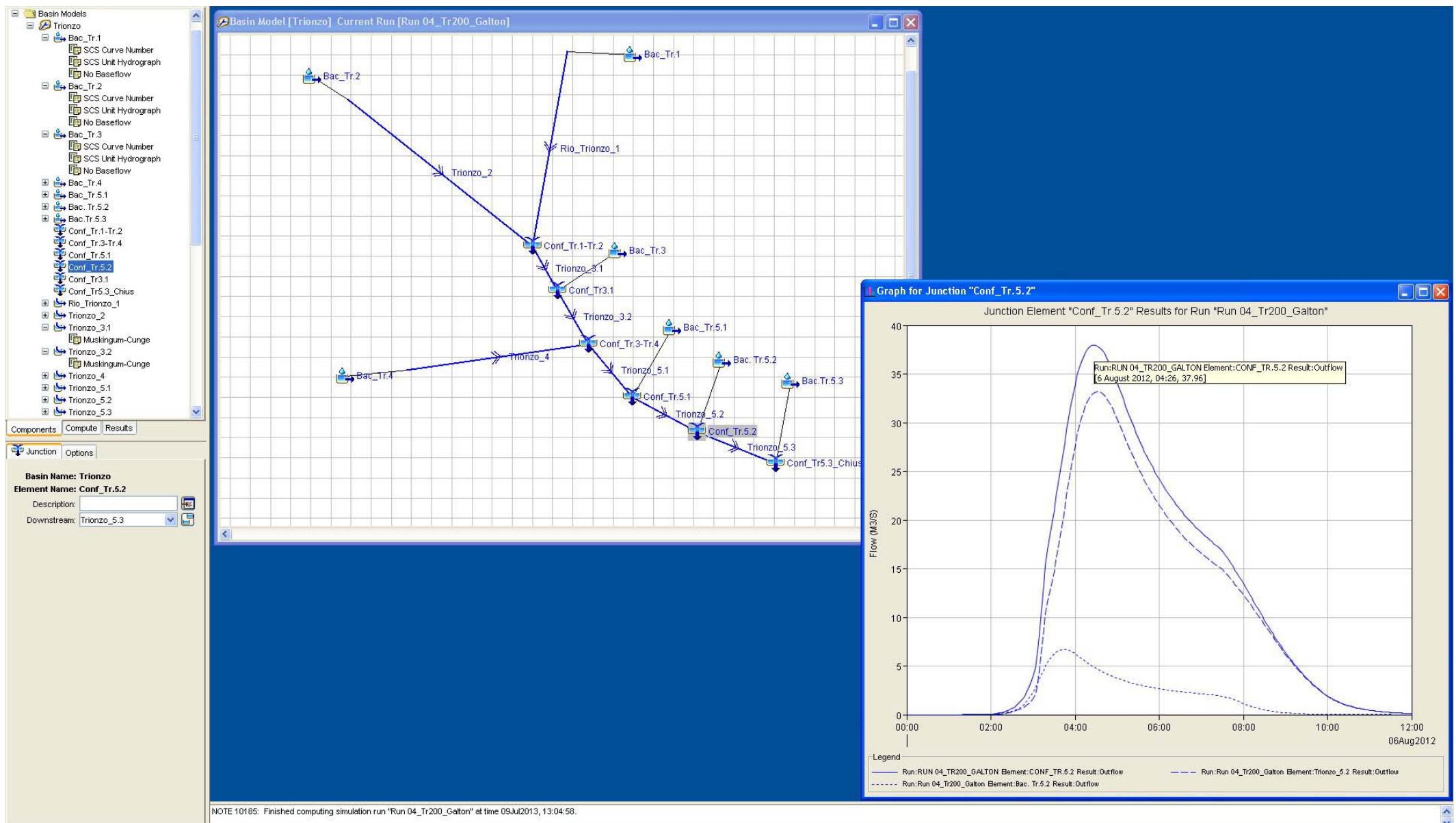
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



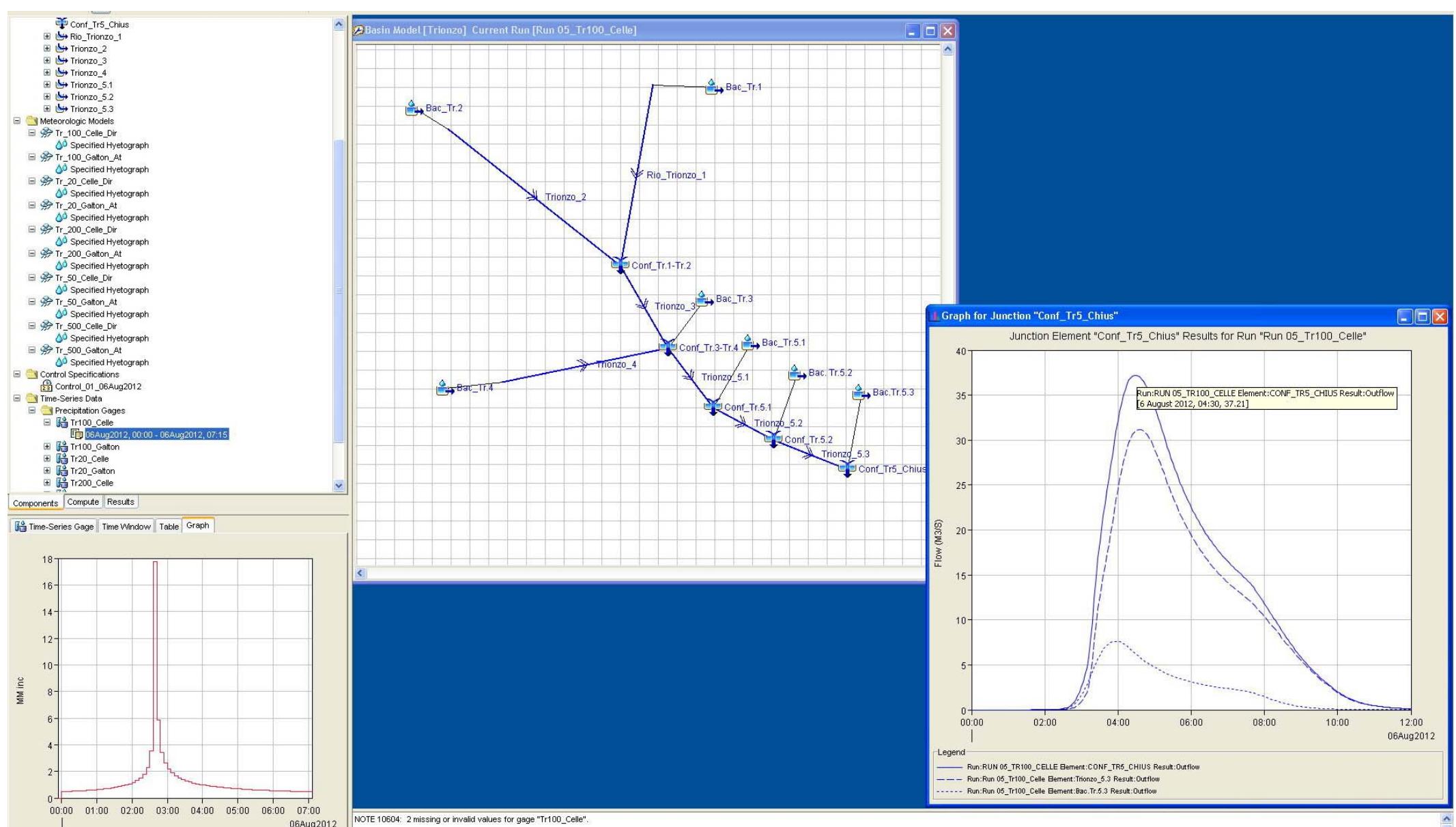
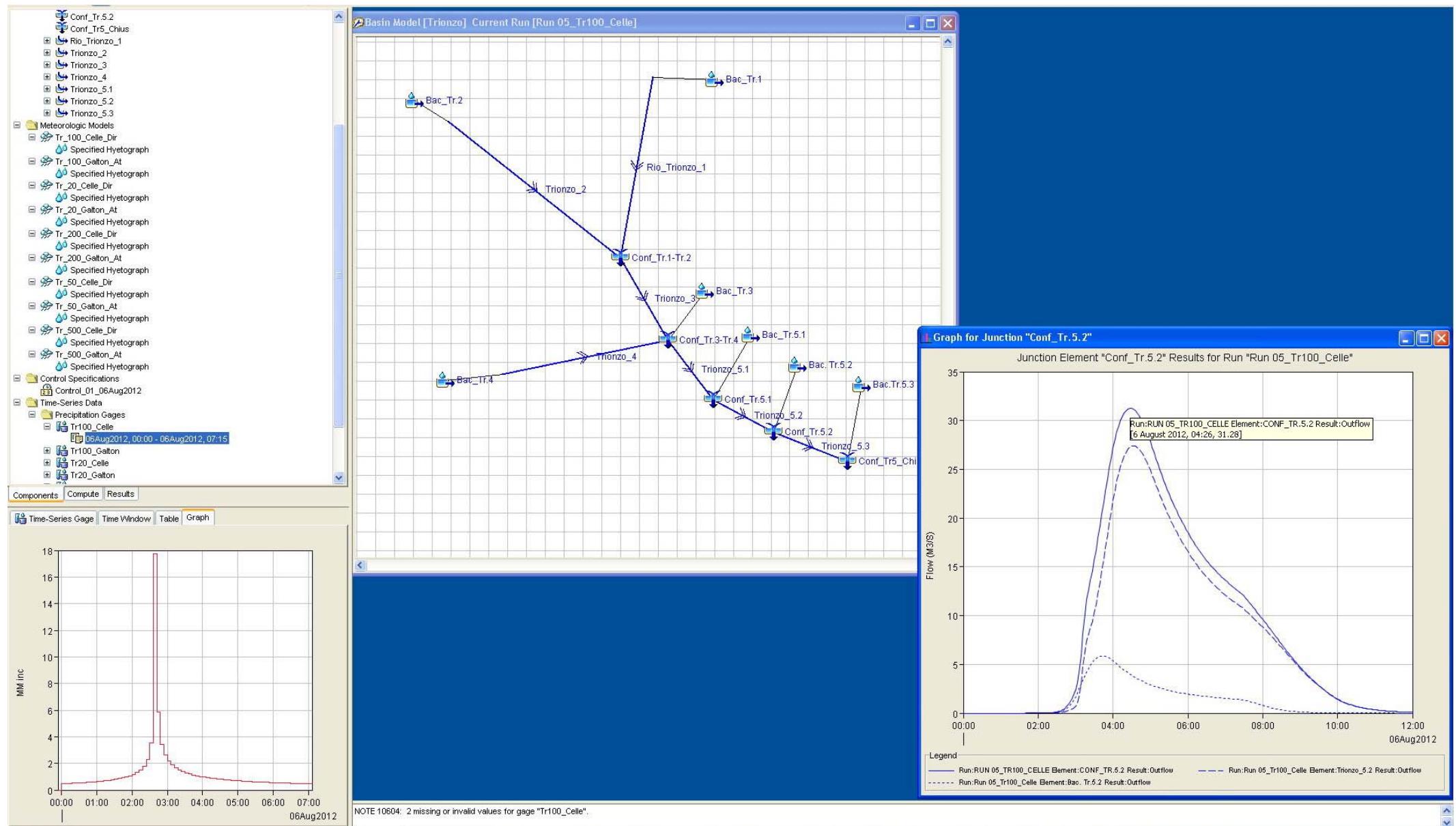
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



