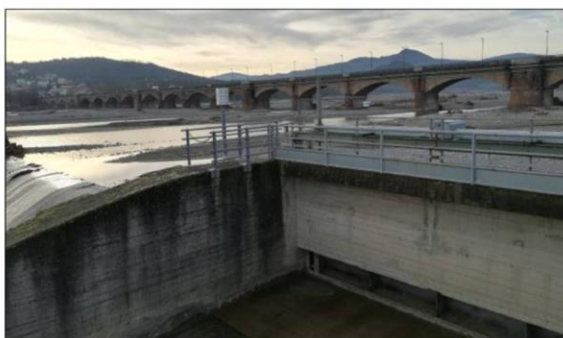


RICHIESTA DI VARIANTE DELLA CONCESSIONE ALLA DERIVAZIONE IDRICA DAL FIUME TARO A RAMIOLA E PROGETTO DEL NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DI MEDESANO

PROGETTO DEFINITIVO



TITOLO ELABORATO
PROGETTO DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO
RELAZIONE IDROLOGICA

ELABORATO
RE04-1
SCALA
-

CODICE PROGETTO	2020 - 022	LIV. PROG.	02	CODICE ELAB.	2020 - 022 - 02 - RE04	REVISIONE	1
-----------------	------------	------------	----	--------------	------------------------	-----------	---

PROGETTISTI:

Ing. Alberto Bizzarri

Arch. Gian Domenico Pedretti

Arch. Paola Cavallini

A+C_ARCHITETTURA E CITTA' studio associato

GEOLOGIA:

Geol. Carlo Caleffi

Geol. Francesco Cerutti

ENGEO s.r.l.

IMPATTO ACUSTICO:

Dott. Matteo Melli

SYRIOS s.r.l.

RESPONSABILE STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE:

Ing. Nicola Mammi

COORDINATORE PER LA SICUREZZA:

Ing. Angelo M. Zanotti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Daniele Scaffi

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE
-	LUG 2020	Progetto Definitivo	Ing. A. Bizzarri	Ing. N. Mammi	Ing. D. Scaffi
1	AGO 2021	Aggiornamento PD per richiesta integ.	Ing. A. Bizzarri	Ing. N. Mammi	Ing. D. Scaffi

INDICE

1. PREMESSA	3
2. IDROGRAFIA DEI BACINI IDROGRAFICI DI INTERESSE	7
3. PLUVIOMETRIA	12
4. IDROLOGIA DELLE PIENE E VERIFICHE IDRAULICHE	22
4.1. ANALISI IDROLOGICHE E VERIFICHE IDRAULICHE DEL CANALE DEL DUCA FRA FELEGARA E MEDESANO	22
4.2. ANALISI IDROLOGICHE E VERIFICHE IDRAULICHE DEL RIO CAMPANARA.....	24
5. CURVA DI DURATA DELLE PORTATE DI ALIMENTAZIONE DELLA TURBINA	26
5.1. CURVA DI DURATA DELLE PORTATE DEL FIUME TARO A RAMIOLA E DELLE PORTATE TURBINABILI.....	28

1. PREMESSA

Da secoli il Canale del Duca deriva acqua in località Ramiola dal fiume Taro e trasporta e distribuisce acqua a fini irrigui, di produzione di forza motrice e di miglioramento della qualità ambientale ad un territorio prevalentemente agricolo esteso per oltre 8000 ha in sponda sinistra del fiume Taro.

Alla portata massima derivabile, fissata da tempo in 2,615 mc/s, è stato dimensionato il tratto iniziale del Canale, a monte delle numerose biforcazioni che si spingono per lungo tratto verso ovest, verso nord e verso est, andando a garantire il rifornimento irriguo di ampie zone della pianura parmense in sinistra Taro.

Con l'ultimo rinnovo di concessione tale portata massima è stata confermata.

Dopo le annate siccitose del 2003 e del 2007, il Consorzio di Bonifica Parmense ha progettato ed in parte realizzato importanti interventi sul sistema irriguo, fra i quali meritano un cenno particolare il progetto dei *Lavori di adeguamento del sistema primario di adduzione dei "Canali Sanvitale" nei Comuni di Medesano, Noceto, Fontevivo, Fontanellato e San Secondo in Provincia di Parma* redatto dalla società HYDRODATA e i progetti per la *Condotta per l'invaso del bacino 4 di Medesano e per lo scarico nel rio Canalazzo* – dell'Agosto 2018 e per la *Condotta di distribuzione in pressione dell'acqua dagli invasi irrigui di Medesano N. 1, 2 e 3*, del Marzo 2018, entrambi i progetti dello studio Majone & Partners.

Quest'ultimo progetto, approvato nel 2018, ha previsto di realizzare entro il 2025 quattro invasi stagionali per uso irriguo sul terrazzo in sponda sinistra del fiume Taro, all'altezza di Medesano, per disporre di una riserva idrica stagionale di capacità utile di circa 2.900.000 mc, allo scopo di far fronte a magre estive eccezionali nel fiume Taro, consentendo di continuare a servire il comprensorio irriguo che beneficia delle acque del canale. Il progetto fa riferimento a una valutazione di portate massime di 2.150 l/s, da aprile a settembre e di 650 mc/s, da ottobre a marzo.

Con la revisione delle concessioni regionali di derivazione delle acque ad uso irriguo, la precedente concessione rilasciata al Consorzio della Bonifica Parmense per la derivazione di acqua dal Fiume Taro a Ramiola per l'alimentazione idrica dello storico Canale del Duca (risalente al tredicesimo secolo), la quale prevedeva di poter derivare per soli usi irrigui la portata massima di 2,615 mc/s, nel rispetto del rilascio del deflusso minimo vitale nel fiume Taro a valle della traversa di Fornovo-Ramiola e dei diritti di terzi, è stata modificata (Determina Arpa Regione Emilia Romagna n.3377 del 28/06/2017) limitando a soli 8 Mmc il volume annuo derivabile.

La forte contrazione di volumi idrici concessi per uso irriguo e la cessazione degli usi plurimi comporteranno per il comprensorio servito dalla rete di canalizzazioni del Consorzio della Bonifica Parmense gravi problemi, per la impossibilità, per lo stesso Consorzio, di garantire anche in futuro il mantenimento dei livelli di soddisfacimento della domanda idrica per diversi usi assicurata per oltre sette secoli.

Tale situazione ha indotto il Consorzio a proporre la revisione della vigente concessione di derivazione, con mantenimento della portata massima derivabile del Taro a Ramiola (2615 l/s), con incremento del volume annuo derivabile per usi irrigui a 35 Mmc (risultante dal calcolo del fabbisogno sviluppato secondo i criteri

stabiliti dalle Deliberazioni G.R. n. 1792 del 31.10.2016 e n. 2254 del 21.12.2016), e con l'introduzione della possibilità di utilizzare le portate derivate in transito nel Canale del Duca per il funzionamento di una centralina idroelettrica di potenza nominale 250 KW e portata massima 1500 l/s.

Tale possibilità è garantita dal tracciato plano-altimetrico del canale.

Nel tratto iniziale del Canale del Duca, infatti, le quote del fondo si abbassano lentamente rispetto alla quota di fondo dell'opera di presa (circa 134 m s.m.); in particolare, si segnalano le quote di 124,20 m s.m. nel nodo di partizione dello scolmatore nel fiume Taro (e di alimentazione del Canale di Medesano), a valle di Felegara, e di 120,40 m s.m. nel nodo di partizione per l'alimentazione del Canalazzo.

Il profilo di fondo rende quindi disponibili salti crescenti lungo il percorso fra il canale del Duca ed i canali secondari ed i sottostanti terrazzi fluviali con valori di alcuni metri sotto Felegara e di una ventina di metri sotto Medesano.

Riprendendo le vecchie consuetudini di utilizzare il Canale del Duca anche per la produzione di forza motrice, oltre che per l'uso irriguo, e di ottenere nello stesso tempo condizioni di deflusso costante nel canale, con benefici di natura igienica ed ambientale, si presenta la opportunità di valorizzare il sistema di canali per la produzione di energia elettrica, mediante l'inserimento a monte dei canali secondari di turbine idrauliche, in grado di sfruttare la potenza della corrente proporzionale al prodotto della portata turbinata per il salto netto (salto lordo meno le perdite di carico lungo le canalizzazioni).

Questa opportunità è stata oggetto sinora di prudente valutazione da parte del Consorzio di Bonifica Parmense a causa del carattere promiscuo del canale.

Nel tempo, infatti, il canale del Duca è stato interessato da immissioni di acque esterne, fra le quali una particolare rilevanza è stata assunta dalle acque piovane raccolte dai versanti collinari situati a monte del tracciato collinare, in particolare nel tratto compreso tra Felegara e Medesano, e, in misura più ridotta, da scarichi di aree urbane.

Nelle verifiche del funzionamento idraulico del canale, si è presentata quindi la necessità non solo di assicurare il transito con franchi adeguati delle portate richieste dalle utenze di valle, in condizioni di moto permanente, ma anche di consentire il deflusso senza rischi idraulici per le fasce di territorio attraversate delle portate di acque piovane raccolte lungo il percorso, di carattere aleatorio, e di alleggerire il funzionamento idraulico del canale mediante inserimento di scaricatori di piena. Si è ritenuto che il rispetto di tali condizioni costituisca la premessa per un'eventuale valorizzazione ad uso idroelettrico. Il Consorzio della Bonifica Parmense ha promosso a tal fine la effettuazione di uno studio specifico, mirante a verificare il livello di rischio idraulico del canale in relazione agli apporti esterni e di conseguenza la compatibilità con portate che garantiscano la possibilità dell'uso idroelettrico nell'arco dell'anno, naturalmente, in subordine al prioritario uso irriguo.

L'adeguamento del sistema primario di adduzione a tali condizioni di funzionamento è stato concretamente avviato dal Consorzio della Bonifica Parmense con l'esecuzione di gran parte degli interventi proposti nei primi anni 2000 da Hydrodata S.p.A.; tra questi si citano in particolare quelli relativi al tratto compreso fra Felegara-Località Ponte del Duca e Medesano-Strada Comunale Trevignano.

In tale tratto, sono stati realizzati i seguenti lavori di adeguamento:

- riprofilatura e risezionamento del canale del Duca, con rivestimento del fondo e delle sponde in calcestruzzo;
- rifacimento di gran parte dei manufatti di attraversamento, realizzazione di scolmatori: nel fiume Taro, con manufatto in località Ponte del Duca; nel Rio Campanara, a monte dell'abitato di Medesano; ed infine nel Canalazzo, all'altezza della strada comunale Trevignano, intervento quest'ultimo che comprende una condotta DN 1500 lunga circa 850 m, una vasca di dissipazione e una canaletta in cemento armato lunga 805 m per lo scarico nel Canalazzo;
- posizionamento di un manufatto di sgrigliatura a pulizia meccanica a monte dell'attraversamento della strada comunale Trevignano.

Nelle verifiche idrauliche in regime di moto vario del tratto preso in esame, la società Hydrodata ha considerato la sovrapposizione alla portata di 2,5 mc/s derivata dal fiume Taro – in assenza di prelievi a monte di Felegara - di onde di piena generate dai bacini collinari interferenti, con colmi di circa 0,8 mc/s a monte dello scaricatore nel canale di Medesano-fiume Taro e di 1,1 mc/s nel Rio Campanara. Tale verifica è stata effettuata accertando anche il regolare deflusso in alveo delle massime portate in transito, con franchi adeguati rispetto alle sommità delle sponde.