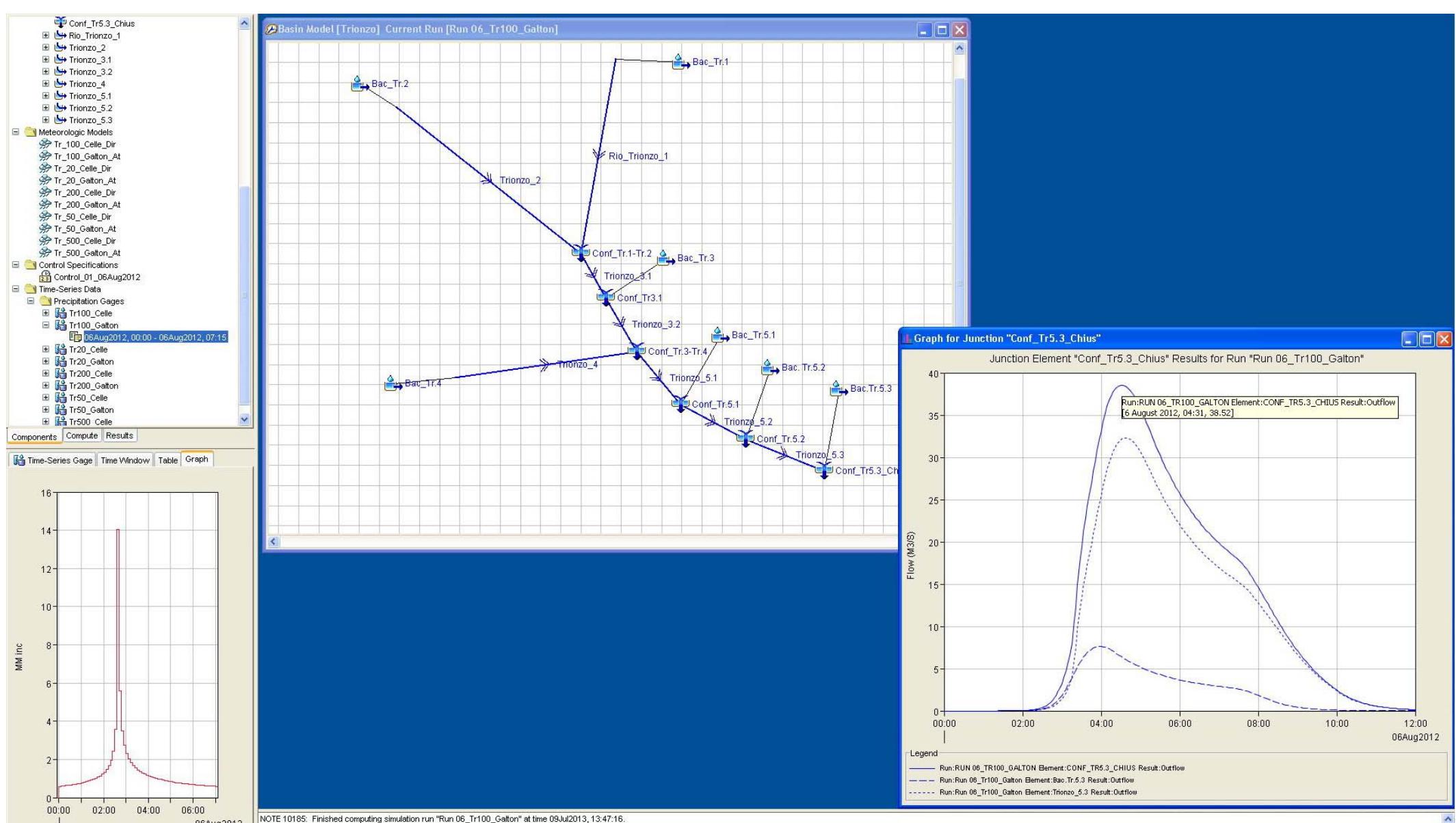
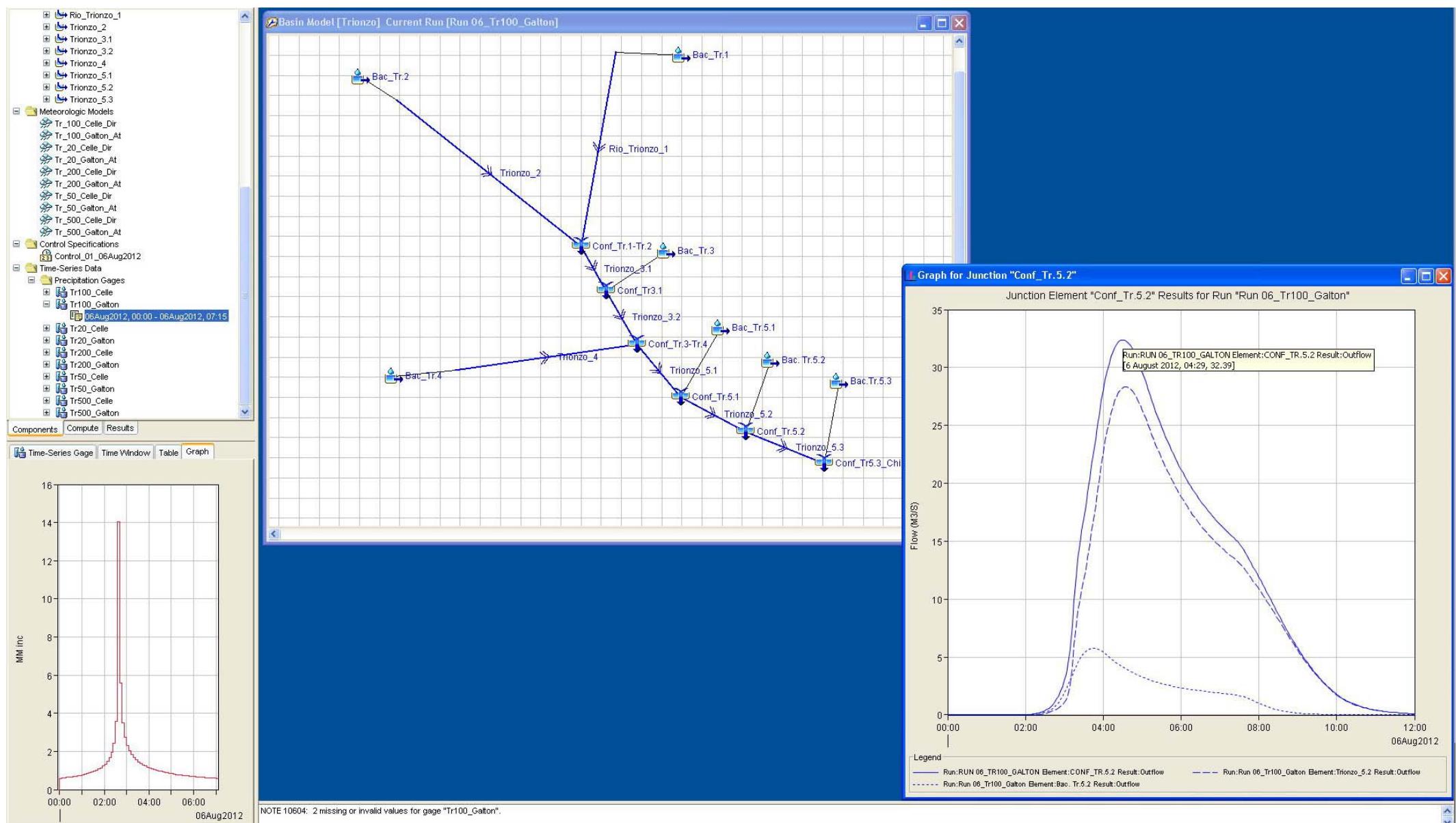
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



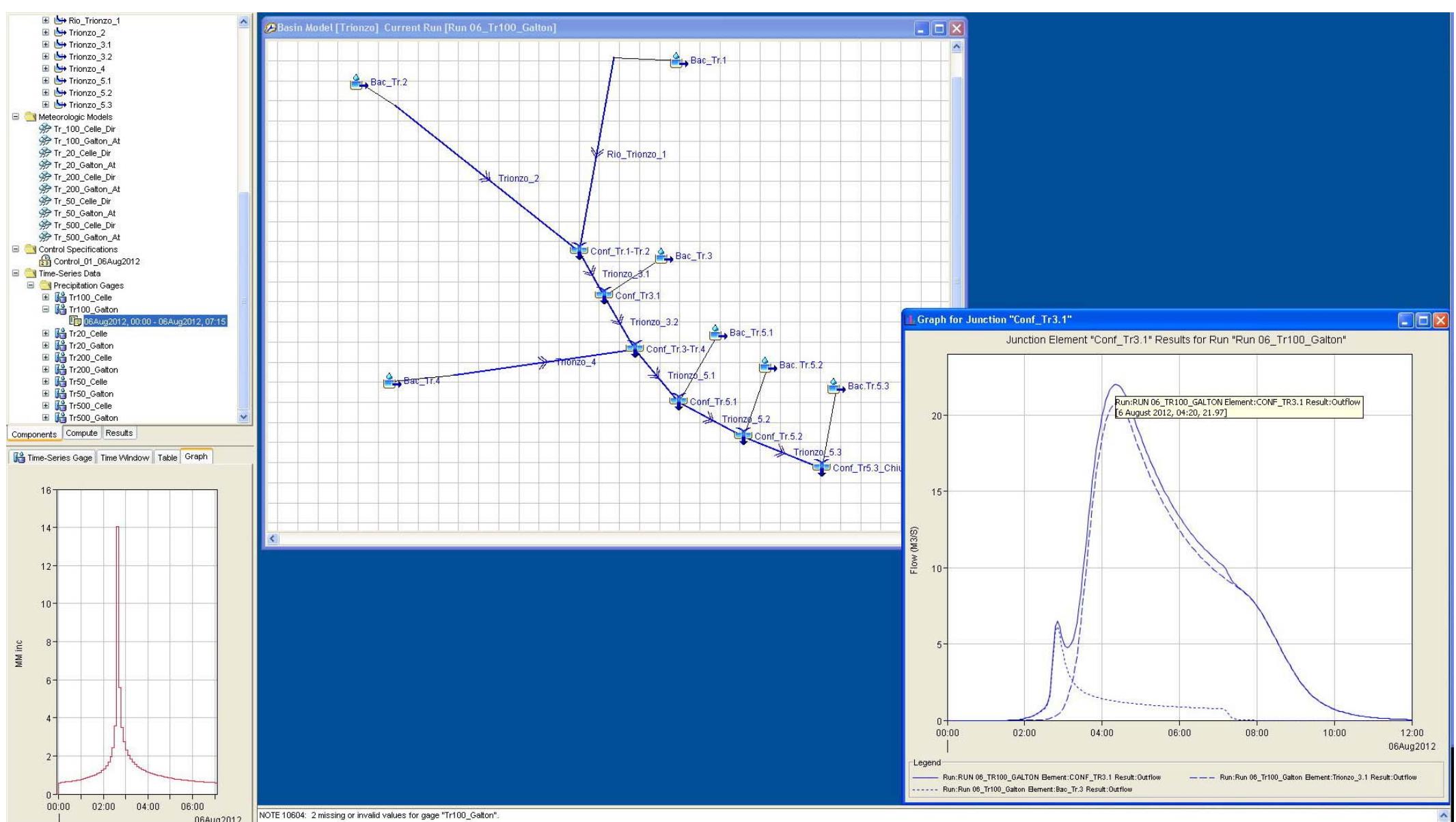
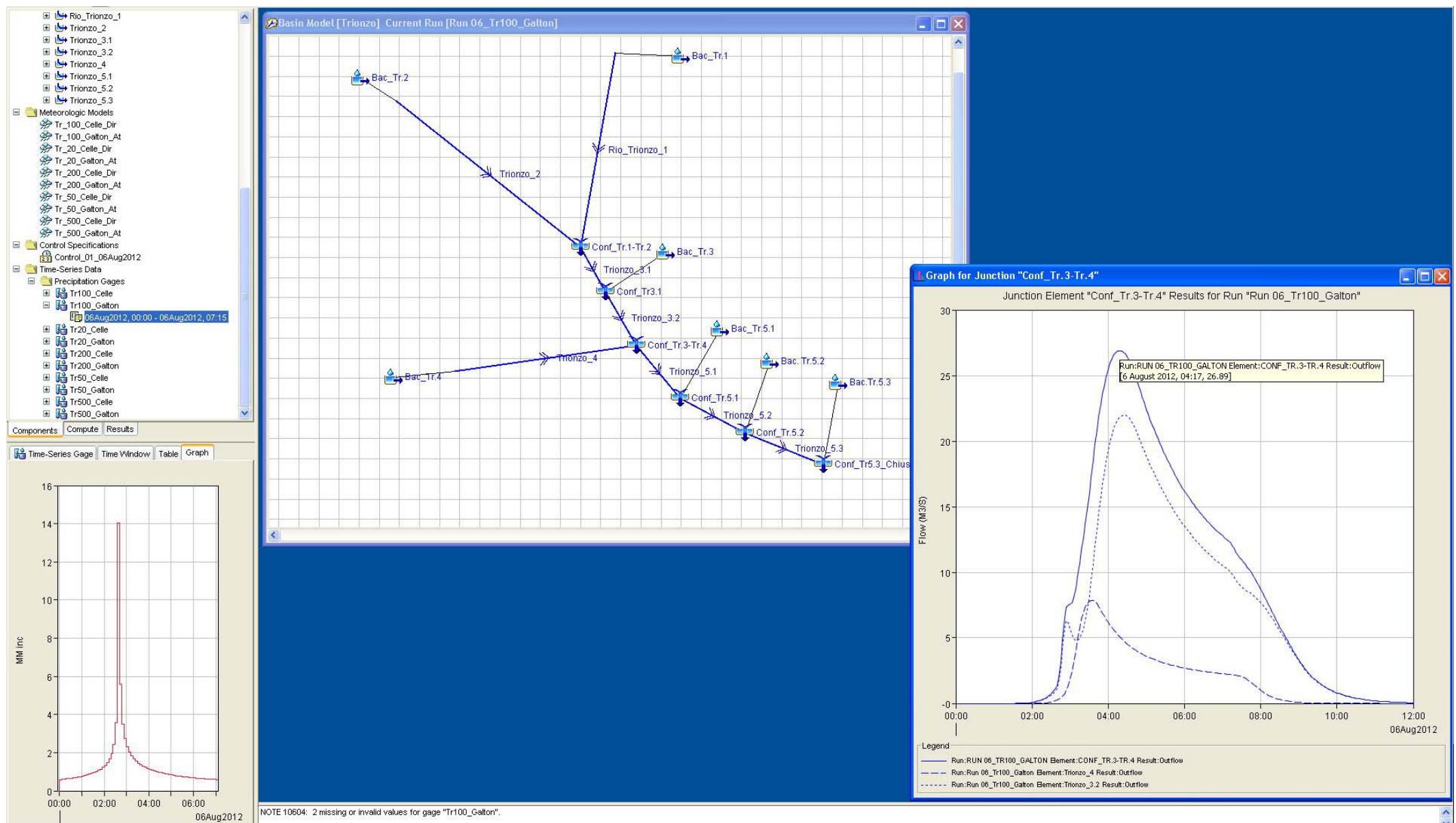
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