Al fine di stimare la fattibilità e il dimensionamento degli eventuali impianti idroelettrici da inserire in derivazione dal canale del Duca, si è effettuato nel 2018 un accurato controllo delle opere di adeguamento del sistema primario effettivamente realizzate, integrato da specifici rilievi topografici. Si è così potuto accertare che le opere stesse, così come costruite, corrispondono sostanzialmente a quelle previste dai progetti esecutivi, ad eccezione di alcuni manufatti minori. Di questi ultimi potrà essere conveniente procedere all'adeguamento, da considerarsi peraltro non strettamente necessario al regolare funzionamento idraulico del canale.

Sul sistema esistente all'ottobre 2018 sono state ripetute le verifiche idrauliche, considerando la possibilità di inserimento in derivazione dal Canale del Duca in località Ponte del Duca di un impianto idroelettrico con portata massima di 500 l/s e di un secondo impianto idroelettrico ai piedi dell'abitato di Medesano con portata massima di 1500 l/s.

Si precisa che:

- il calcolo delle portate al colmo venticinquennali e monosecolari generate dai piccoli bacini collinari di estensione di alcune decine di ettari è stato effettuato considerando il metodo cinematico (De Martino) tenendo conto della ridotta estensione dei bacini imbriferi, dei piccoli tempi di corrivazione (da un quarto d'ora alla mezz'ora), della stagionalità delle piogge critiche di pari durata (esclusivamente estive) e del conseguente basso coefficiente di afflusso alla rete; le officiosità idrauliche del canale sono state valutate assumendo valori cautelativi dei coefficienti di scabrezza delle pareti;
- i calcoli idraulici in condizione di moto vario evidenziano modeste differenze dei livelli massimi raggiunti dall'acqua nel canale del Duca rispetto a quelli a suo tempo calcolati dalla società Hydrodata.

Ulteriori verifiche idrauliche in regime di moto permanente sono state effettuate per valutare l'officiosità idraulica dei canali ricettori degli scarichi dei due impianti idroelettrici proposti (scolmatore in località Ponte del

Duca e canaletta in C.A./Canalazzo), accertando che ognuno può convogliare verso valle con buon margine l'intera portata massima di 2,5 mc/s derivabile dal fiume Taro in base al progetto della Società Hydrodata.

Ad integrazione delle analisi idrologiche e delle verifiche idrauliche elencate in precedenza, effettuate nell'ottobre 2018, si è reso necessario ai fini del presente progetto eseguire analoghi calcoli per il tratto di alveo arginato del rio Campanara che attraversa il terrazzo fluviale del Taro ai piedi di Medesano, il quale scorre a breve distanza dal sito in cui è stata localizzata la nuova centrale idroelettrica.

Riassumendo, le analisi idrologiche sviluppate nella presente relazione riguardano la determinazione delle caratteristiche idrografiche degli interbacini del versante collinare da Felegara a Medesano aventi come recapito il Canale del Duca, nonché il sottobacino del rio Campanara che, dopo aver ricevuto le portate scolmate dal Canale del Duca, attraversa il terrazzo sinistro del Taro, scorre a fianco della nuova centrale idroelettrica e sbocca nel Taro dopo aver attraversato l'Autocamionale della Cisa.

Degli stessi bacini, vengono determinate le portate di piena di ricorrenza venticinquennale e monosecolare, occorrenti per procedere alle valutazioni di pericolosità e di rischio idraulico del territorio dominato dal Canale del Duca e dal rio Campanaro.

Le analisi idrologiche necessarie alla progettazione dell'impianto idroelettrico non si limitano alla valutazione della sicurezza idraulica del territorio attraversato dal Canale del Duca e del Rio Campanara, attraverso il confronto fra le portate in transito nei diversi vettori, derivate dal Taro per usi plurimi o generate da piene di bacini tributari, ma si estendono alla definizione della curva di durata delle portate derivabili del manufatto di presa dal Canale del Duca e turbinabili, a sua volta condizionata dalla curva di durata delle portate naturali in transito nel fiume Taro a monte della traversa di Fornovo-Ramiola.

2. IDROGRAFIA DEI BACINI IDROGRAFICI DI INTERESSE

Nelle figure 1 e 2, si riportano le mappe idrografiche dei nove sottobacini tributari del Canale del Duca, da Felegara a Medesano, e del rio Campanara.

La figura 1 è tratta dallo studio "Valutazione del rischio idraulico del tratto iniziale del Canale del Duca ai fini della valorizzazione per la produzione di energia "idroelettrica" redatto dall'Ing. Alberto Bizzarri, nell'ottobre 2018; nella figura sono indicate anche le estensioni dei nove interbacini di interesse, comprese fra 7 e 35 ha.

Nelle nove schede successive, sono riassunte le principali grandezze idrografiche da utilizzare per la successiva stima delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno: sezione di interesse, area naturale sottesa (Kmq), area urbana sottesa (Kmq), Quota massima del bacino (m s.m.), Quota della sezione di chiusura (m s.m.), Quota media (m s.m.), altezze massima e media del bacino sulla sezione di chiusura (m).

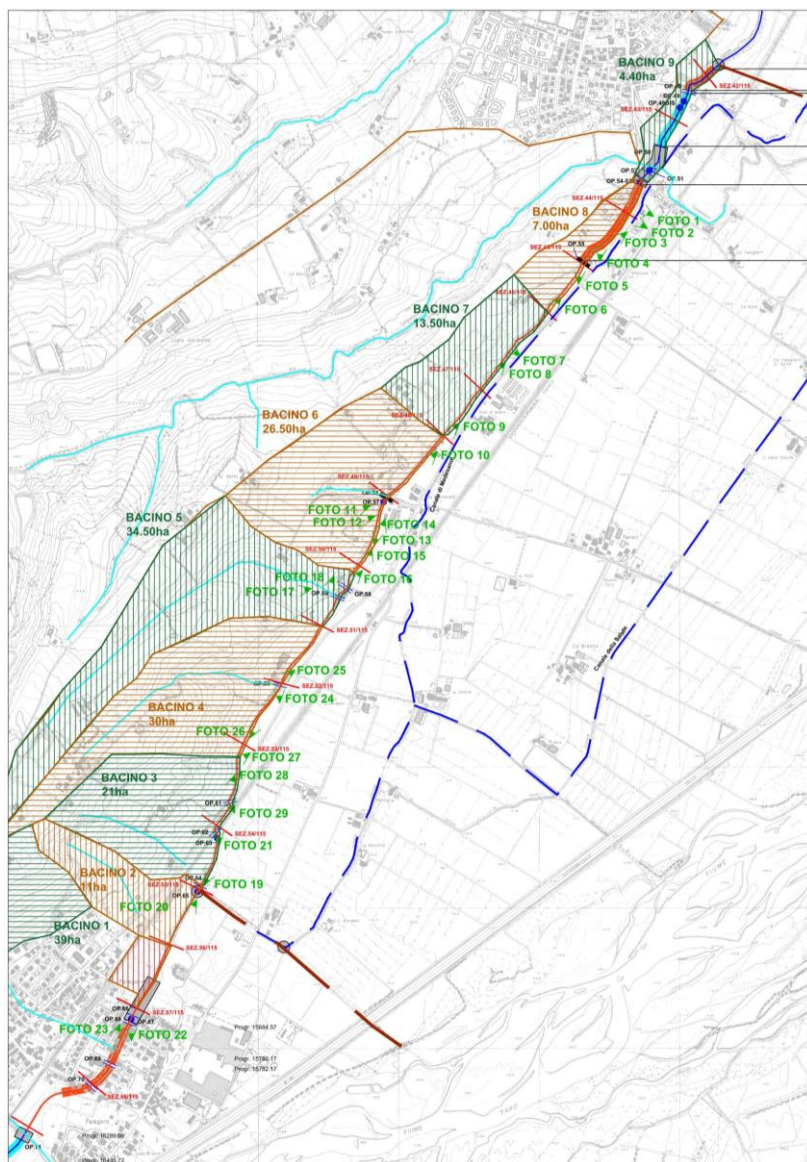


FIGURA 2-1: PLANIMETRIA DEL CANALE DEL DUCA, SU BASE CTR, CON INDICAZIONE DELLE SEZIONI TRASVERSALI E DEI BACINI COLLINARI Afferenti

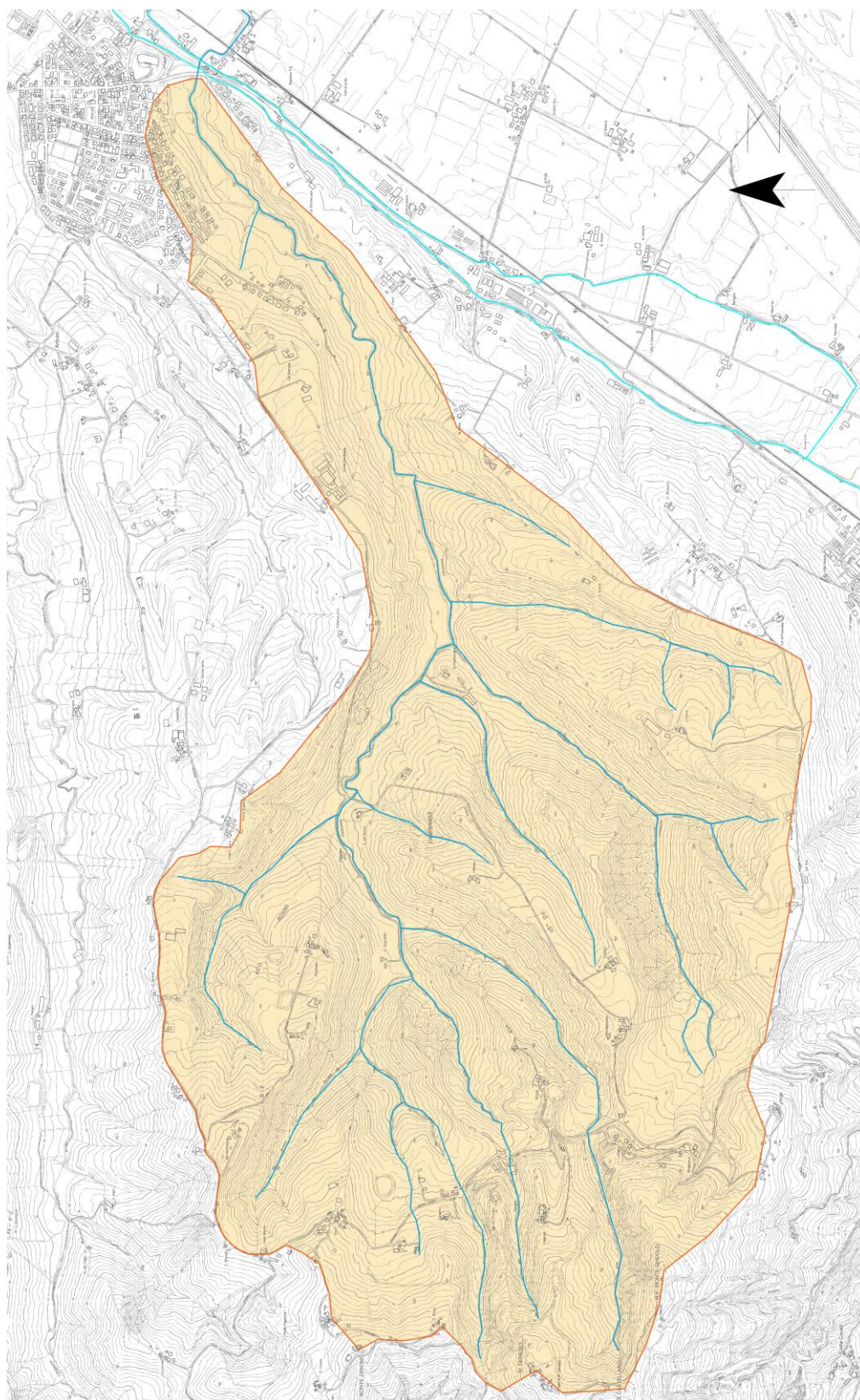


FIGURA 2-2: PLANIMETRIA DEL RIO CAMPANARA, SU BASE CTR, CON INDICAZIONE DEL BACINO AFFERENTE

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coeff. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 1	OP 68	0.35	0.00	1.00	275.0	200.0	125.0	1.2	150.0	75.0	0.44	24.6	29.5	0.650	0.781	18.6	22.3

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.4	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.4315	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.6800	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.125	pendenza media bacino
n	4.2304	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr = 25 anni	41.26	0.625
per Tr = 100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.25	0.09	0.11
0.44	0.65	0.78
0.62	0.09	0.11
2.62	0.00	0.00

Volumi di piena 874 1,050

1	Kirpich	0.27
2	Giandotti	0.60
3	Medio	0.44

Tempo di corrivazione scelto: 3

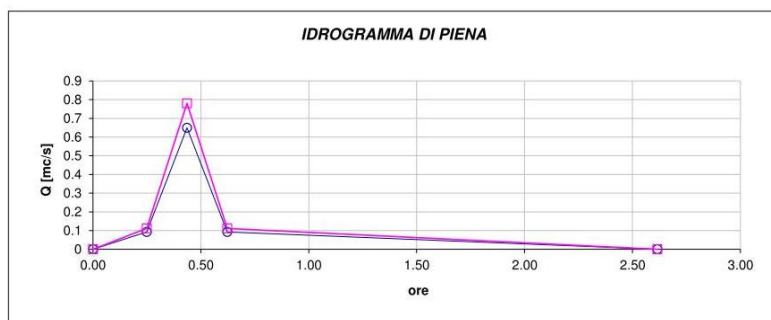


FIGURA 2-3: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 1

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coeff. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 2	SEZ.56	0.11	0.00	1.00	230.0	177.5	125.0	1.2	105.0	52.5	0.42	24.2	29.0	0.201	0.241	18.3	21.9

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.4	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.5533	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.6800	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.0875	pendenza media bacino
n	4.0520	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr = 25 anni	41.26	0.625
per Tr = 100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.24	0.03	0.03
0.42	0.20	0.24
0.61	0.03	0.03
2.55	0.00	0.00

Volumi di piena 263 316

1	Kirpich	0.31
2	Giandotti	0.54
3	Medio	0.42

Tempo di corrivazione scelto: 3

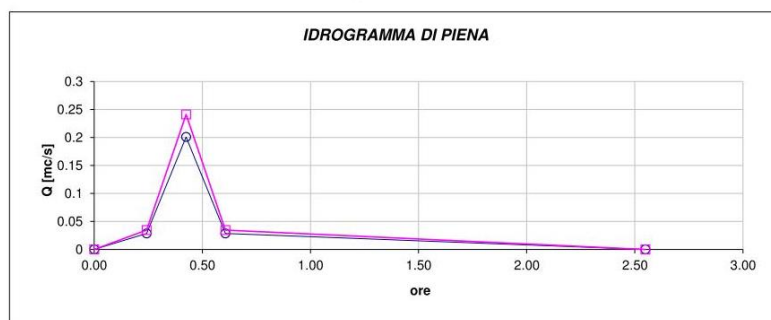


FIGURA 2-4: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 2

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coeff. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 3	SEZ.54	0.21	0.00	1.00	230.0	177.5	125.0	0.4	105.0	52.5	0.28	18.7	22.0	0.573	0.674	27.3	32.1

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.7	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.5312	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.25	pendenza media bacino
n	4.8119	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr = 25 anni	41.26	0.625
per Tr = 100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.16	0.08	0.10
0.28	0.57	0.67
0.40	0.08	0.10
1.69	0.00	0.00

Volumi di piena 497 586

1	Kirpich	0.14
2	Giandotti	0.42
3	Medio	0.28

Tempo di corrivazione scelto: 3

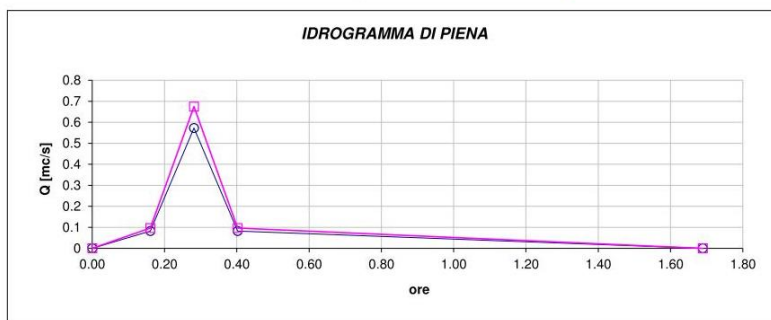


FIGURA 2-5: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 3

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coef. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 4	SEZ.53	0.30	0.00	1.00	240.0	182.5	125.0	0.9	115.0	57.5	0.40	23.3	27.9	0.874	1.046	29.1	34.9

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.6	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.4516	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.13529412	pendenza media bacino
n	4.2790	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr =25 anni	41.26	0.625
per Tr= 100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.23	0.12	0.15
0.40	0.87	1.05
0.57	0.12	0.15
2.40	0.00	0.00

Volumi di piena 1,080 1,292

1	Kirpich	0.23
2	Giandotti	0.57
3	Medio	0.40

Tempo di corrivazione scelto: 3

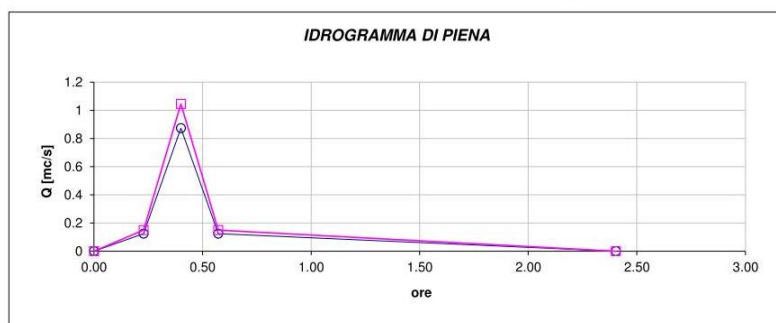


FIGURA 2-6: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 4

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coef. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 5	OP 59	0.345	0.00	1.00	240.0	182.5	125.0	1.3	115.0	57.5	0.51	27.2	33.0	1.174	1.422	34.0	41.2

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.6	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.4177	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.08846154	pendenza media bacino
n	4.0566	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr =25 anni	41.26	0.625
per Tr= 100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.29	0.17	0.20
0.51	1.17	1.42
0.73	0.17	0.20
3.08	0.00	0.00

Volumi di piena 1,860 2,253

1	Kirpich	0.32
2	Giandotti	0.71
3	Medio	0.51

Tempo di corrivazione scelto: 3

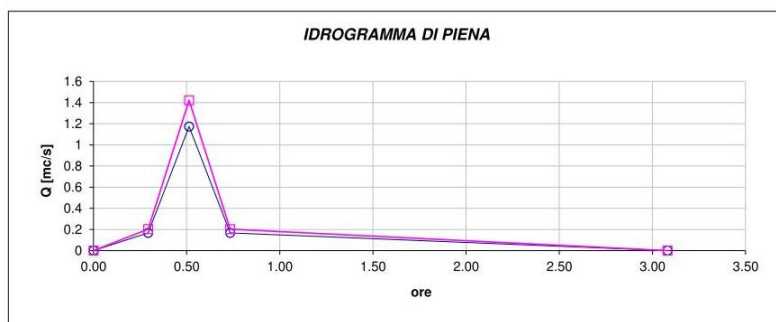


FIGURA 2-7: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 5

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coef. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 6	SEZ. 49	0.265	0.00	1.00	190.0	157.5	125.0	0.4	65.0	32.5	0.37	22.2	26.5	0.859	1.025	32.4	38.7

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.7	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.4754	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.1625	pendenza media bacino
n	4.4069	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr =25 anni	41.26	0.625
per Tr= 100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.21	0.12	0.15
0.37	0.86	1.03
0.53	0.12	0.15
2.23	0.00	0.00

Volumi di piena 985 1,175

1	Kirpich	0.16
2	Giandotti	0.58
3	Medio	0.37

Tempo di corrivazione scelto: 3

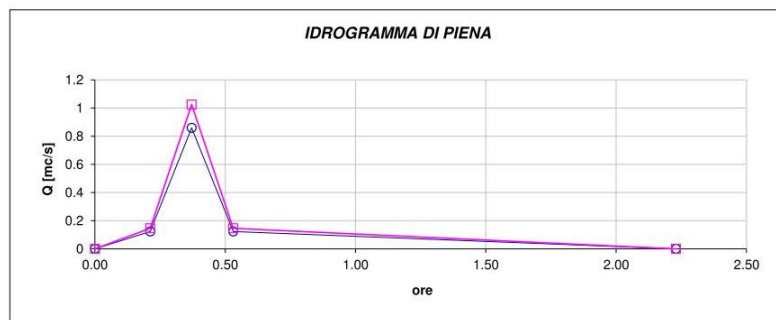


FIGURA 2-8: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 6

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coef. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 7	SEZ. 47	0.135	0.00	1.00	150.0	137.5	125.0	0.3	25.0	12.5	0.43	24.4	29.3	0.481	0.578	35.6	42.8

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.7	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.5244	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.08333333	pendenza media bacino
n	4.0321	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr=25 anni	41.26	0.625
per Tr=100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.25	0.07	0.08
0.43	0.48	0.58
0.62	0.07	0.08
2.59	0.00	0.00

Volumi di piena 641 770

1	Kirpich	0.19
2	Giandotti	0.68
3	Medio	0.43

Tempo di corrivazione scelto: 3

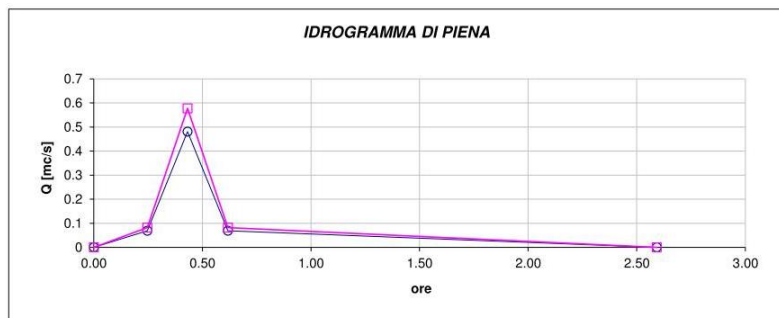


FIGURA 2-9: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 7

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coef. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 8	SEZ. 45	0.070	0.00	1.00	150.0	137.5	125.0	0.3	25.0	12.5	0.36	21.8	25.9	0.222	0.265	31.8	37.8

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.7	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.6172	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.08333333	pendenza media bacino
n	4.0321	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr=25 anni	41.26	0.625
per Tr=100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.21	0.03	0.04
0.36	0.22	0.26
0.51	0.03	0.04
2.16	0.00	0.00