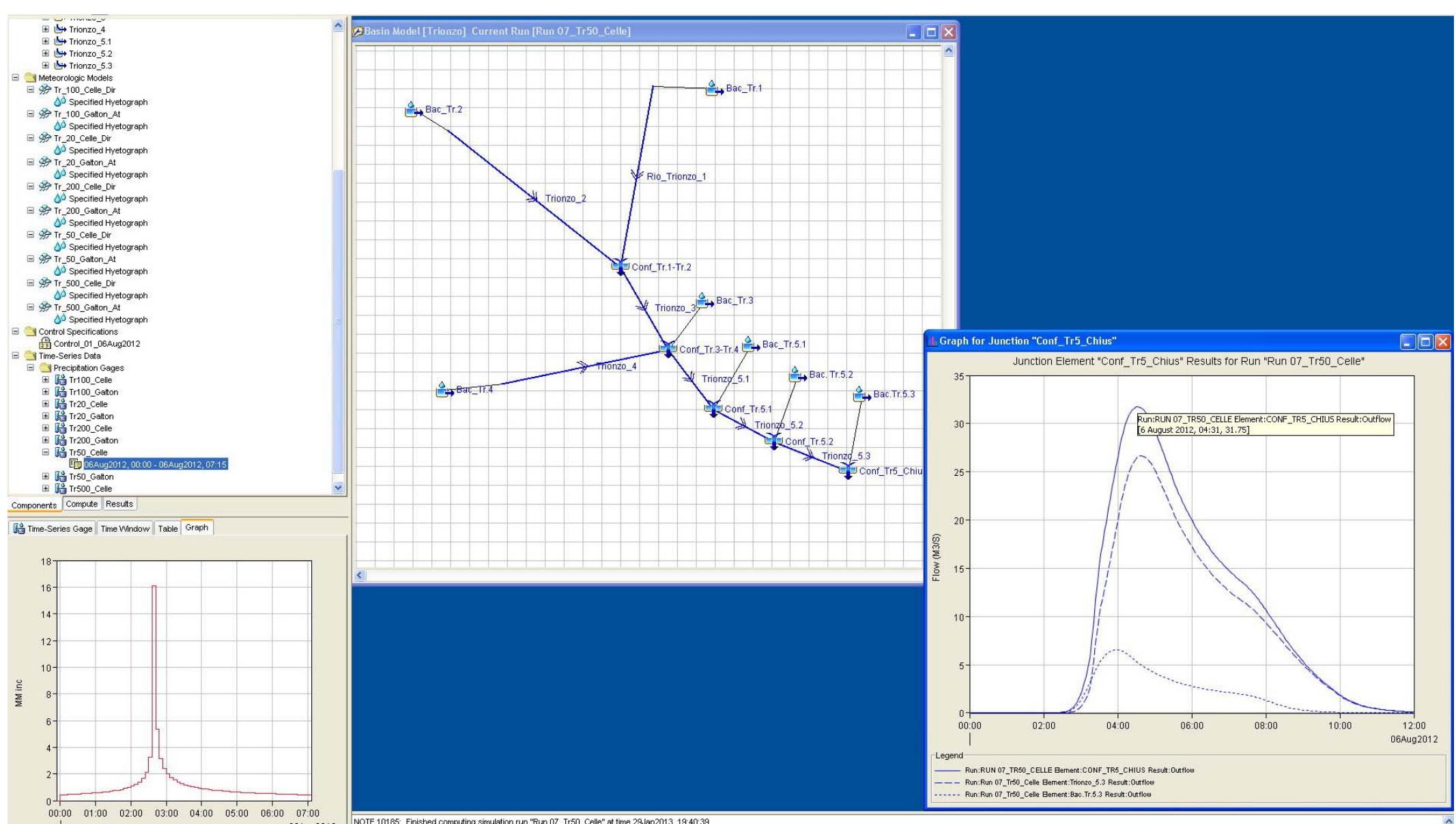
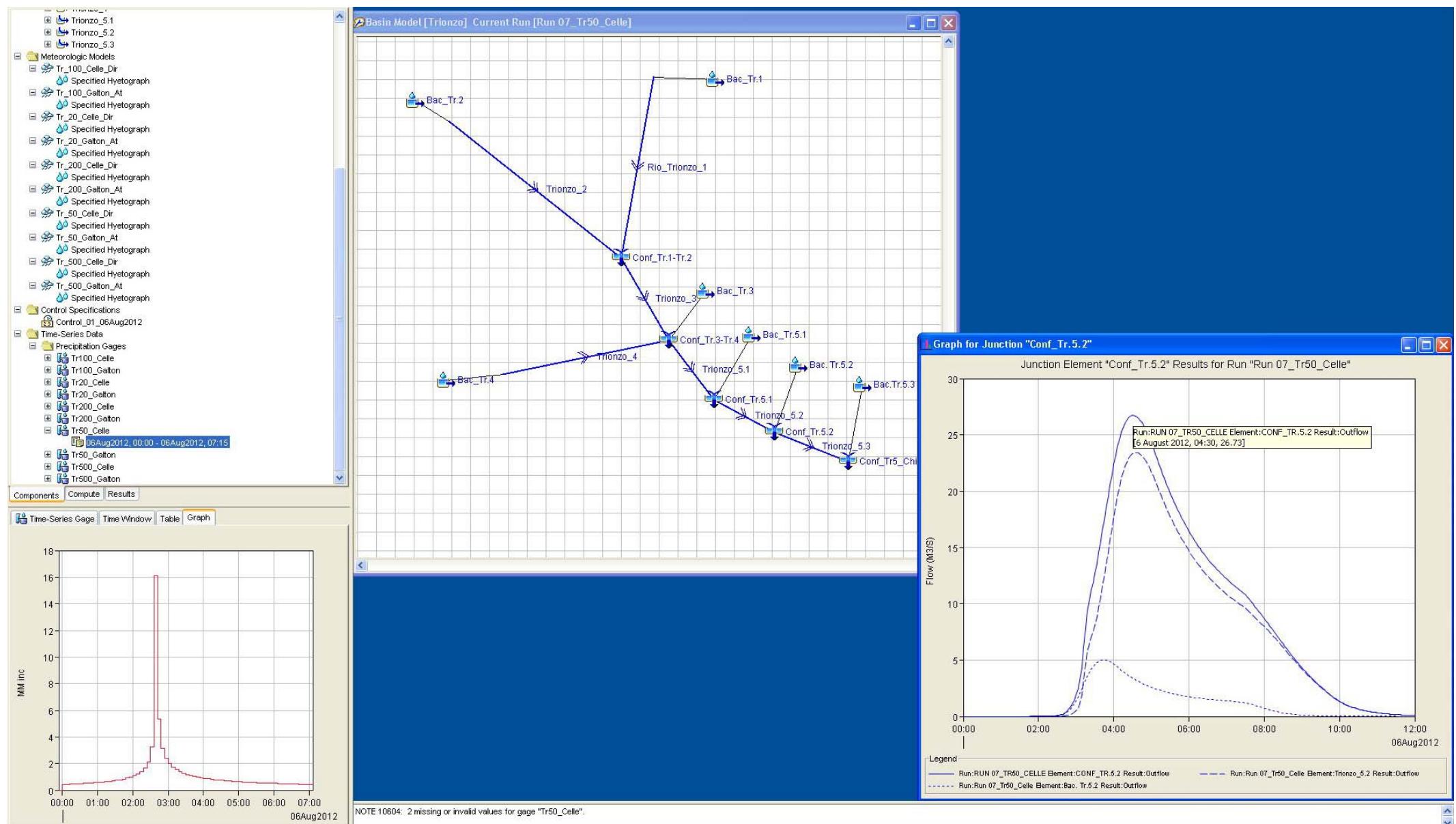
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