Volumi di piena 246 293

1	Kirpich	0.19
2	Giandotti	0.53
3	Medio	0.36

Tempo di corrivazione scelto: 3

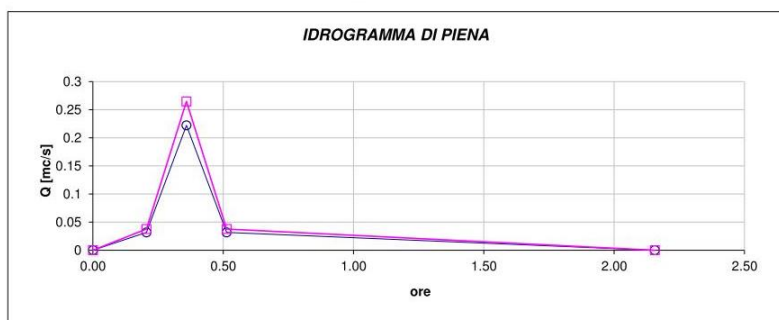


FIGURA 2-10: DIAGRAMMA DI PIENA, INTERBACINO 8

Descrizione	Sezione	Area naturale sottesa	Area urbana sottesa	Coef. Rid.	Quota massima	Quota media	Quota chiusura	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_25 [mm]	hp_100 [mm]	Q_25 [mc/s]	Q_100 [mc/s]	q_25 [l/s/ha]	q_100 [l/s/ha]
BACINO 9	SEZ. 43	0.045	0.00	1.00	150.0	137.5	125.0	0.3	25.0	12.5	0.32	20.3	24.1	0.133	0.158	29.7	35.1

Parametri applicati		
λ	4	durata dell'onda di piena
ϕ_1	0.7	coefficiente infiltrazione
ϕ_2	0.6886	coeff. di ritardo (Burki)
ϕ_2	0.7500	coeff. di ritardo (DeMartino)
ϕ_3	1	coefficiente di ritenuta
ϕ_4	1	coefficiente di distribuzione
i	0.08333333	pendenza media bacino
n	4.0321	dalla formula di Burki

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr=25 anni	41.26	0.625
per Tr=100 anni	51.56	0.671

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_2 [mc/s]
0.00	0	0
0.18	0.02	0.02
0.32	0.13	0.16
0.46	0.02	0.02
1.93	0.00	0.00

Volumi di piena 133 157

1	Kirpich	0.19
2	Giandotti	0.46
3	Medio	0.32

Tempo di corrivazione scelto: 3

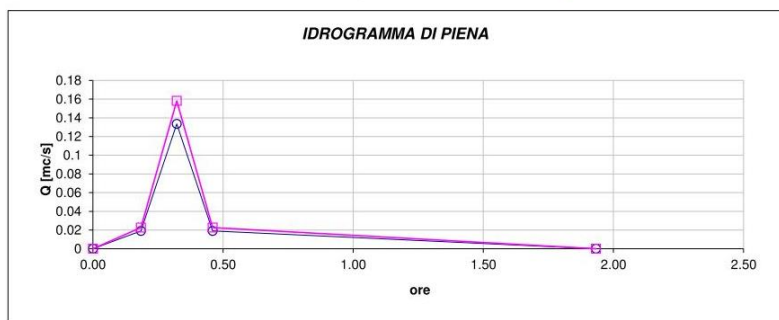


FIGURA 2-11: DIAGRAMMA DI PIENA INTERBACINO 9

3. PLUVIOMETRIA

La stima delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno che possono essere generate da un bacino di piccola estensione, caratterizzato da tempi di corrivazione inferiori all'ora o, al più di poche ore viene solitamente effettuata attraverso la preliminare definizione delle linee segnalatrici di possibilità climatica relative a piogge di ugual durata, ricavate in base alla analisi statistica dei valori di altezza di pioggia misurati da pluviometri in funzione nell'area idrografica di interesse.

Nel caso in esame si sono considerate le misure delle piogge raccolte dalle Stazioni Pluviometriche di Neviano de Rossi (390 m s.m. – serie storica dal 1966 al 1995) e Ramiola nei pressi di Medesano (145 m s.m. – serie storica dal 1972 al 2015 con qualche anno di interruzione delle misure), come rappresentative delle sollecitazioni meteorologiche con cui verificare il funzionamento e l'officiosità idraulica del Canale del Duca durante l'anno.

La stazione di Ramiola è ubicata in sponda sinistra del fondovalle fiume Taro sette km a monte di Medesano, a quota altimetrica poco superiore dalla quota di questa località, mentre Neviano dei Rossi è posta sui rilievi collinari fra le vallate del Taro e del Baganza, a quota 390 m s.m., prossima a quelle del crinale e della fascia superiore del bacino imbrifero del Rio Campanara.

Nelle tabelle 1, 2, 3 e 4 si riportano per entrambe le stazioni pluviometriche i dati delle piogge intense di breve durata (da 10 a 45 minuti primi) e di durata di ore (1, 3, 6, 12 e 24 ore), i risultati dell'analisi statistica degli eventi estremi (tempi di ritorno da 5 anni al millennio), nonché, per gli stessi tempi di ritorno, gli indici "a" ed "n" delle linee segnalatrici di possibilità climatica $h = a t^n$, ove h è la altezza di pioggia (in mm) e t è la durata di pioggia (in ore); si sono considerate separatamente le piogge di durata inferiore all'ora e quelle di durata superiore all'ora.

Non sussistono significative differenze fra le due stazioni pluviometriche per le piogge di durata superiore all'ora, mentre per quelle di durata inferiore all'ora risulta più piovosa la zona collinare (Neviano de' Rossi) rispetto a quella di fondovalle (Ramiola di Medesano).

STAZIONE PLUVIOMETRICA: PARMA - NEVIANO ROSSI (390 m slm)										
ALTEZZE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI										
ANNO	DURATA (MINUTI)					DURATA (ORE)				
	10	15	20	30	45	1	3	6	12	24
1966		8.0		25.0	38.0	40.0	43.5	55.5	71.0	104.0
1967		7.0		18.4		32.6	33.0	33.0	56.0	88.0
1968		16.0	14.0		25.0	26.0	32.0	42.0	62.0	73.4
1969	8.4	18.0		24.0		26.0	35.0	51.0	52.6	63.2
1970		9.0		12.0		18.0	23.8	35.0	43.2	62.8
1971		10.0		12.0	17.0	19.6	28.0	42.0	61.0	132.0
1972		13.0				18.0	22.4	32.0	55.0	99.0
1973		11.8				39.0	56.0	67.8	68.6	120.0
1974				12.4		14.8	26.8	32.4	57.6	71.8
1975	13.0			12.2						
1976				23.6		24.6	27.8	29.8	29.8	37.2
1977		20.6				25.2	31.8	44.2	49.4	53.6
1978				28.0		34.6	40.8	44.8	61.0	83.0
1979										
1980										
1981						14.0	22.8	33.4	53.0	80.6
1982		17.4				23.6	38.4	44.2	44.4	44.8
1983		15.0		21.0		32.0	34.8	34.8	46.0	78.6
1984				11.0		21.2	31.4	43.0	60.0	68.6
1985			11.6	8.4		29.0	35.6	35.8	36.2	41.6
1986	12.6					36.6	36.6	36.6	36.6	39.6
1987						12.0	21.4	35.2	41.4	55.8
1988		9.2		11.2	13.0	14.8	35.8	38.4	38.4	41.0
1989		9.6		10.0	10.2	10.6	15.4	28.2	47.6	65.2
1990						10.6	19.6	28.8	38.4	53.6
1991		12.4		15.4	18.4	21.4	40.4	42.6	65.2	79.6
1992										
1993		12.0		15.2	19.0	21.0	24.2	32.6	45.6	51.8
1994		11.2		14.6	16.0	17.6	25.2	42.2	72.8	103.0
1995		7.0		10.6	11.4	13.4	21.6	26.8	47.0	50.0
1996										
1997										
1998										
1999										
2000										
2001										
2002										
2003										
2004										
2005										
2006										
2007										
2008										
2009										
2010										
2011										
2012										
2013										
2014										
2015										
2016										

TABELLA 3-1: STAZIONE PLUVIOMETRICA NEVIANO DE ROSSI - ALTEZZE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI

	10min	15min	20min	30min	45min	1ora	3ore	6ore	12ore	24ore
media	11.33	12.19	12.80	15.83	18.67	22.93	30.93	38.93	51.53	70.84
dev.st	2.548202	4.015265	1.697056	5.991857	8.518803	8.79999	8.934677	9.186841	11.57002	25.35704
u	10.18823	10.38387	12.03738	13.14073	14.83851	18.97626	26.91189	34.79857	46.33147	59.44359
alfa	0.503885	0.31978	0.756604	0.214291	0.150725	0.145909	0.14371	0.139765	0.110976	0.050637

Altezze di pioggia secondo la distribuzione di Gumbel

Tr / DURATA	0.167	0.250	0.333	0.500	0.750	1	3	6	12	24
5	13.16	15.07	14.02	20.14	24.79	29.26	37.35	45.53	59.85	89.07
10	14.65	17.42	15.01	23.64	29.77	34.40	42.57	50.90	66.61	103.88
20	16.08	19.67	15.96	27.00	34.54	39.33	47.58	56.05	73.10	118.10
25	16.54	20.39	16.26	28.07	36.06	40.90	49.17	57.68	75.15	122.61
50	17.93	22.59	17.19	31.35	40.73	45.72	54.06	62.72	81.49	136.50
100	19.32	24.77	18.12	34.61	45.36	50.50	58.92	67.71	87.78	150.29
200	20.70	26.94	19.04	37.85	49.97	55.27	63.76	72.69	94.05	164.03
500	22.52	29.81	20.25	42.14	56.06	61.56	70.15	79.26	102.32	182.15
1000	23.90	31.98	21.17	45.37	60.67	66.32	74.98	84.22	108.57	195.85

inferiore all'ora

Tr	n	a
5	0.5356	28.78
10	0.5809	34.29
20	0.6151	39.58
25	0.6245	41.26
50	0.6501	46.43
100	0.6714	51.56
200	0.6896	56.68
500	0.7098	63.44
1000	0.7229	68.55

superiore all'ora

Tr	n	a
5	0.3423	26.94
10	0.3358	31.12
20	0.3309	35.12
25	0.3296	36.39
50	0.3260	40.28
100	0.3230	44.15
200	0.3205	48.00
500	0.3178	53.07
1000	0.3160	56.91

TABELLA 3-2: INDICI "A" ED "N" CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA - STAZIONE PLUVIOMETRICA NEVIANO DE ROSSI

STAZIONE PLUVIOMETRICA: PARMA - RAMIOLA-MEDESANO (145 m slm)									
ALTEZZE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI									
ANNO	DURATA (MINUTI)				DURATA (ORE)				
	10	15	30	45	1	3	6	12	24
1966									
1967									
1968									
1969									
1970									
1971									
1972			8.6	21.0	21.6	22.8	27.6	48.6	84.2
1973			16.8	20.6	29.0	41.0	57.2	73.0	103.2
1974		12.8	14.4		20.6	22.6	31.0	49.8	62.8
1975					34	58.4	61.4	80	120
1976	15.4				22.0	37.0	38.2	64.0	79.8
1977					23.4	38.2	45.6	51.2	58.2
1978					24.0	32.0	34.2	53.4	71.4
1979		13.2			19	36	48	82	123.6
1980					31.0	33.2	33.2	36.6	44.8
1981									
1982		8.4	13.6		18.0	28.0	28.0	54.8	64.8
1983		9.4	34.8		36.8	40.6	40.8	43.2	74.8
1984					19.6	31.4	40.0	60.0	66.6
1985					27.4	34.4	34.4	36.8	53.2
1986	25.0				45.6	45.6	45.6	45.6	48.8
1987		17.2	12.4	14.2	16.0	36.8	67.4	117.8	133.0
1988		13.0	16.4	20.0	31.6	59.2	83.4	91.4	97.8
1989		6.2	10.8	12.6	14.6	32.0	39.2	51.8	56.4
1990		12.0	14.6	17.2	19.8	29.6	43.4	59.8	74.8
1991		7.8	13.2	19.6	20.0	32.4	42.6	45.6	58.8
1992		11.2	12.0	13.4	16.4	24.4	36.6	44.2	52.4
1993		12.6	15.6	18.6	21.0	26.0	31.2	44.0	48.4
1994		11.8	16.0	19.8	21.2	24.0	43.4	56.0	90.0
1995		10.0	11.2	12.4	14.0	19.2	27.0	39.6	50.6
1996		9.4	12.0	13.0	13.8	21.2	33.8	47.8	78.6
1997		12.2	16.6	20.6	22.8	28.8	31.6	52.6	54.4
1998		23.4	29.6	30.4	31.0	32.4	32.6	44.6	44.6
1999		10.4	16.8	26.4	31.8	45.2	56.8	59.6	84.0
2000		10.8	14.8	17.0	18.4	39.6	57.2	64.2	75.4
2001									
2002									
2003									
2004		13.6	22.4	29.0	37.8	53.4	53.6	55.4	80.8
2005		10.6	13.8	16.6	22.6	26.2	37.6	40.8	66.8
2006		13.6	24.8	27.0	27.2	31.6	53.4	66.6	75.0
2007		15.2	21.2	25.6	29.8	30.6	34.2	50.6	70.4
2008		16.8	17.8	17.8	17.8	24.0	36.2	54.4	90.2
2009		15.0	25.5	25.5	25.5	25.5	28.0	40.4	67.4
2010		15.0	20.2	20.6	23.0	32.0	37.0	42.4	57.6
2011									
2012									
2013		7.2	12.0	15.0	17.8	30.6	51.0	57.6	58.0
2014		7.8	15.2	22.6	29.2	44.0	52.4	55.8	58.4
2015		9.4	17.0	18.4	18.4	25.8	46.2	76.4	89.0
2016									

TABELLA 3-3: STAZIONE PLUVIOMETRICA MEDESANO - ALTEZZE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI

	10min	15min	30min	45min	1ora	3ore	6ore	12ore	24ore
media	20.20	12.00	16.90	19.80	24.04	33.57	42.66	56.27	72.87
dev.st	6.788225	3.614375	5.871481	5.099998	7.27415	9.660309	12.36297	16.46943	21.59666
u	17.14953	10.37578	14.26149	17.51202	20.77064	29.22993	37.10226	48.8727	63.16338
alfa	0.189151	0.355248	0.218684	0.251765	0.176515	0.132915	0.103859	0.077963	0.059454

Altezze di pioggia secondo la distribuzione di Gumbel

Tr / DURATA	0.167	0.250	0.500	0.750	1	3	6	12	24
5	25.08	14.60	21.12	23.47	29.27	40.51	51.54	68.11	88.39
10	29.05	16.71	24.55	26.45	33.52	46.16	58.77	77.74	101.01
20	32.85	18.74	27.84	29.31	37.60	51.58	65.70	86.97	113.12
25	34.06	19.38	28.89	30.22	38.89	53.29	67.90	89.90	116.96
50	37.78	21.36	32.10	33.01	42.88	58.59	74.67	98.92	128.79
100	41.47	23.32	35.30	35.78	46.83	63.84	81.39	107.88	140.54
200	45.15	25.28	38.48	38.55	50.77	69.07	88.09	116.80	152.24
500	50.00	27.87	42.68	42.19	55.97	75.98	96.93	128.57	167.68
1000	53.67	29.82	45.85	44.95	59.90	81.20	103.61	137.47	179.34

inferiore all'ora

Tr	n	a
5	0.4783	28.47
10	0.4728	32.49
20	0.4686	36.34
25	0.4675	37.56
50	0.4643	41.31
100	0.4618	45.04
200	0.4596	48.76
500	0.4572	53.66
1000	0.4556	57.36

superiore all'ora

Tr	n	a
5	0.3503	28.38
10	0.3498	32.43
20	0.3494	36.31
25	0.3493	37.54
50	0.3490	41.34
100	0.3488	45.11
200	0.3486	48.86
500	0.3484	53.82
1000	0.3483	57.56

TABELLA 3-4: INDICI "A" ED "N" CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA - STAZIONE PLUVIOMETRICA MEDESANO

Ai fini delle verifiche idrauliche del canale del Duca sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica da stazione di Neviano de Rossi, rispetto a quelle di Medesano Ramiola; perché più cautelative e precisamente:

- per tempi di ritorno pari a 25 anni:
 - o inferiori all'ora: $41,26 \cdot t^{0,6245}$
 - o superiori all'ora: $36,39 \cdot t^{0,32}$
- per tempi di ritorno pari a 100 anni:
 - o inferiori all'ora: $51,56 \cdot t^{0,6714}$
 - o superiori all'ora: $44,15 \cdot t^{0,3230}$

Sono stati considerati, Inoltre, sempre per le medesime stazioni pluviometriche, i massimi valori annuali delle piogge con durate di 1,3 , 6 e 12 ore suddivise tra periodi irrigui (aprile-settembre) e quello non irriguo (ottobre-marzo).

Tale distribuzione è opportuna perché in periodo irriguo, si presenta la necessità di garantire nello stesso tempo il trasporto verso valle delle portate richieste dalle utenze irrigue e, in tempo di pioggia, le portate di piena immesse nel canale dai versanti superiori drenati, utilizzando come presidio idraulico esclusivamente gli scaricatori di piena disposti lungo il tracciato;

STAZIONI PLUVIOMETRICHE: NEVIANO ROSSI (390 m slm)								
MAX PIOGGE 1, 3, 6, 12 ORE IN PERIODO IRRIGUO (APRILE-SETTEMBRE) E NON IRRIGUO (OTTOBRE-MARZO)								
ANNO	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE	
	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO
1966	40.0			43.5		55.5		71.0
1967	32.6		33.0		33.0			56.0
1968	26.0		32.0			42.0		62.0
1969	26.0		35.0		51.0		52.6	
1970	18.0		23.8		35.0		43.2	
1971	19.6			28.0		42.0		61.0
1972	18.0		22.4		32.0		55.0	
1973	39.0		56.0		67.8		68.6	
1974	14.8		26.8			32.4	57.6	
1975								
1976	24.6		27.8		29.8		29.8	
1977	25.2		31.8		44.2		49.4	
1978	34.6		40.8		44.8		61.0	
1979								
1980								
1981	14.0		22.8		33.4		53.0	
1982	23.6		38.4		44.2		44.4	
1983	32.0		34.8		34.8			46.0
1984		21.2		31.4		43.0		60.0
1985	29.0		35.6		35.8		36.2	
1986	36.6		36.6		36.6		36.6	
1987	12.0			21.4		35.2		41.4
1988	14.8		35.8		38.4		38.4	
1989	10.6		15.4		28.2		47.6	
1990	10.6		19.6		28.8		38.4	
1991	21.4		40.4		42.6		65.2	
1992								
1993		21.0		24.2	32.6		45.6	
1994	17.6		25.2		42.2		72.8	
1995	13.4		21.6		26.8		47.0	

TABELLA 3-5: STAZIONE PLUVIOMETRICA NEVIANO DE ROSSI - ALTEZZE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI PER 1, 3, 6 E 12 ORE IN PERIODO IRRIGUO E NON IRRIGUO

	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE	
	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO
media	23.08	21.10	31.22	29.70	38.10	41.68	49.60	56.77
dev.st	9.15735232	0.14142136	9.19519543	8.59302042	9.54115738	8.01309345	11.7202579	10.0912031
u	18.9625248	21.0363604	27.0812097	25.8331408	33.8064792	38.0774413	44.325884	52.2303872
beta	7.13745309	0.11022709	7.1669489	6.69759971	7.43659968	6.24559115	9.1350412	7.86531812

Altezze di pioggia secondo la distribuzione di Gumbel (metodo dei massimi annuali)								
TEMPO DI RITORNO	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE	
	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	IRRIGUO	NON IRRIGUO
5	29.67	21.20	37.83	35.88	44.96	47.45	58.03	64.03
10	35.02	21.28	43.21	40.91	50.54	52.13	64.88	69.93
20	40.16	21.36	48.37	45.73	55.89	56.63	71.46	75.59
25	41.79	21.39	50.00	47.26	57.59	58.05	73.54	77.39
50	46.81	21.47	55.05	51.97	62.82	62.45	79.97	82.92
100	51.80	21.54	60.05	56.64	68.02	66.81	86.35	88.41

TABELLA 3-6: STAZIONE PLUVIOMETRICA NEVIANO DE ROSSI - ALTEZZE DI PIOGGIA DI 1, 3, 6 E 12 ORE SECONDO LA DISTRIBUZIONE DI GUMBEL PER VALORI ESTREMI

STAZIONE PLUVIOMETRICA: PARMA - NEVIANO ROSSI (390 m slm)						
ALTEZZE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI						
ANNO	DURATA (MINUTI)					DATA
	10	15	20	30	45	
1966		8.0		25.0	38.0	6 agosto
1967		7.0		18.4		9 ottobre
1968		16.0	14.0		25.0	16 luglio - 30 agosto
1969	8.4	18.0		24.0		30 luglio
1970		9.0		12.0		27 agosto
1971		10.0		12.0	17.0	18 maggio
1972		13.0				23 agosto
1973		11.8				13 giugno
1974				12.4		31 agosto
1975	13.0			12.2		10 giugno - 11 agosto
1976				23.6		17 agosto
1977		20.6				26 maggio
1978				28.0		11 giugno
1979						
1980						
1981						
1982		17.4				27 luglio
1983		15.0		21.0		29 agosto - 11 luglio
1984				11.0		5 ottobre
1985			11.6	8.4		25 e 15 agosto
1986	12.6					3 maggio
1987						
1988		9.2		11.2	13.0	18 giugno - 4 agosto
1989		9.6		10.0	10.2	5 aprile
1990						
1991		12.4		15.4	18.4	13 settembre
1992						
1993		12.0		15.2	19.0	8 agosto - 6 ottobre
1994		11.2		14.6	16.0	13 e 14 settembre
1995		7.0		10.6	11.4	19 settembre

TABELLA 3-7: STAZIONE PLUVIOMETRICA NEVIANO DE ROSSI- ALTEZZE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA CON INDICAZIONE DELLA DATA IN CUI SI SONO VERIFICATE. IN ROSSO SI SONO EVIDENZIATE LE DATE IN PERIODO NON IRRIGUO (OTTOBRE-MARZO)

STAZIONI PLUVIOMETRICHE: NEVIANO ROSSI (390 m slm) - RAMIOLA (145 m slm)						
MAX PIOGGE GIORNALIERE IN PERIODO IRRIGUO (APRILE-SETTEMBRE) E NON IRRIGUO (OTTOBRE-MARZO)						
ANNO	NEVIANO ROSSI			RAMIOLA		
	IRRIGUO	NON IRRIGUO	TUTTO L'ANNO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	TUTTO L'ANNO
1966	49.60	104.00	104.00			
1967	38.20	78.40	78.40			
1968	67.00	59.20	67.00			
1969	63.20	39.20	63.20			
1970	58.20	40.80	58.20			
1971	32.20	132.00	132.00			
1972	66.80	37.20	66.80	54.00	40.80	54.00
1973	78.60	120.00	120.00	62.60	97.00	97.00
1974	46.00	46.80	46.80	42.60	33.80	42.60
1975	136.60	44.00	136.60	58.80	38.00	58.80
1976	32.20	37.20	37.20	24.20	68.80	68.80
1977				56.60	36.80	56.60
1978	58.20	49.60	58.20	49.40	32.80	49.40
1979	140.40	70.40	140.40	123.80	63.80	123.80
1980	39.40	45.00	45.00	34.80	45.60	45.60
1981	61.80	39.80	61.80	61.80	39.80	61.80
1982	44.80	44.60	44.80	38.00	59.40	59.40
1983	34.80	70.20	70.20	40.80	59.00	59.00
1984	56.80	44.20	56.80	30.80	45.40	45.40
1985	49.60	55.80	55.80	44.40	53.20	53.20
1986	38.40	30.40	38.40	42.40	41.60	42.40
1987	96.60	42.80	96.60	133.40	52.00	133.40
1988	39.60	21.20	39.60	97.60	23.60	97.60
1989	41.60	25.00	41.60	56.20	28.40	56.20
1990	53.00	76.00	76.00	34.60	83.00	83.00
1991	65.80	55.60	65.80			
1992				29.40	50.00	50.00
1993	43.80	46.00	46.00	39.00	44.20	44.20
1994	67.80	33.80	67.80	72.80	27.40	72.80
1995	31.40	31.00	31.40	43.60	24.20	43.60
1996				53.40	65.40	65.40
1997				53.80	36.60	53.80
1998				33.00	44.60	44.60
1999				62.20	53.20	62.20
2000				41.40	71.80	71.80
2001						
2002						
2003						
2004				57.80	38.00	57.80
2005				43.60	51.20	51.20
2006				66.80	20.40	66.80
2007				43.60	62.40	62.40
2008						
2009				52.80	39.60	52.80
2010				45.20	41.80	45.20
2011						
2012						
2013				42.60	58.00	58.00
2014				56.60	55.80	56.60
2015				82.80	53.60	82.80
2016						