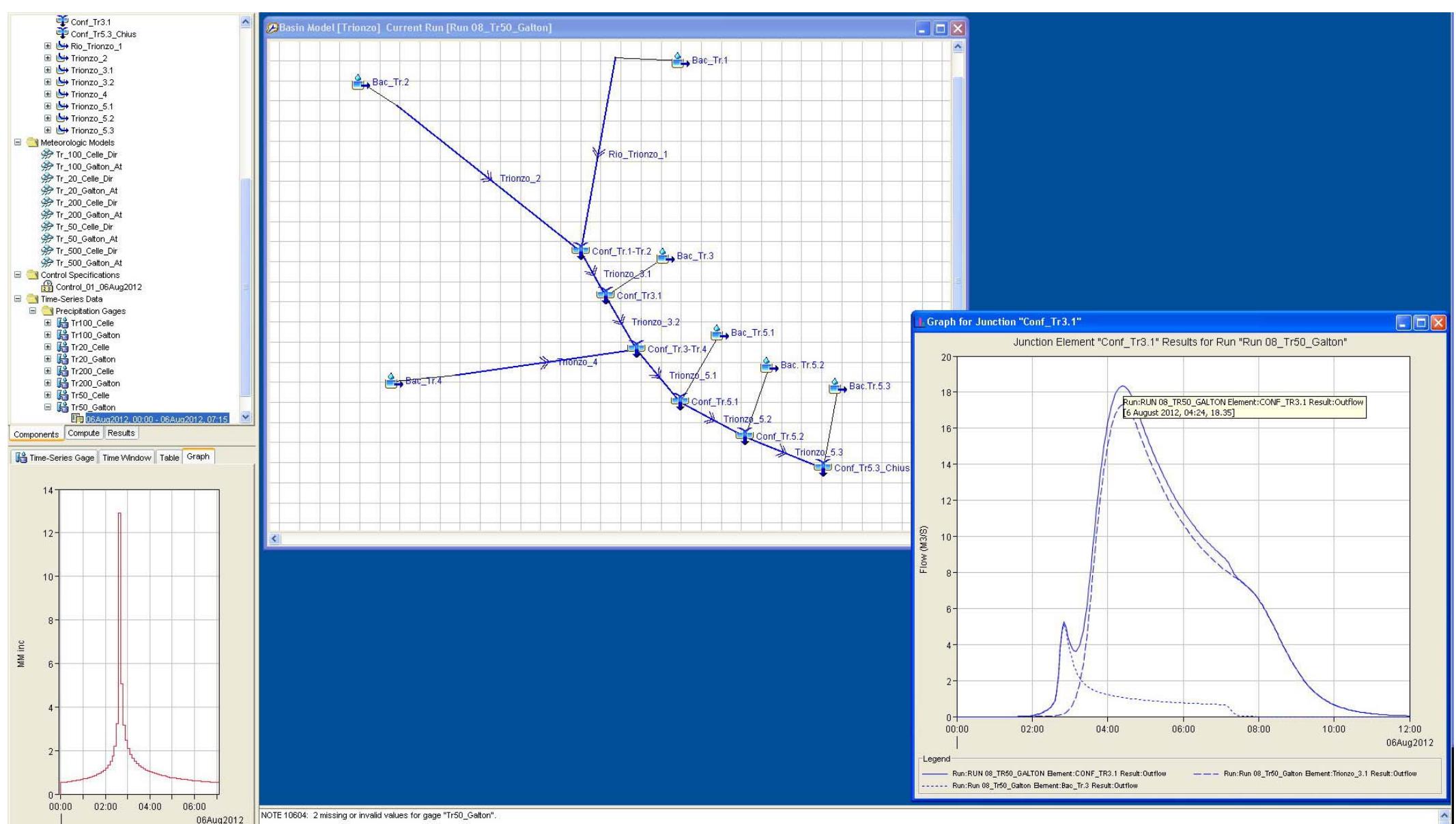
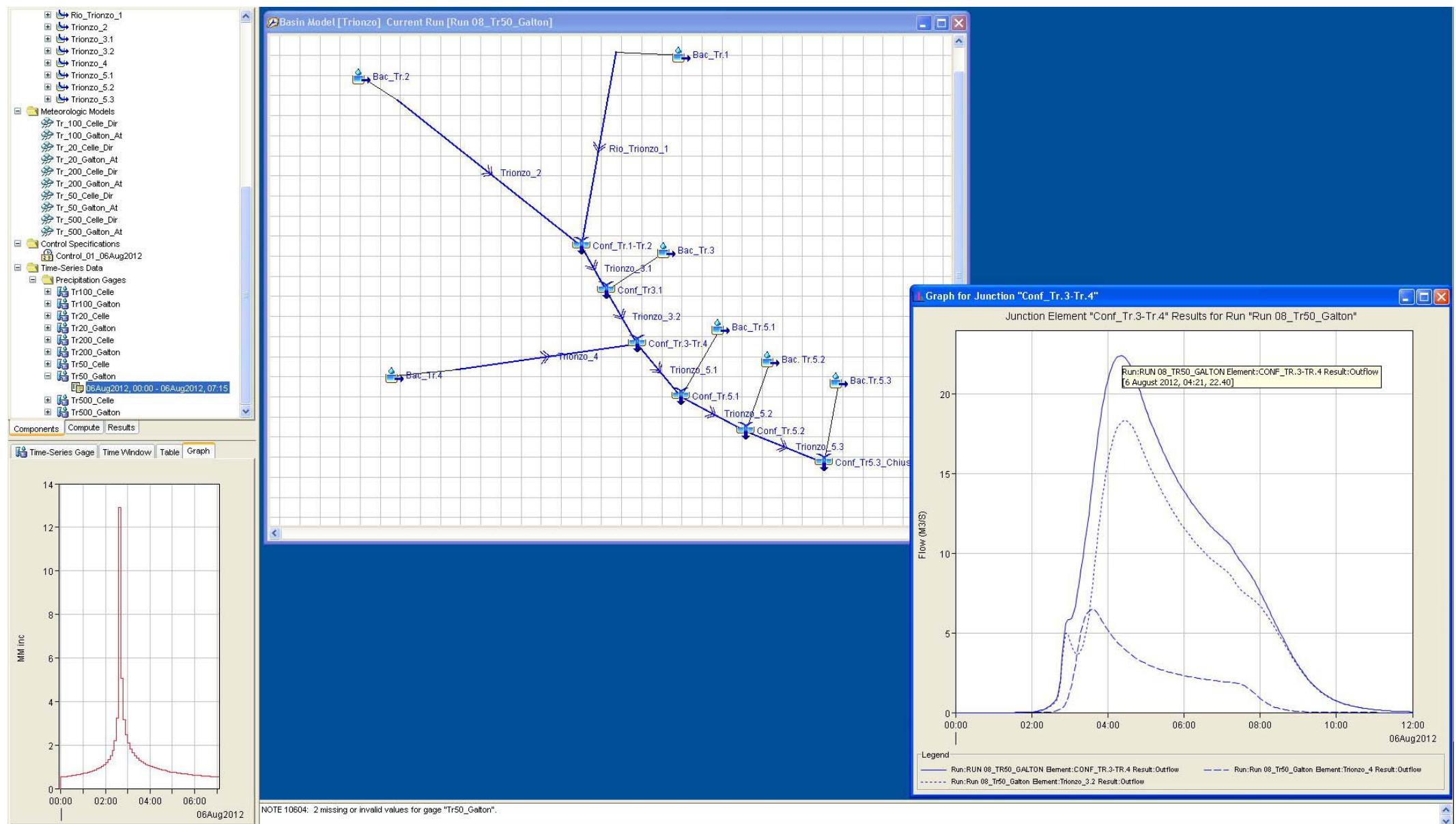
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



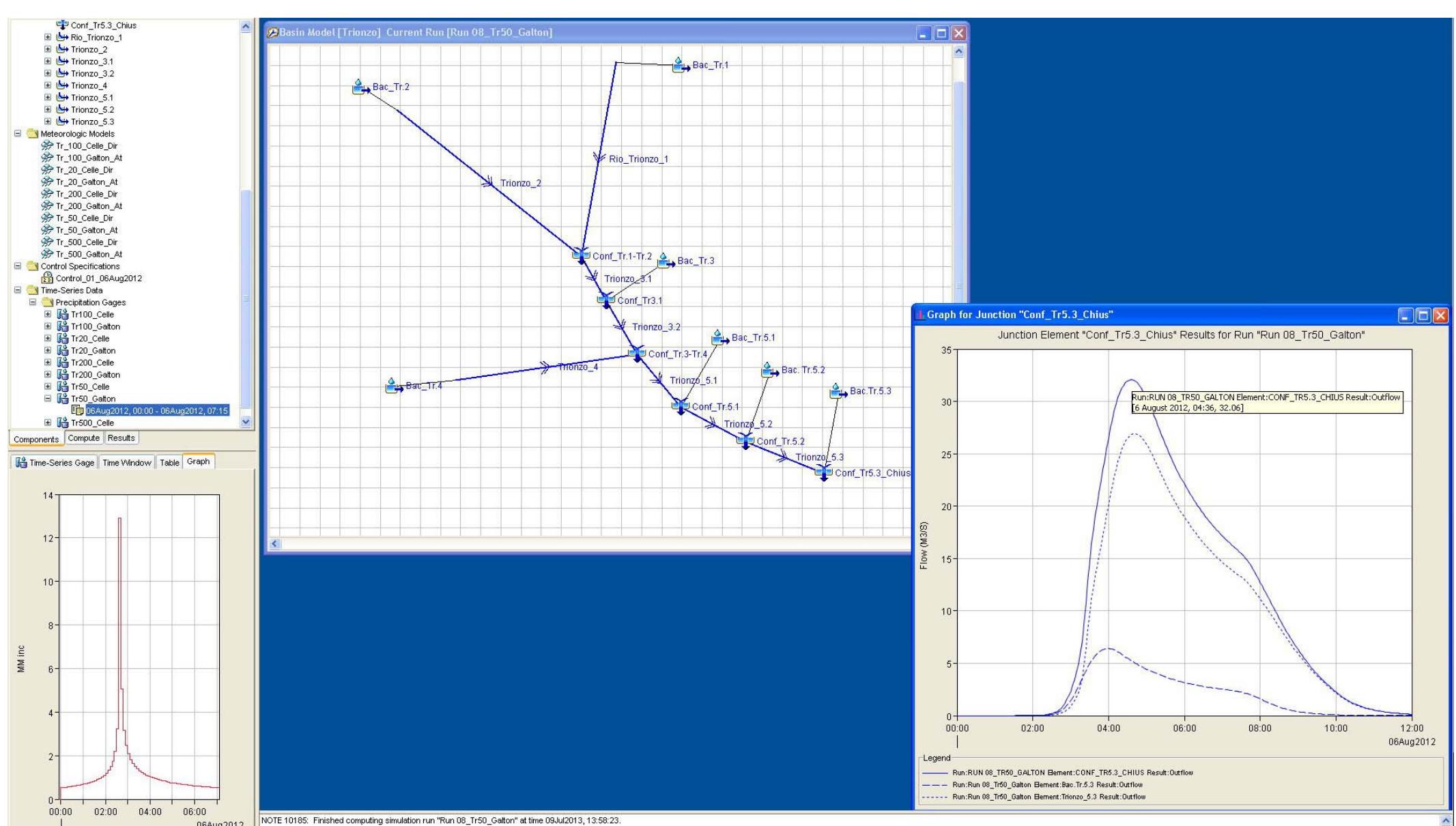
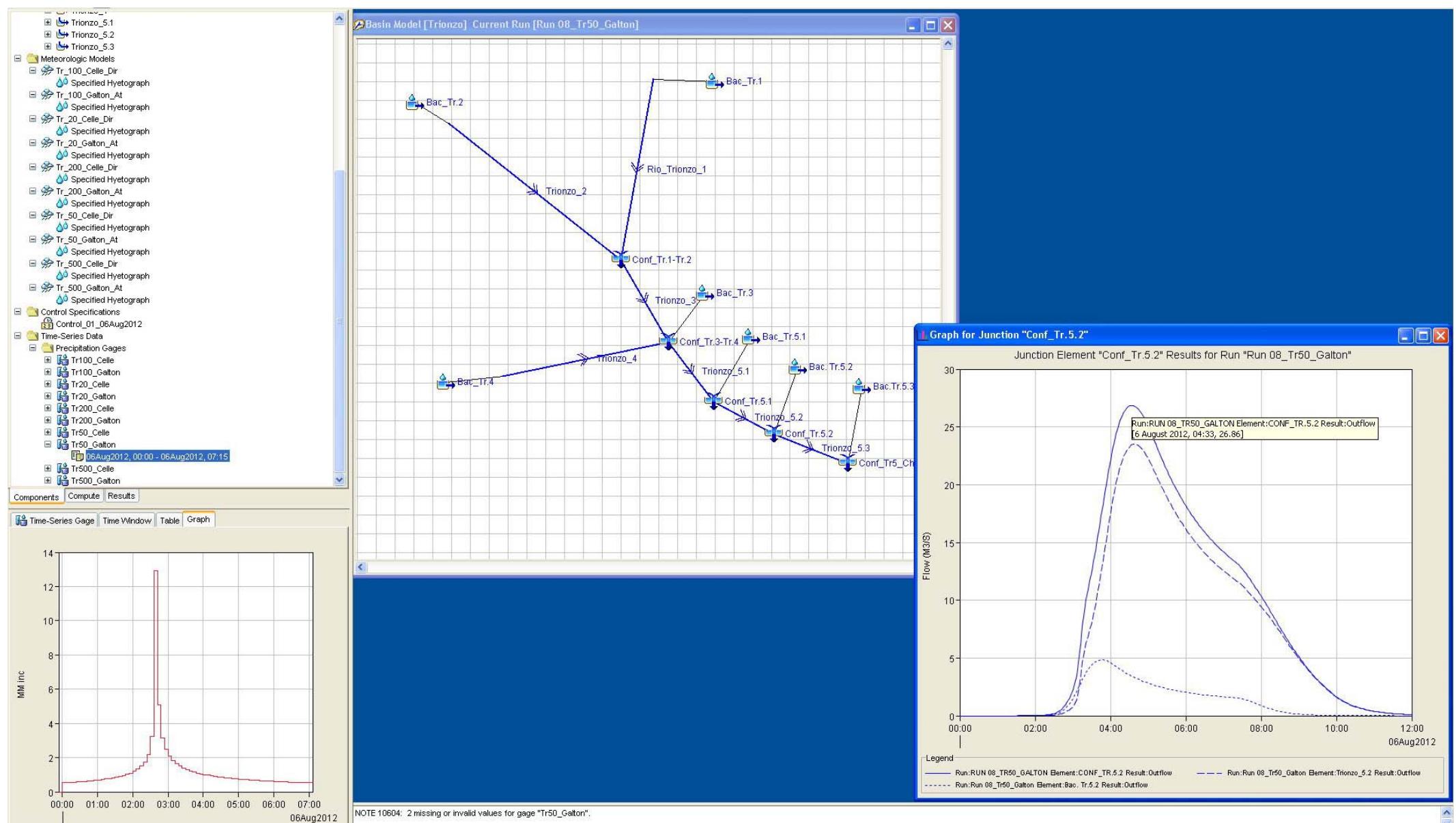
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