TABELLA 3-8: STAZIONI PLUVIOMETRICHE NEVIANO DE ROSSI E MEDESANO - ALTEZZE DI PIOGGIA GIORNALIERE (24 ORE) MASSIME ANNUALI IN PERIODO IRRIGUO E NON IRRIGUO

	IRRIGUO	NON IRRIGUO	TUTTO L'ANNO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	TUTTO L'ANNO
media	58.30	54.29	69.51	54.25	48.14	62.97
dev.st	27.37300644	27.06472254	31.13780261	23.34682493	16.53226166	21.05000196
u	45.9821471	42.113732	55.50227454	43.74257743	40.69561739	53.50047209
beta	21.33515701	21.09487338	24.26952659	18.19705762	12.88562873	16.40686045

Altezze di pioggia secondo la distribuzione di Gumbel (metodo dei massimi annuali)						
TEMPO DI RITORNO	NEVIANO ROSSI			RAMIOLA		
	IRRIGUO	NON IRRIGUO	TUTTO L'ANNO	IRRIGUO	NON IRRIGUO	TUTTO L'ANNO
5	77.98	73.75	91.91	71.04	60.02	78.11
10	93.99	89.58	110.12	84.69	69.69	90.42
20	109.35	104.77	127.59	97.79	78.97	102.23
25	114.22	109.59	133.13	101.95	81.91	105.98
50	129.23	124.42	150.20	114.75	90.97	117.52
100	144.13	139.15	167.15	127.45	99.97	128.97

TABELLA 3-9: STAZIONE PLUVIOMETRICA NEVIANO DE ROSSI E MEDESANO - ALTEZZE DI PIOGGIA GIORNALIERE (24 ORE) SECONDO LA DISTRIBUZIONE DI GUMBEL PER VALORI ESTREMI

La elaborazione statistica dei dati di pioggia intensa di durata inferiore all'ora, effettuata separatamente per il periodo irriguo e per quello non irriguo, consente di formulare la seguente osservazione, di interesse soprattutto per i piccoli interbacini tributari del Canale del Duca, caratterizzati da tempi di corrivazione inferiori all'ora.

Si segnala che le piogge intense e di breve durata (inferiori all'ora) per le stazioni pluviometriche di Ramiola e Neviano de Rossi si sono verificate nel 95% dei casi esclusivamente in periodo irriguo; osservando anche le piogge con durata di un'ora, per la stazione di Neviano de Rossi risultano solo 2 casi su 28 osservazioni di massimi di pioggia (7%) che si sono verificati in periodo non irriguo.

Considerato che tutti i tempi di corrivazione degli interbacini idrografici tributari del Canale del Duca, rispetto ai quali si sono valutate le massime portate di piena che affluiscono nel canale del Duca, sono inferiori all'ora e che la maggior parte delle intensità di pioggia registrate ai pluviometri indicati, per durate di pioggia confrontabili con i tempi di corrivazione (inferiori o uguali a un'ora), si sono verificate in periodo irriguo, si può affermare che la verifica idraulica del Canale del Duca in condizioni irrigue (aprile-settembre) è sicuramente più gravosa rispetto alle medesime condizioni del Canale (per portata derivata e sollecitazioni meteorologiche massime) in periodo non irriguo (ottobre-marzo).

La sfortunata combinazione temporale di massima portata in transito nel Canale del Duca derivata da Ramiola per usi irrigui e di massimi colmi di portata provenienti dagli interbacini collinari, generati da temporali di breve durata e di difficile previsione, suggerisce la opportunità di realizzare scaricatori laterali di emergenza di piena, proponibili in aggiunta a quelli esistenti dotati di paratoie gestite in telecontrollo.

Questi ultimi sono attualmente previsti in corrispondenza della sezione 55/115 (progetto Hydrodata), dove si colloca lo scaricatore nel canale di alimentazione del Canale di Medesano, dotato di possibile deviazione diretta in Taro, ed in corrispondenza della sezione OP 52-53-54, dove è ubicato lo scaricatore nel Rio Campanara.

4. IDROLOGIA DELLE PIENE E VERIFICHE IDRAULICHE

Le analisi idrologiche per la definizione delle massime portate in tempo di pioggia che possono interessare il tratto critico del Canale del Duca compreso fra Felegara e Medesano ed il tratto del rio Campanara a fianco dell'impianto idroelettrico di progetto sono descritte nel seguito, insieme ai risultati delle verifiche idrauliche relative alla officiosità del canale e del rio.

4.1. ANALISI IDROLOGICHE E VERIFICHE IDRAULICHE DEL CANALE DEL DUCA FRA FELEGARA E MEDESANO

Di seguito si riportano le valutazioni idrologiche e le verifiche idrauliche in moto vario per il Canale del Duca fra Felegara e Medesano, per portate di derivazione comprese tra 2500 l/s e 1500 l/s e per diverse sollecitazioni meteorologiche con tempi di ritorno di 25 e 100 anni.

A tal fine, si riprendono per esteso i contenuti del paragrafo 2.2 "Stima delle portate e idrogrammi di piena", del già citato studio "Valutazione del rischio idraulico del tratto iniziale del Canale del Duca ai fini della valorizzazione per la produzione di energia idroelettrica" dell'ottobre 2018.

Tale studio ha analizzato il tratto di Canale del Duca che va dalla sezione 58/115 (poco a monte del Mulino di Felegara) alla sezione 41/115 poco a valle della sezione 42/115, coincidente con la derivazione della condotta DN1500 verso il Rio Canalazzo.

Questo tratto del Canale del Duca corrisponde a una lunghezza di circa 4600 m; sono state considerate le sezioni esistenti e di progetto come indicate nel Progetto Esecutivo redatto da Hydrodata.

In particolare si segnala che diversamente da quanto indicato nel Progetto sopra citato ed effettivamente realizzato si sono utilizzati, nel modello idraulico, scaricatori di piena laterali non dipendenti da organi elettromeccanici o da segnalazioni di sensori legati a livelli idrometrici nel Canale in sezioni di misura.

La scabrezza dei tratti di canale utilizzata nel modello è $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ secondo Strickler, considerato che tutto il canale oggetto di verifica è risultato rivestito in cls, a parte un piccolo tratto di circa 50 m tra la sezione 53/115 e la sezione 54/115.

Per confronto si riporta la tabella delle scabrezze utilizzate ed indicate nella Relazione Idraulica – Progetto Esecutivo – Hydrodata:

Nelle simulazioni cautelativamente sono stati considerati i seguenti valori di scabrezza di Strickler:

- $c=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per alveo naturale non rivestito ma mantenuto in buone condizioni;
- $c=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per alveo con difesa in cls da un solo lato della sezione;
- $c=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per alveo con fondo e sponde in cls;
- $c=90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per la condotta in acciaio.

Lo schema planimetrico del Canale del Duca oggetto di verifica contenente l'indicazione delle sezioni e dei bacini idrografici afferenti, è già stato richiamato in precedenza (fig. 1).

Stima delle portate e degli idrogrammi di piena

Dalla Relazione Idraulica – Progetto Esecutivo – Hydrodata si richiama la seguente tabella:

Codice Bacino	Q (TR10) (m³/sec)	Q (TR25) (m³/sec)	Da sezione	A sezione
DU1	0,51	0,63	Imbocco 115	71/115
DU2	1,70	2,06	71/115	66/115
DU3	1,15	1,48	65/115	60/115
DU4	1,97	2,50	55/115	44/115
DU5	0,36	0,47	43/115	33/115
DU6	0,48	0,60	33/115	26/115
DU7	0,47	0,59	18/115	10/115
DU8	0,48	0,60	17/115	10/115
DU9	0,41	0,50	9/115	7/115
DU10	0,13	0,16	9/115	7/115
DU11	0,41	0,51	6/115	1/115
DU12	0,53	0,68	6/115	1/115

Valori al colmo degli idrogrammi di piena e individuazione dei tratti di canale di competenza degli stessi.

Sulla CTR è stata individuata l'idrografia superficiale ed i corrispondenti bacini idrografici collinari afferenti nelle varie sezioni del Canale.

Come già indicato in Premessa il tratto di Canale analizzato va dalla Sezione 58/115 alla Sezione 41/115. Per confronto con quanto di seguito riportato occorre fare riferimento, rispetto alla tabella precedente, al Bacino DU4 con portata di punta di 2.50 m³/s.

La estensione dei bacini idrografici è compresa tra 0.07 km² (7 ha) e 0.35 km² (35 ha). Si tratta di versanti collinari di piccole o piccolissime dimensioni in cui non sempre è ben definita una rete idrografica di raccolta superficiale.

Ai fini della stima delle portate di piena al colmo per diversi tempi di ritorno (25 e 100 anni) e dei corrispondenti idrogrammi di piena si è utilizzato il metodo De Martino e Cinematico per aree inferiori a 30 ha e le curve di possibilità pluviometrica indicate nei paragrafi precedenti:

$$Q_{max} = \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3 \times \varphi_4 \times A \times I_{Tc}$$

Con:

φ_1 : coefficiente infiltrazione

φ_2 : coefficiente di ritardo (dipendente dalla pendenza del bacino e dalla permeabilità)

φ_3 : coefficiente di ritenuta

φ_4 : coefficiente di distribuzione

A: Area del bacino-versante [km²]

I_{Tc} : intensità di pioggia di durata T_c e tempo di ritorno assegnato.

Nelle schede di calcolo da 1 a 9 (già inserite – N.D.R.) si riportano i grafici ed i valori numerici degli idrogrammi di piena per ciascun versante collinare individuato.

Tutti gli idrogrammi di piena sopra riportati sono stati inseriti nel modello idraulico di simulazione. Considerato la limitazione dell'area si è stimata una pioggia uniforme e contemporanea su tutti i singoli sottobacini, a favore

della sicurezza non si è considerato nessuna riduzione areale delle piogge. I picchi di piena dei singoli sottobacini affluiscono al Canale in modo differenziato e/o simultaneo a secondo dell'estensione e dei tempi di corrivazione di ciascuno."

La descrizione del modello idraulico (paragrafo 2.3 dello studio citato è riportato nell'allegato n. 1, unitamente allo schema planimetrico del modello idraulico, al profilo longitudinale del Canale del Duca, agli idrogrammi di moto vario in tempo di pioggia.

Nello stesso allegato 1, si richiamano gli schemi e le simulazioni idrauliche riportate nel capitolo 4 dello stesso studio, che verificano il funzionamento idraulico del Canale del Duca e degli scaricatori nel Taro in località Ponte del Duca, nel rio Campanara e nel Canalazzo ipotizzando l'inserimento in derivazione dallo stesso di un impianto idroelettrico in località Ponte del Duca, con recapito nello scolmatore esistente nel fiume Taro (portata massima 500 l/s) e di un impianto idroelettrico con derivazione dallo scolmatore esistente, adduzione con tubazione DN1500 – scarico con canaletta 1,20*1,20 nel Canalazzo (portata massima 2000 l/s).

4.2. ANALISI IDROLOGICHE E VERIFICHE IDRAULICHE DEL RIO CAMPANARA

Lo studio idrologico ha individuato per il rio Campanara nella sezione iniziale del tratto arginato, poco a monte della sezione adiacente al sito del nuovo impianto idroelettrico, una portata di piena di ricorrenza monosecolare pari a 44 mc/s e venticinquennale pari a 36,4 mc/s (fig. 12).

Stima delle portate di piena secondo il metodo GIANDOTTI / GIAMBETTI

Descrizione	Località	Area naturale sottesa [kmq]	Area urbana sottesa [kmq]	Coeff. Rid.	Quota massima [m s.m.]	Quota media [m s.m.]	Quota chiusura [m s.m.]	L [Km]	Hmax [m]	Hmed [m]	Tc [ore]	hp_1 [mm]	hp_3 [mm]	Q_1 [mc/s]	Q_3 [mc/s]	q_1 [l/s/ha]	q_3 [l/s/ha]
Rio Campanara	Medesano	8,39	0,00	1,00	440,0	235,0	110,0	6,2	330,0	125,0	1,58	42,3	51,2	36,4	44,0	43,4	52,5

Parametri applicati in Giandotti secondo Giambetti		
γ	7	indica il rapporto tra la portata al colmo e la portata media
ϕ	0,5	coefficiente di deflusso
λ	6	durata dell'onda di piena

1	Kirpich	0,83
2	Giandotti	2,34
3	Medio	1,58

Tempo di corrivazione scelto: 3

Curve di possibilità climatica		
	a	n
per Tr=25 anni	36,4	0,33
per Tr= 100 anni	44,2	0,32

T [ore]	Q_1 [mc/s]	Q_3 [mc/s]
0,0	0,0	0,0
0,9	5,20	6,29
1,6	36,40	44,03
2,3	5,20	6,29
9,5	0,00	0,00
Volumi di piena (mc)		177.551 214.724

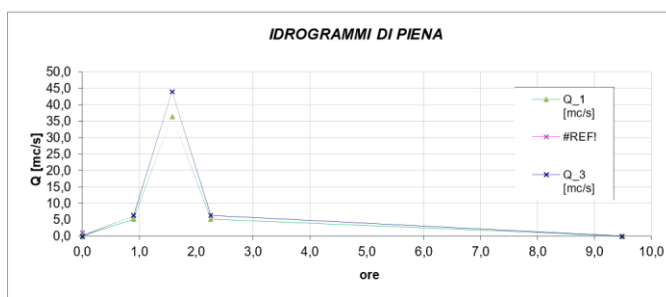


FIGURA 4-1– DIAGRAMMA DELLE PIENE DEL RIO CAMPANARA

La verifica idraulica richiede che tali portate siano confrontate con la officiosità idraulica del rio Campanara nel tratto in esame, nelle attuali condizioni di manutenzione; in caso di insufficiente officiosità, occorre procedere

alla individuazione degli interventi necessari per conferire al rio Campanara le caratteristiche necessarie per il raggiungimento di accettabili condizioni di sicurezza idraulica.

Per tali valutazioni, si rinvia alla lettura della Relazione idraulica.

L'esame dei risultati delle analisi idrologiche sviluppate per la ricostruzione degli idrogrammi di piena venticinquennale e monosecolare generati dagli Interbacini collinari tra Felegara e Medesano, tributari del Canale del Duca, e delle verifiche idrauliche del funzionamento in moto vario del Canale del Duca, con immissione dal Taro a Ramiola di portate comprese fra 1500 e 2500 l/s e con derivazioni per uso idroelettrico di portate non superiori a 1500 l/s, consente di trarre le seguenti conclusioni.

Lo studio ha considerato il funzionamento promiscuo, per uso irriguo, di scolo di limitati versanti collinari a monte del tracciato del Canale, di produzione di forza motrice, di mantenimento standard ambientali nei territori attraversati, che sono da secoli attribuiti al Canale del Duca.

In particolare, lo studio ha valutato la compatibilità con gli usi plurimi elencati dell'inserimento di due impianti idroelettrici nel tratto di canale compreso fra Felegara e Medesano, dove la presenza di salti elevati fra i terreni collinari attraversati dal canale ed i sottostanti terrazzi alluvionali del Taro permettono di valorizzare il canale ed i possibili ricettori posti a valle (canale di Medesano e Canalazzo) per l'alimentazione di impianti di produzione di energia rinnovabile di sicura fattibilità tecnica ed economica.

Una grande attenzione è stata posta nella valutazione della compatibilità della derivazione di elevate portate dall'opera di presa dal fiume Taro sia in periodo irriguo che non irriguo, e del loro parziale utilizzo per l'alimentazione di centrali idroelettriche (garantendo opportuni rilasci a valle delle derivazioni per necessità ambientali), con il funzionamento del canale per lo smaltimento di acque piovane.

Le verifiche hanno evidenziato la necessità di dotare il sistema di scolmatori di piena, in parte già esistenti sia a valle di Felegara, con scarico nel fiume Taro, sia ai piedi di Medesano, con scarico nel Canalazzo: esse suggeriscono inoltre la opportunità di associare a tali scolmatori, con scarico attraverso paratoie controllate da idrometri, degli sfioratori a soglia fissa, in grado di scolmare l'eccesso di portata in arrivo ai nodi di sfioro, rispetto alla officiosità del canale a valle, senza alcun dispositivo mobile di regolazione.

Le analisi idrologiche per il calcolo delle portate al colmo di acque piovane immesse nel canale, e le verifiche del funzionamento idraulico del canale principale e di canali-condotti posti in derivazione, dimostrano la compatibilità fra le funzioni tradizionali del canale stesso ed il suo utilizzo per la alimentazione di impianti idroelettrici, per i quali si suggeriscono portate di progetto non superiori nel loro complesso a 1500 l/s.

Per altro si sottolinea come l'avvio del progetto di alimentazione dei bacini di soccorso - situati nel tratto preso in esame sul terrazzo fluviale – attraverso una tubazione servita dallo scaricatore del Canalazzo, presupponga il transito di portate analoghe anche in periodo invernale, basandosi evidentemente su considerazioni coerenti con quanto esposto nel presente progetto.

5. CURVA DI DURATA DELLE PORTATE DI ALIMENTAZIONE DELLA TURBINA

La condotta DN1500, il bacino di dissipazione del carico e la canaletta 1,20*1,20 m di scarico nel Canalazzo esistenti, a suo tempo progettate dalla società HYDRODATA, sono state dimensionate per convogliare dal Canale del Duca al Canalazzo una portata massima di 1500 l/s; tale portata risulta compatibile sia con la officiosità idraulica del ricettore finale, che con quella del Canale del Duca, opportunamente sistemato con l'inserimento di dispositivi mobili in serie/parallelo per lo scolmo di eccessi di portata affluenti nel Canale del Duca dal Taro (manufatto in località Ponte del Duca e manufatto in località Stazione ferroviaria di Medesano) e nel Canalazzo (manufatto ai piedi dell'abitato di Medesano).

Recenti approfondimenti hanno confermato la possibilità di derivare dal Taro a Ramiola in ogni stagione dell'anno fino a 2500 l/s e di derivare nel tratto del Canale del Duca compreso fra Felegara e Medesano fino a 1500 l/s per usi irrigui ed idroelettrici, senza rischi di sormonto dei muri di sponda del Canale del Duca già sistemato secondo il progetto della società Hydrodata, purché sia garantito il regolare funzionamento degli scolmatori esistenti (con eventuale ed opportuno inserimento di sfioratori laterali di emergenza nei manufatti di Ponte del Duca e di Stazione ferroviaria, simili a quello già presente nel manufatto di scarico nel Canalazzo). Resta quindi confermato il valore di progetto di 1500 l/s come portata massima di alimentazione della turbina, ed occorre definire la curva di durata delle portate derivabili dal Canale del Duca all'altezza del manufatto di derivazione di Medesano per procedere alla stima della curva di durata delle portate turbinabili.

Le portate disponibili nel Canale del Duca alla presa dell'impianto idroelettrico a Medesano sono condizionate dalle portate derivabili dal Taro a Ramiola e dalle portate derivabili dal Canale del Duca per usi irrigui fra Ramiola e la presa stessa, che vengono valutate nel seguito.

La storica derivazione idrica del fiume Taro a Ramiola risale alla fine del quattordicesimo secolo ed ha costituito, e costituisce tuttora, il motore dello sviluppo socio-economico della pianura parmense in sinistra Taro, legato all'agricoltura, vocata alle colture foraggere, alla zootecnia (allevamenti suinicoli e di bovini per la produzione del latte), alla industria alimentare collegata.

Dall'iniziale trasferimento dell'acqua del Taro da Ramiola a Fontevivo, ai tempi dei Pallavicino e dei Monaci Cistercensi ed attraverso il progressivo sviluppo della rete di canalizzazioni fino alla sponda destra del Po, con allacciamento di numerose derivazioni idriche secondarie dai torrenti Dordone e Recchio, dai rii Campanara, Gandiolo, Scagno, dal Cavo Gaiffa, dalla Fossaccia Scannabecco, la rete dei canali è stata estesa, fino a servire un vasto comprensorio irriguo ed a rifornire nella seconda metà del secolo scorso i molini del Porcile, delle Berrettine, di Bellena, di Castelguelfo, di Medesano, di Felegara, di Fontevivo, di Sanguinaro, di Gambarone, di Noceto, del Fagiolo, il Molino Nuovo e la segheria Andina.

Per gli usi suddetti, la concessione di grande derivazione idrica rilasciata al Consorzio della Bonifica Parmense dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. 04.06.1951 n. 2812 (poi rinnovato con modifiche) autorizzava di

“derivare dal fiume Taro per i mesi da aprile a settembre moduli 26,15 (l/s 2.615) d'acqua per uso irriguo, e per tutto l'anno acqua per produrre HP.453,22 (Kw 333,25).

Nel secolo corrente, il recepimento di Direttive dell'Unione Europea, riguardanti la tutela e l'uso delle risorse idriche, ed il trasferimento di competenze amministrative dallo Stato alle Regioni, associati a ripetute annate siccitose (2003, 2007, 2017 e 2018) hanno comportato la necessità di revisione dell'ultima concessione rilasciata in precedenza, con anticipazione delle scadenze per l'uso irriguo dal 31.01.2047 al 31.07.2017 e per l'uso di produzione di forza motrice dal 31.01.2037 al 31.01.2007.

Il concessionario non ha presentato in tempo utile la domanda di rinnovo dell'uso per la produzione di forza motrice; per l'uso irriguo, la Regione Emilia-Romagna, con atto del 28.06.2017, ha rilasciato il rinnovo della concessione per le seguenti quantità e modalità del prelievo.