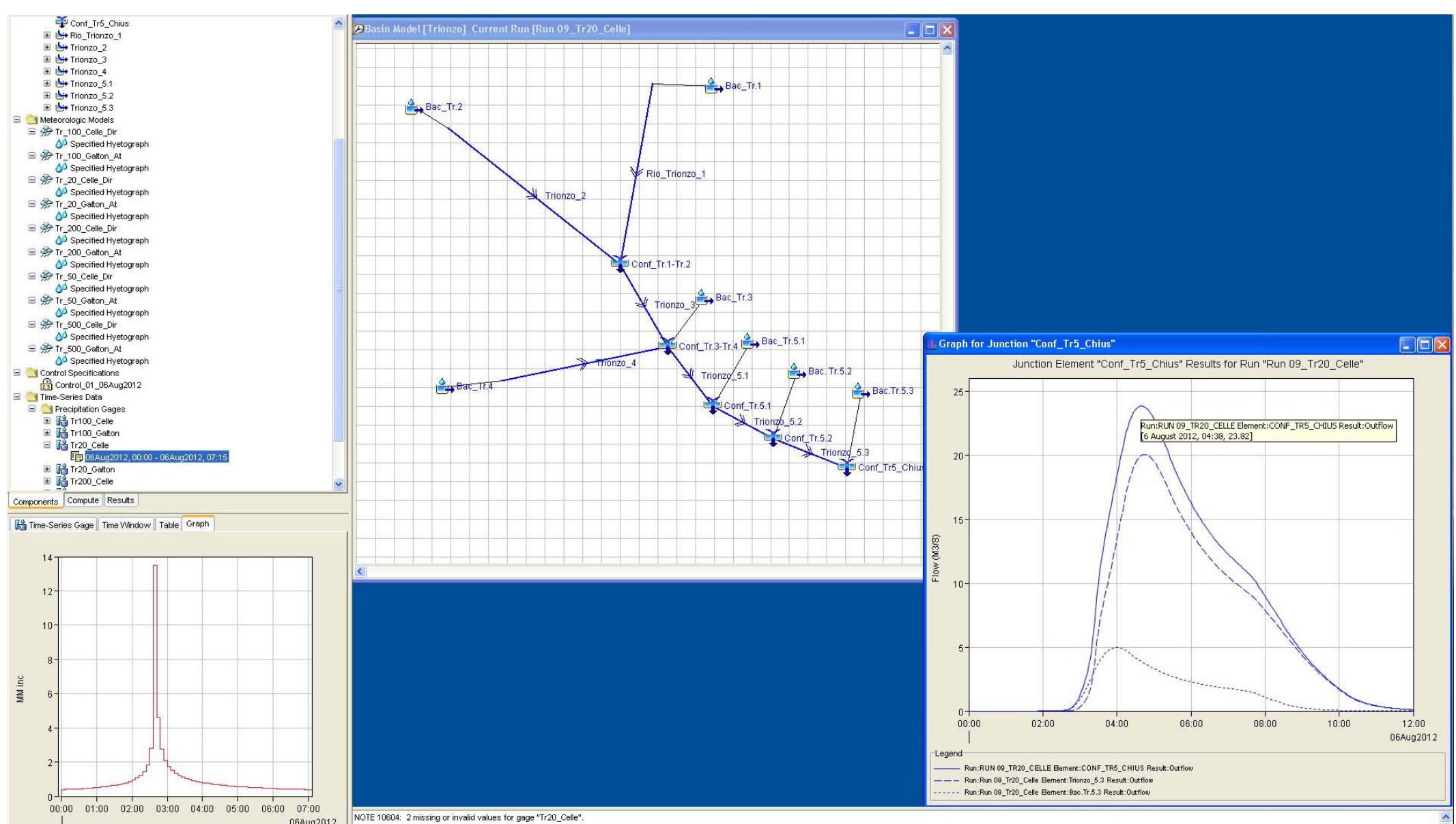
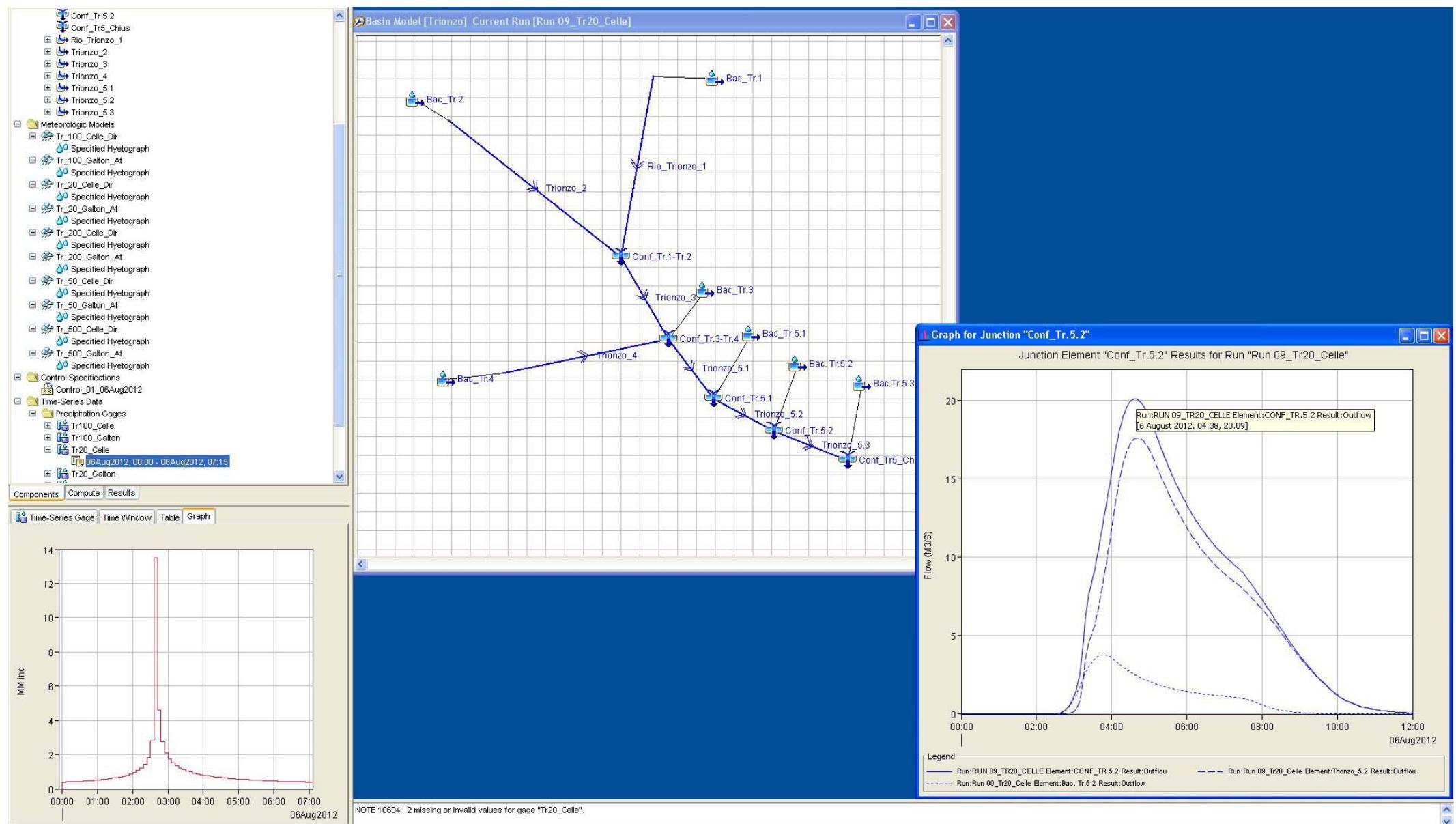
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



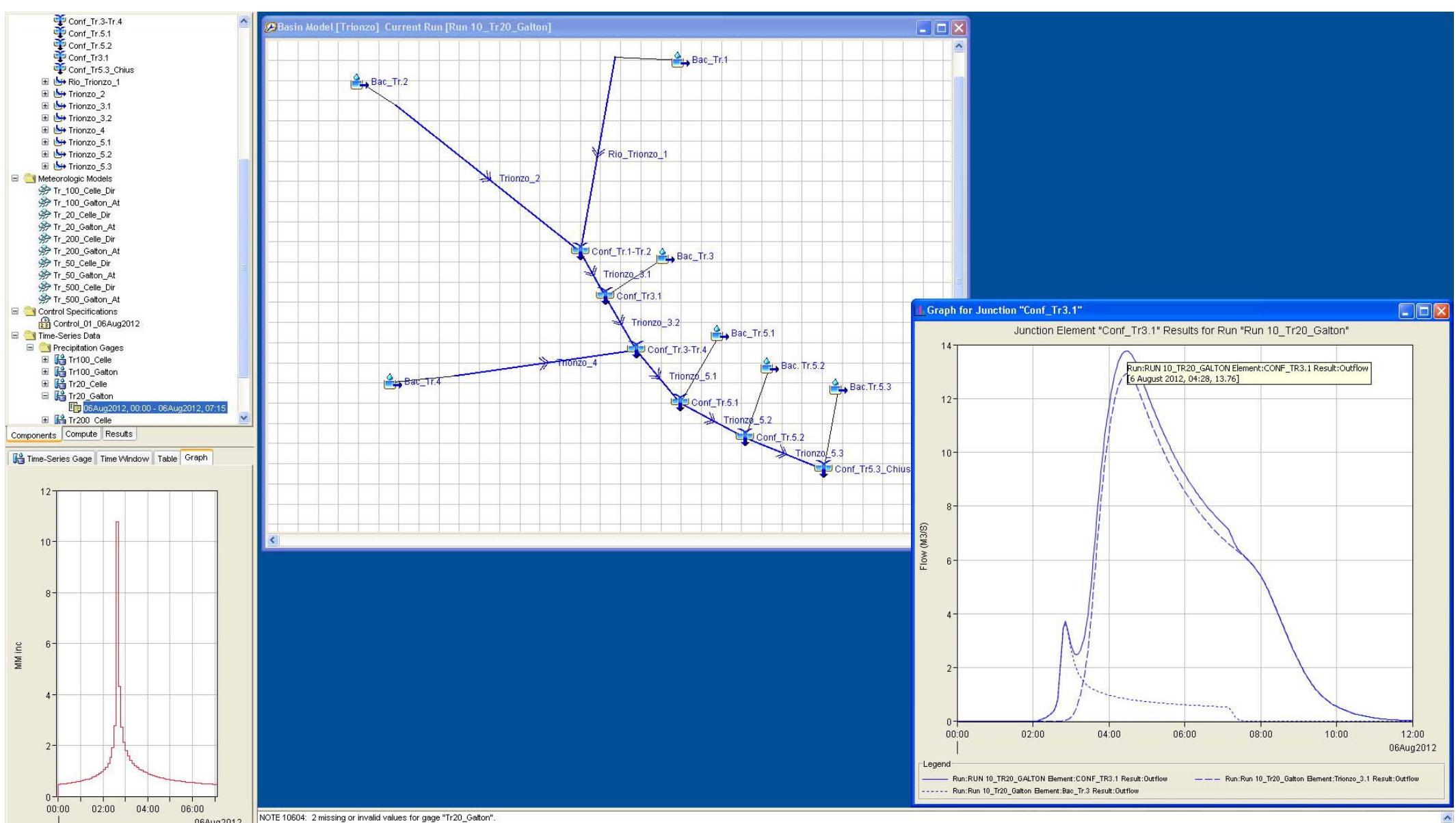
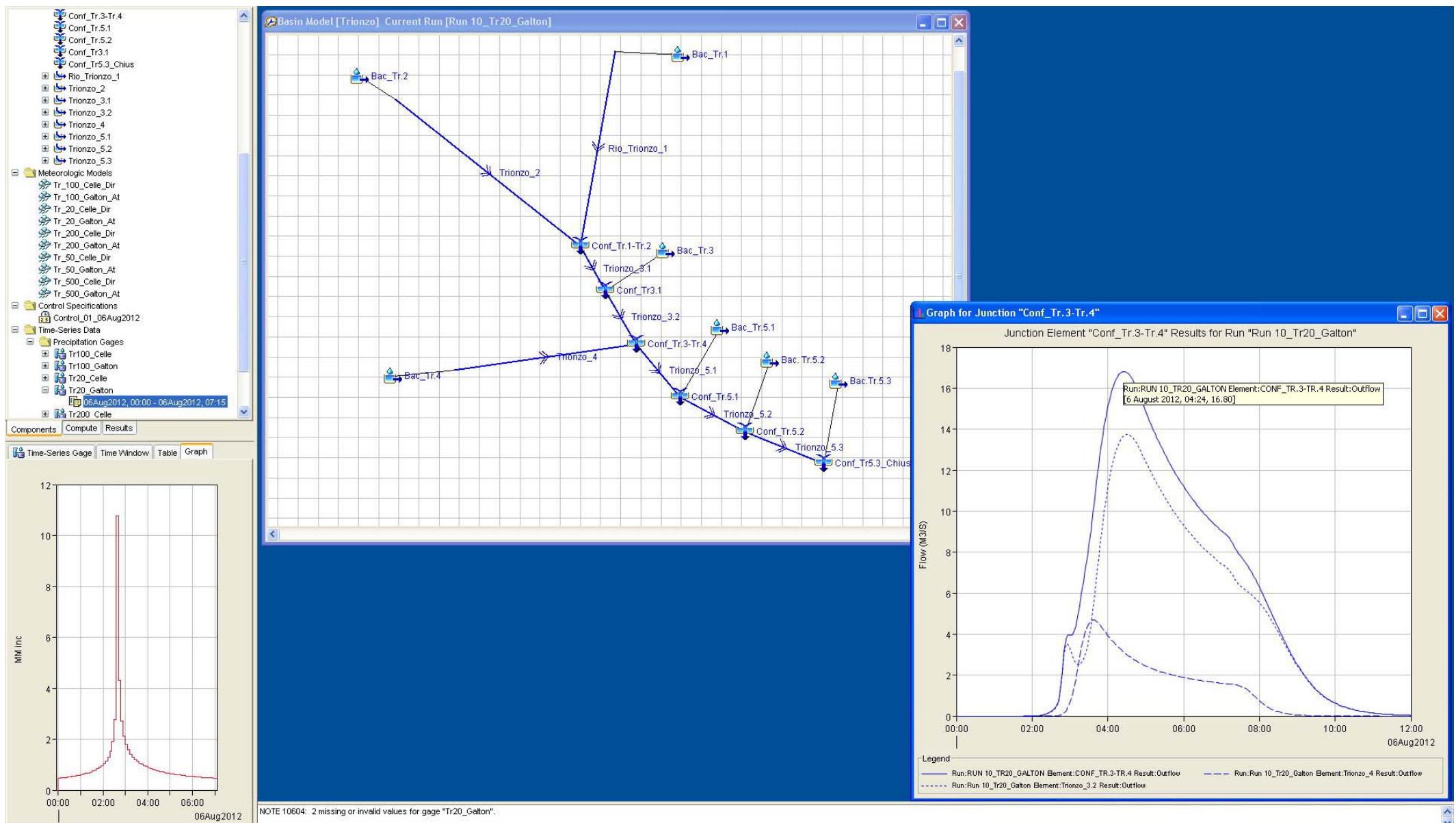
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



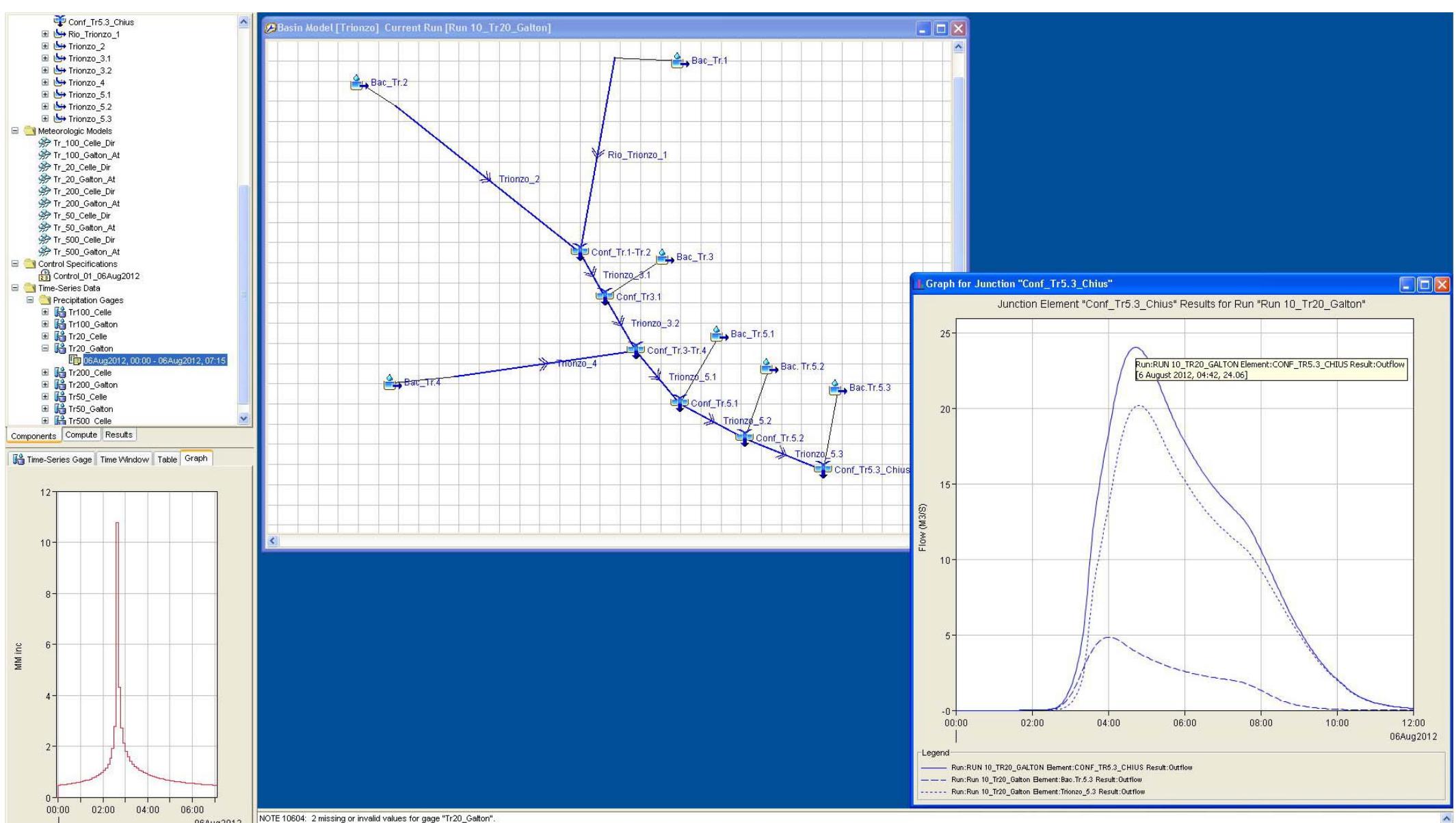
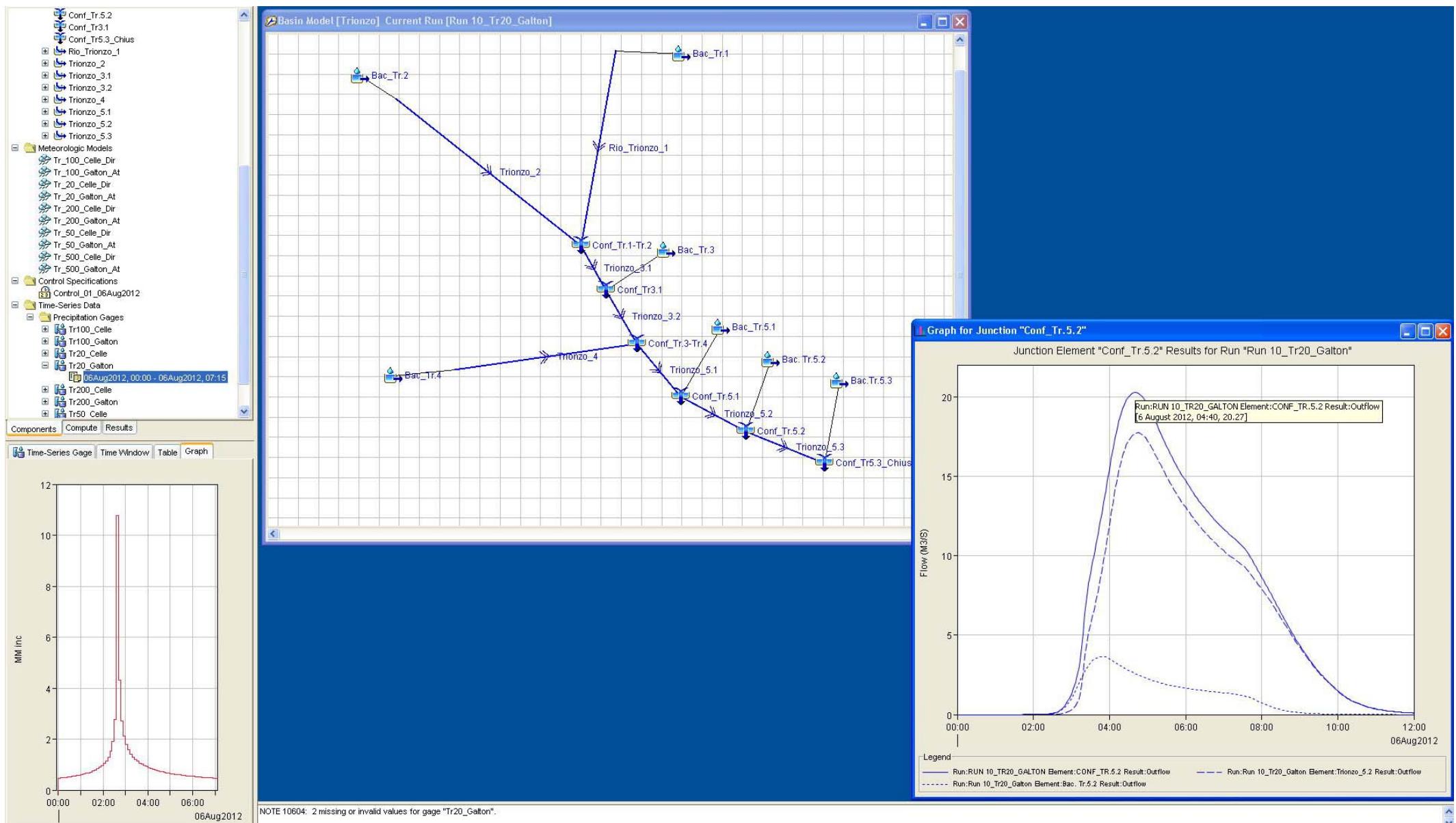
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton

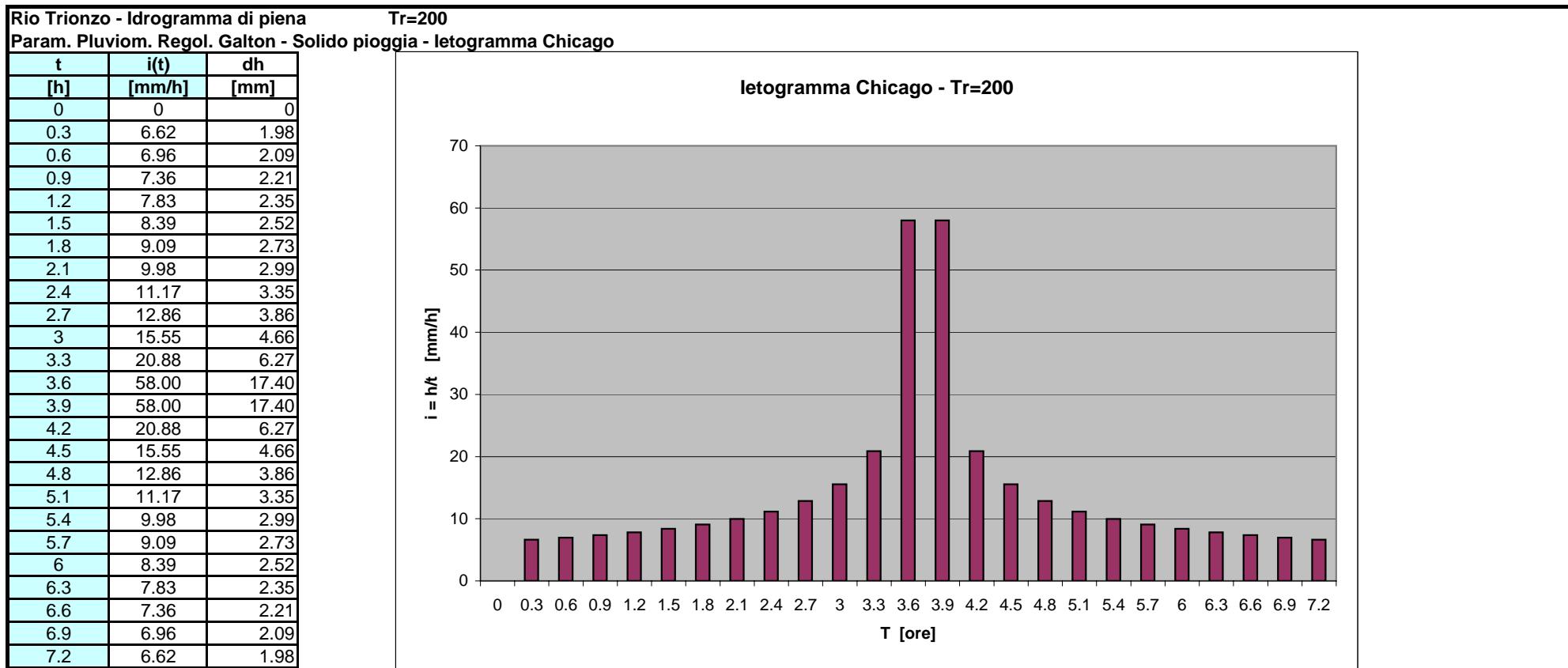


MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



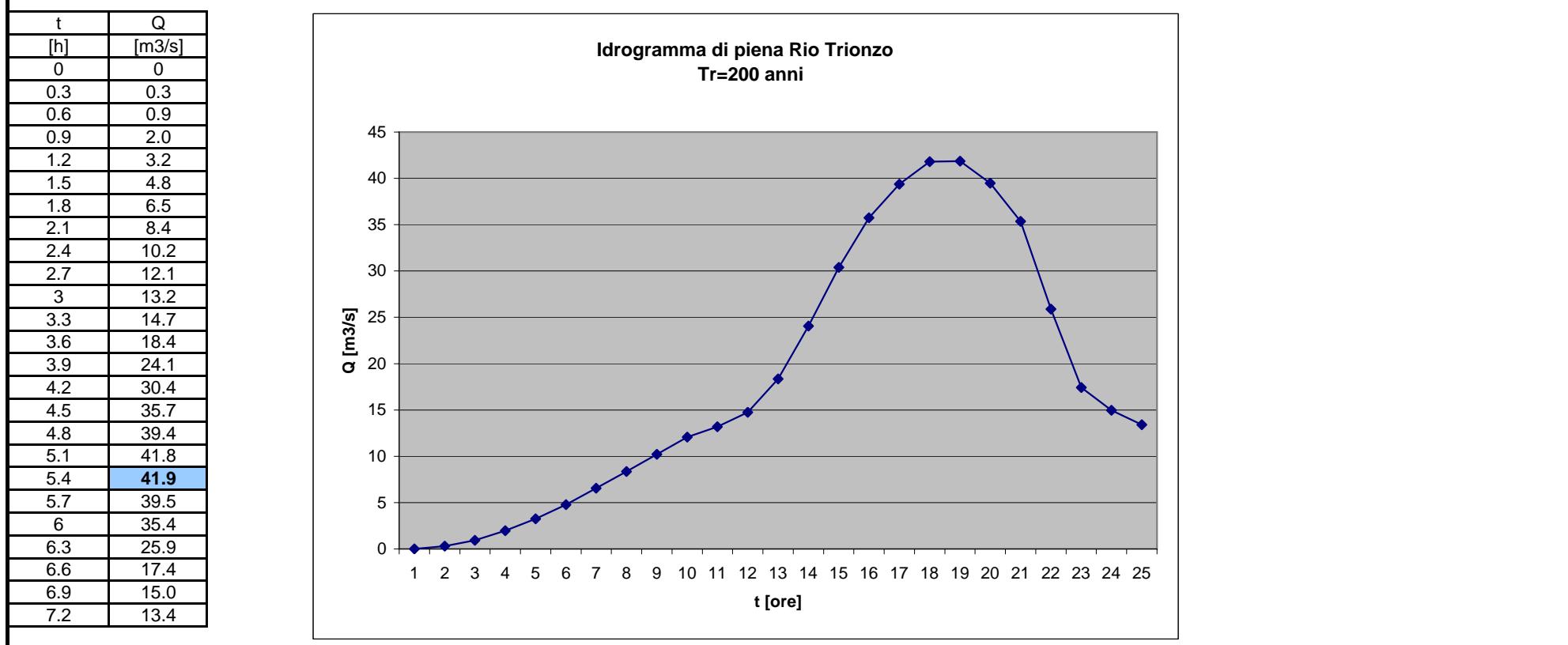
MODELLO IDROLOGICO RIO TRIONZO - Analisi Ietogramma Chicago - Celle Direttiva - Regol. Galton



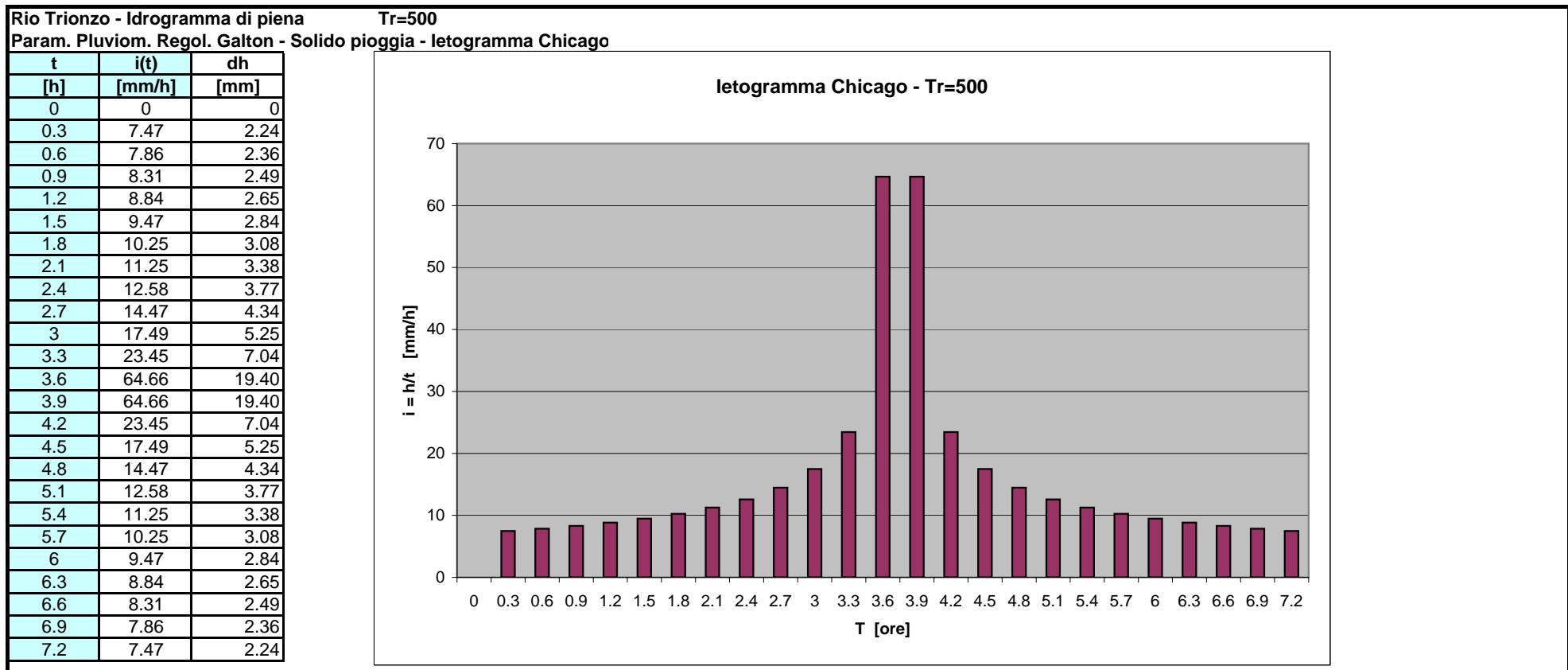


Rio Trionzo - Idrogramma di piena Tr=200
Param. Pluviom. Regol. Galton - Solido pioggia - letogramma Chicago

c = 0.60	Tc = 3.6 ore	Aree isocorrive												Som (A*i)	Q	
Intervalli	t	i(t) [mm/h]	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	[m3/s]	
	0	0													0	
1	0.3	6.62	1.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	0.3
2	0.6	6.96	1.86	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	0.9
3	0.9	7.36	1.97	3.83	5.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.77	2.0
4	1.2	7.83	2.09	4.05	6.29	7.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.47	3.2
5	1.5	8.39	2.24	4.31	6.65	7.41	8.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.72	4.8
6	1.8	9.09	2.43	4.62	7.07	7.83	8.53	8.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.29	6.5
7	2.1	9.98	2.67	5.00	7.59	8.33	9.02	9.27	8.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.17	8.4
8	2.4	11.17	2.98	5.49	8.22	8.94	9.60	9.80	8.72	7.49	0.00	0.00	0.00	0.00	61.23	10.2
9	2.7	12.86	3.43	6.14	9.02	9.68	10.29	10.43	9.22	7.87	6.37	0.00	0.00	0.00	72.45	12.1
10	3	15.55	4.15	7.07	10.09	10.63	11.14	11.18	9.81	8.33	6.70	5.25	0.00	0.00	79.10	13.2
11	3.3	20.88	5.58	8.55	11.62	11.89	12.23	12.11	10.52	8.86	7.08	5.52	4.03	0.00	88.44	14.7
12	3.6	58.00	15.49	11.49	14.05	13.69	13.69	13.29	11.39	9.50	7.54	5.84	4.24	2.81	110.13	18.4
13	3.9	58.00	15.49	31.90	18.87	16.55	15.76	14.87	12.51	10.29	8.08	6.21	4.48	2.95	144.32	24.1
14	4.2	20.88	5.58	31.90	52.41	22.24	19.06	17.12	13.99	11.29	8.75	6.66	4.77	3.12	182.34	30.4
15	4.5	15.55	4.15	11.49	52.41	61.75	25.60	20.71	16.11	12.63	9.61	7.22	5.11	3.32	214.46	35.7
16	4.8	12.86	3.43	8.55	18.87	61.75	71.09	27.81	19.49	14.55	10.75	7.92	5.54	3.56	236.29	39.4
17	5.1	11.17	2.98	7.07	14.05	22.24	71.09	77.24	26.17	17.59	12.37	8.86	6.08	3.86	250.81	41.8
18	5.4	9.98	2.67	6.14	11.62	16.55	25.60	77.24	72.69	23.63	14.97	10.20	6.80	4.23	251.10	41.9
19	5.7	9.09	2.43	5.49	10.09	13.69	19.06	27.81	72.69	65.62	20.10	12.34	7.83	4.74	236.98	39.5
20	6	8.39	2.24	5.00	9.02	11.89	15.76	20.71	26.17	65.62	55.82	16.57	9.47	5.46	212.24	35.4
21	6.3	7.83	2.09	4.62	8.22	10.63	13.69	17.12	19.49	23.63	55.82	46.03	12.72	6.60	155.30	25.9
22	6.6	7.36	1.97	4.31	7.59	9.68	12.23	14.87	16.11	17.59	20.10	46.03	35.32	8.86	104.45	17.4
23	6.9	6.96	1.86	4.05	7.07	8.94	11.14	13.29	13.99	14.55	14.97	16.57	35.32	24.61	89.86	15.0
24	7.2	6.62	1.77	3.83	6.65	8.33	10.29	12.11	12.51	12.63	12.37	12.34	12.72	24.61	80.49	13.4

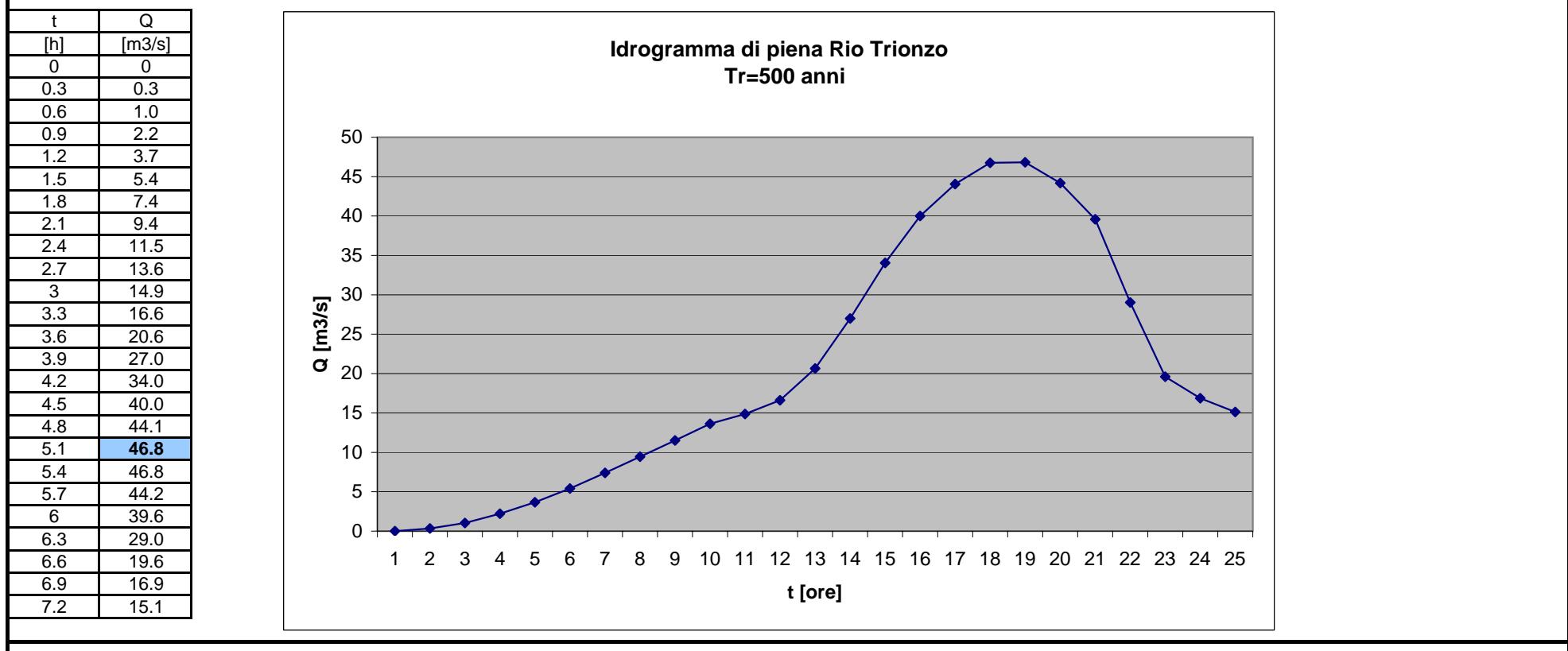


Parametri	Coeff. Curve max. poss. Pluviometriche da dati regolarizzati con Galton - SOLIDO PIOGGIA Stazioni Acqui T., di Nizza M., Castagnole L.									
Galton	Tr=20		Tr=50		Tr=100		Tr=200		Tr=500	
Solido	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
pioggia	30.90	0.4438	36.339	0.436	39.987	0.4401	43.652	0.4437	48.7325	0.4465



Rio Trionzo - Idrogramma di piena Tr=500
Param. Pluviom. Regol. Galton - Solido pioggia - Ietogramma Chicago

c = 0.60	Tc = 3.6 ore																
Aree isocorrive																	
Intervallo	t	i(t) [mm/h]	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Som (A*i)	Q [m³/s]	
	0	0													A.tot = 10.517	0	
1	0.3	7.47	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.3
2	0.6	7.86	2.10	4.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.21	1.0
3	0.9	8.31	2.22	4.32	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.29	2.2
4	1.2	8.84	2.36	4.57	7.10	7.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.99	3.7
5	1.5	9.47	2.53	4.86	7.51	8.37	9.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.42	5.4
6	1.8	10.25	2.74	5.21	7.98	8.84	9.63	9.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.36	7.4
7	2.1	11.25	3.01	5.64	8.56	9.41	10.18	10.47	9.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.62	9.4
8	2.4	12.58	3.36	6.19	9.26	10.08	10.83	11.06	9.85	8.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.09	11.5
9	2.7	14.47	3.87	6.92	10.17	10.92	11.61	11.77	10.41	8.89	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00	81.74	13.6
10	3	17.49	4.67	7.96	11.37	11.98	12.57	12.61	11.07	9.40	7.56	5.93	0.00	0.00	0.00	89.19	14.9
11	3.3	23.45	6.27	9.62	13.08	13.39	13.79	13.66	11.87	10.00	8.00	6.24	4.55	0.00	0.00	99.66	16.6
12	3.6	64.66	17.27	12.90	15.80	15.41	15.42	14.98	12.85	10.72	8.50	6.59	4.79	3.17	0.00	123.85	20.6
13	3.9	64.66	17.27	35.56	21.19	18.62	17.74	16.75	14.10	11.60	9.12	7.01	5.06	3.33	0.00	161.95	27.0
14	4.2	23.45	6.27	35.56	58.42	24.97	21.43	19.28	15.76	12.73	9.87	7.52	5.38	3.52	0.00	204.29	34.0
15	4.5	17.49	4.67	12.90	58.42	68.84	28.75	23.29	18.14	14.23	10.83	8.14	5.77	3.75	0.00	240.07	40.0
16	4.8	14.47	3.87	9.62	21.19	68.84	79.25	31.23	21.91	16.38	12.11	8.93	6.24	4.02	0.00	264.40	44.1
17	5.1	12.58	3.36	7.96	15.80	24.97	79.25	86.11	29.39	19.79	13.93	9.98	6.85	4.35	0.00	280.56	46.8
18	5.4	11.25	3.01	6.92	13.08	18.62	28.75	86.11	81.03	26.54	16.83	11.49	7.66	4.77	0.00	280.87	46.8
19	5.7	10.25	2.74	6.19	11.37	15.41	21.43	31.23	81.03	73.16	22.57	13.88	8.81	5.34	0.00	265.13	44.2
20	6	9.47	2.53	5.64	10.17	13.39	17.74	23.29	29.39	73.16	62.23	18.61	10.65	6.14	0.00	237.54	39.6
21	6.3	8.84	2.36	5.21	9.26	11.98	15.42	19.28	21.91	26.54	62.23	51.31	14.28	7.42	0.00	174.19	29.0
22	6.6	8.31	2.22	4.86	8.56	10.92	13.79	16.75	18.14	19.79	22.57	51.31	39.37	9.95	0.00	117.59	19.6
23	6.9	7.86	2.10	4.57	7.98	10.08	12.57	14.98	15.76	16.38	16.83	18.61	39.37	27.43	0.00	101.26	16.9
24	7.2	7.47	2.00	4.32	7.51	9.41	11.61	13.66	14.10	14.23	13.93	13.88	14.28	27.43	0.00	90.76	15.1



Parametri Coeff. Curve max. poss. Pluviometriche da dati regolarizzati con Galton - SOLIDO PIOGGIA Stazioni Acqui T., di Nizza M., Castagnole L.

Galton	Tr=20		Tr=50		Tr=100		Tr=200		Tr=500					
Solido	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n				
pioggia	30.90	0.4438	36.339	0.436	39.987	0.4401	43.652	0.4437	48.7325	0.4465				

BACINO RIO TRIONZO - PORTATE DI PIENA CON METODI DIVERSI - QUADRO COMPARATIVO

Parametri	Coeff. Curve max. poss. Pluviometriche da CELLE UTM - Autorità di Bacino Po - Allegato 3 "Plena di Progetto"	Tr=50	Tr=100	Tr=200	Tr=500
CELLE	Tr=20				
Direttiva	a	n	a	n	a
Galton	33.4956	0.3822	39.237	0.3743	42.9231
Solido	a	n	a	n	a
poggia	30.9009	0.4438	36.339	0.436	39.987
					0.3644

Parametri	Coeff. Curve max. poss. Pluviometriche da dati regolarizzati con Galton - SOLIDO PIOGGIA Stazioni Accui T., di Nizza M., Castagnole L.					
	Tr=20	Tr=50	Tr=100	Tr=200	Tr=500	
Galton	a	n	a	n	a	n
Solido	a	n	a	n	a	n
poggia	30.9009	0.4438	36.339	0.436	39.987	0.4437
					48.7325	0.4465

Soluz. 1.1	Portate - Met. Razionale - CELLE AdBPO	Tc.tot.med =	3.65	[ore]							
		Conf_ Tr.3.1	Conf_ Tr3-Tr4	Conf_ Tr.5.2	Conf_ Tr.5.3						
	Area bacino [km2]			8.861	10.517						
C	h(tc.med)			Q(tc.med)	Q(tc.med)						
	Tr [mm]			[m3/s]	[m3/s]						
0.542	20	54.94		20.1	23.8						
0.623	50	63.71		26.8	31.8						
0.670	100	69.41		31.4	37.2						
0.686	200	75.62		35.0	41.5						
0.776	500	83.78		43.9	52.1						
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - i valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo	0.66										

Soluz. 1.2	Portate - Metodo Razionale - Galton	Tc.tot.med =	3.65	[ore]							
		Conf_ Tr.3.1	Conf_ Tr3-Tr4	Conf_ Tr.5.2	Conf_ Tr.5.3						
	Area bacino [km2]			8.861	10.517						
C	h(tc.med)			Q(tc.med)	Q(tc.med)						
	Tr [mm]			[m3/s]	[m3/s]						
0.546	20	54.89		20.2	24.0						
0.624	50	63.90		26.9	31.9						
0.678	100	70.69		32.3	38.4						
0.726	200	77.53		37.9	45.0						
0.783	500	86.87		45.9	54.5						
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - i valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo	0.67										

Soluz. 1.3	Portate - Met. Razionale - CELLE AdBPO	Tc.tot.med =	3.65	[ore]							
		Conf_ Tr.3.1	Conf_ Tr3-Tr4	Conf_ Tr.5.2	Conf_ Tr.5.3						
	Area bacino [km2]			8.861	10.517						
C	h(tc.med)			Q(tc.med)	Q(tc.med)						
	Tr [mm]			[m3/s]	[m3/s]						
0.60	20	54.94		22.2	26.4						
0.60	50	63.71		25.8	30.6						
0.60	100	69.41		28.1	33.3						
0.60	200	75.62		30.6	36.3						
0.60	500	83.78		33.9	40.2						
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - i valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo	0.67										

Soluz. 1.4	Portate - Metodo Razionale - Galton	Tc.tot.med =	3.65	[ore]							
		Conf_ Tr.3.1	Conf_ Tr3-Tr4	Conf_ Tr.5.2	Conf_ Tr.5.3						
	Area bacino [km2]			8.861	10.517						
C	h(tc.med)			Q(tc.med)	Q(tc.med)						
	Tr [mm]			[m3/s]	[m3/s]						
0.60	20	54.89		22.2	26.4						
0.60	50	63.90		25.9	30.7						
0.60	100	70.69		28.6	33.9						
0.60	200	77.53		31.4	37.2						
0.60	500	86.87		35.1	41.7						
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - i valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo	0.67										

Soluz. 2.1	Portate - Modello Idrologico HMS - tetogramma Chicago - Galton - Celle Dirett. AdBPO										
		Conf_ Tr.3.1	Conf_ Tr3-Tr4	Conf_ Tr.5.2	Conf_ Tr.5.3						
	Area bacino [km2]			SEZ. 195	SEZ. 76.1						
C	Tr	[mm]		Q	Q						
	20			[m3/s]	[m3/s]						
0.542	50			20.1	23.8						
0.623	100			26.7	31.8						
0.670	200			100	134						
0.686	500			200	234						
0.776				500	550						
Coeff. Deflusso 'c' equivalenti per ricavare portate uguali a quelle ottenute dal Modello Idrologico HMS-SCS - i valori sono congruenti per il terreno Tipo C e CN da uso suolo	0.66										