1. *La quantità di acqua da derivare dal fiume Taro in località Ramiola, nel Comune di Medesano (PR), è fissata nella misura di complessivi 2.615 l/s di portata massima e 8.000.000 mc annui di volume complessivo, per il solo uso irriguo.*
2. *Il prelievo di risorsa idrica, da derivarsi secondo la portata massima nonché nel volume stabiliti nel provvedimento di concessione può avvenire durante tutto l'arco temporale dell'anno, nel rispetto delle norme poste a tutela del corpo idrico derivato e delle prescrizioni di cui al Rapporto Ambientale.*
3. *Il Concessionario è tenuto a mantenere il Deflusso Minimo vitale (DMV) in conformità a quanto disposto nella D.G.R. n. 2067/2015, ovvero nella misura di 1.660 l/s nel periodo estivo e 2.170 l/s nel periodo invernale. Tale prescrizione dovrà essere garantita mediante un sistema fisso di rilascio del DMV posizionato sull'opera di presa, sistema che, laddove non presente, dovrà essere realizzato a cura e spese del Concessionario entro sei mesi dalla notificazione del presente provvedimento con successiva comunicazione di adempimento ad ARPAE.*
4. *In considerazione che la risorsa transitante, presso la traversa di Fornovo Taro, deve permettere sia la derivazione richiesta, che la derivazione del Consorzio degli utenti del canale Naviglio Taro, ubicata immediatamente a valle della traversa di Fornovo Taro, al fine di ripartire equamente la risorsa disponibile, fatto salvo il DMV, si stabilisce che i due prelievi delle portate massime derivabili, da entrambi i consorzi, avranno, dal momento in cui la portata disponibile risulta inferiore alla somma delle due portate massime concesse, una riduzione percentuale uguale e corrispondente alla riduzione in percentuale della portata disponibile stessa.”*

Il Consorzio della Bonifica Parmense ha ritenuto che tali quantità e modalità di prelievo idrico dal fiume Taro, soprattutto per quanto concerne il limite di 8 Mmc di volume annuo derivato per uso irriguo, siano inadeguate a coprire il reale fabbisogno idrico del comprensorio irriguo servito e a conservare l'elevato livello di qualità che da sempre, e per l'intero arco dell'anno, viene mantenuto nelle acque fluenti nella rete consortile.

Il Consorzio intende inoltre riproporre l'uso plurimo delle acque derivate, esercitato in base a concessioni di derivazione per produzione di forza motrice (molini e segherie) per una potenza di 333 kW vigenti fino agli anni '90, mediante la realizzazione di una centralina idroelettrica a Medesano, dimensionata per una potenza

di 250 kW ed alimentata in parte dalle stesse portate riutilizzate a valle della stessa turbina per usi irrigui; si segnala che la realizzazione di una centralina idroelettrica lungo lo scolmatore del Canale del Duca nel Canalazzo risulta già inserita fra gli interventi proposti sia dal progetto dei “Lavori di adeguamento del sistema primario di adduzione dei Canali San Vitale nei Comuni di Medesano, Noceto, Fontevivo, Fontanellato e San Secondo in Provincia di Parma” redatto nel 2004 dalla società Hydrodata e pressoché ultimati, che nei progetti per la “Condotta per l'invaso del bacino 4 di Medesano e per lo scarico nel rio Canalazzo” dell'agosto 2018 e per la “Condotta di distribuzione in pressione dell'acqua dagli invasi idrici di Medesano N. 1, 2 e 3” Del marzo 2018, elaborati dallo studio Majone & Partners, in fase avanzata di realizzazione; si segnala che tutti i progetti citati sono stati sottoposti a procedure di VIA, presso la Regione Emilia-Romagna, con esito positivo.

In base a puntuali calcoli dei fabbisogni idrici, il Consorzio ha ritenuto necessario richiedere una variante della concessione di derivazione del fiume Taro a Ramiola per 35.000.000 m³/anno per uso irriguo, parte dei quali potranno essere turbinati prima dell'uso irriguo; vengono assicurati comunque:

- il rilascio a valle della traversa di Fornovo-Ramiola del deflusso minimo vitale (1660 l/s nel periodo estivo e 2170 l/s nel periodo invernale);
- il rilascio a valle delle portate richieste per l'alimentazione dell'opera di presa in destra Taro, a valle della traversa stessa, del Consorzio del Canale Naviglio-Taro;
- il riempimento in periodo primaverile degli invasi irrigui stagionali in corso di realizzazione sul terrazzo fluviale fra Felegara e Medesano, ed il rinnovo continuo delle acque in essi contenute;
- l'alimentazione idrica in periodo estivo della zona umida “Le Scalie”, qualora necessario;
- le derivazioni dalla traversa di Fornovo-Ramiola delle portate necessarie per alimentare l'impianto idroelettrico esistente (in sponda destra) della società Testori Energia e quello con progetto approvato (in sponda sinistra) della società Ariston; si segnala che, in base ad accordi intercorsi fra le parti, l'esercizio di tali impianti è subordinato alle derivazioni per uso irriguo del Consorzio della Bonifica Parmense, fino al limite di portata massima concessa di 2615 l/s, pressoché coincidente con l'officiosità idraulica del Canale del Duca.

5.1. CURVA DI DURATA DELLE PORTATE DEL FIUME TARO A RAMIOLA E DELLE PORTATE TURBINABILI

L'opera di presa del Consorzio della Bonifica Parmense è ubicato in sponda sinistra del fiume Taro, a monte della traversa di Fornovo-Ramiola.

Le foto aeree, riportate nelle figure seguenti, evidenziano la complessa morfologia fluviale, caratterizzata dal forte sovralluvionamento a monte della traversa, causato dal deposito di inerti alla confluenza nel fiume Taro del suo principale affluente, il Ceno.

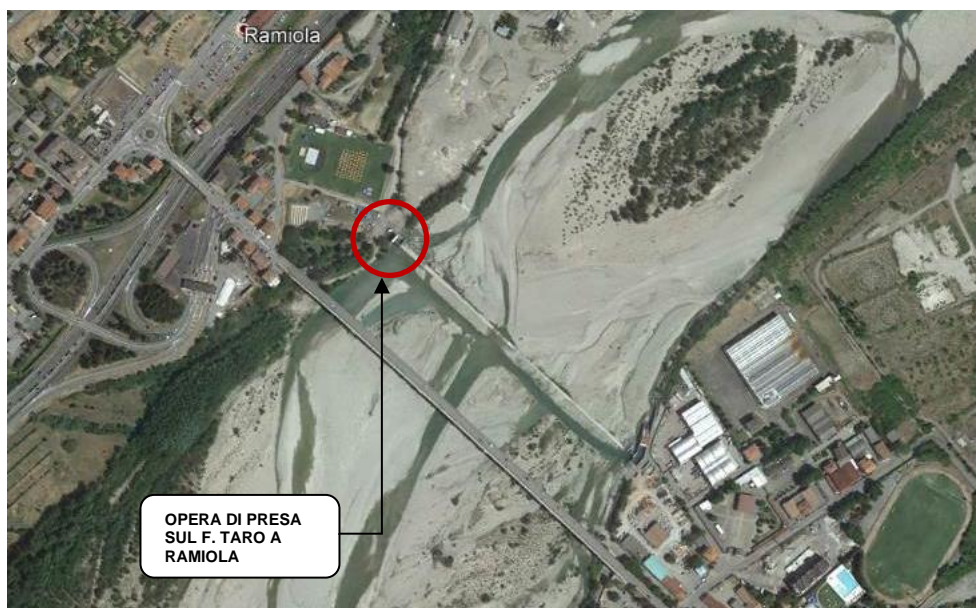


FIGURA 5-1: INQUADRAMENTO DELL'ALVEO DEL TARO IN CORRISPONDENZA DELLA DERIVAZIONE IDRICA DI RAMIOLA



FIGURA 5-2: PARTICOLARE DEL MANUFATTO DI DERIVAZIONE E DELLA VASCA DI CALMA

Il sovralluvionamento favorisce la formazione in periodo di magra/morbida di un isolotto, che impedisce la congiunzione delle due correnti fluviali, le quali si mantengono separate fino alla traversa; solo con lo scavo di una canaletta trasversale a monte della traversa è possibile unire i due contributi in un nodo idraulico centrale, dal quale si staccano i due rami che alimentano le opere di presa delle derivazioni presenti sia in destra che in sinistra idraulica.

Le particolari condizioni morfologiche dell'alveo a monte della traversa e la larghezza elevata dello sfioro hanno impedito di utilizzare la sezione di Ramiola Fornovo per la installazione di un idrometro in grado di misurare con continuità il livello idrometrico e di stimare di conseguenza la portata in transito.

Nel bacino del fiume Taro, si possono quindi utilizzare le misure di portata eseguite non in modo saltuario in altre sezioni, che vengono nel seguito elencate: Taro a Prodella e ad Ostia Parmense, Ceno a Pione, Scodogna a C. Nuova, Taro a S. Quirico.

Purtroppo, anche in queste sezioni, sulle quali sono stati installati in passato idrometri, l'ampiezza dell'alveo non consente di definire scale di deflusso in grado di rappresentare con sufficiente precisione la relazione fra quote idrometriche e portate, specie per i valori di morbida di queste ultime che rivestono particolare importanza per la valutazione della produzione di energia in impianti ad acqua fluente.

Poiché la definizione della curva di durata di corsi d'acqua richiede la conoscenza dei valori delle portate medie giornaliere per un esteso periodo di tempo, purtroppo non disponibili per la sezione di interesse, si ritiene opportuno utilizzare come curva di durata del Taro nella sezione di Ramiola-Fornovo, la curva di durata ricostruita al fine della elaborazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna la " Curva di durata delle portate deducibili dalle ricostruzioni afflussi-deflussi per il periodo 1991-2001 riportate nell'allegato 7 del Quadro Conservativo-Attività D - Codice 011500000000C.

codice sottobacino	portata (mc/s) corrispondente alla durata di giorni:												n° giorni con deflusso <0,01mc/s
	1	5	10	20	30	60	91	135	182	274	355	365	
011500000000C	453.0	2594	156.5	84.3	80.2	39.93	29.75	21.89	16.01	7.03	2.26	1.93	0

ALLEGATO 7 - CURVE DI DURATA DELLE PORTATE DEDUCIBILI DALLE RICOSTRUZIONI AFFLUSSI - DEFLUSSI PER IL PERIODO 1991-2001

Insieme alla curva di durata, conviene riprendere dal PTA anche i valori stimati delle portate medie mensili e della media, del valore massimo e del valore minimo delle stesse.

codice	portata (mc/s) dei mesi di:												portate mensili (mc/s)		
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media	Max	Min
011500000000C	38.92	22.51	29.45	44.89	22.54	14.17	6.64	3.83	15.27	55.25	65.58	36.10	29.6	65.6	3.83

ALLEGATO 6 - PRINCIPALI GRANDEZZE IDROLOGICHE DEDUCIBILI DALLE RICOSTRUZIONI AFFLUSSI - DEFLUSSI PER IL PERIODO 1991-2001

Si richiamano infine altri dati di interesse relativi al bacino del fiume Taro sotteso dalla traversa di Fornovo-Ramiola.

Superficie del bacino:	1246 kmq
Quota media:	711 m s.m.
Quota massima:	1.750 m s.m.
Quota minima:	134 m s.m.
Deflusso minimo vitale:	1660 l/s nel periodo estivo 2170 l/s nel periodo invernale
Derivazioni fra Fornovo e San Quirico:	1,81 mc/s = 57,1 Mmc/anno
Infiltrazioni fra Fornovo e San Quirico:	1,83 mc/s = 51,4 Mmc/anno
Scarichi fra Fornovo e San Quirico:	0,09 mc/s = 2,8 Mmc/anno
Numero di giorni con deflusso ≤ 10 l/s:	0

Concessioni di derivazione:

• Testori Energia S.r.l.

- Determinazione dirigenziale della Provincia di Parma n. 2014 del 16.10.2014
- Impianto idroelettrico ad acqua fluente a monte traversa di Fornovo-Ramiola, in sponda destra del Taro, in Comune di Fornovo, senza sottensione;
- salto nominale: 3 m
- portata massima: 10 mc/s
- portata nominale: 6,570 mc/s
- potenza nominale: 193,24 kW
- potenza massima: 300 kW
- produzione attesa: 1,15 GWh/anno

• ARISTON

- Impianto ad uso idroelettrico ad acqua fluente a monte traversa di Fornovo-Ramiola, in sponda sinistra del Taro, in Comune di Medesano, senza sottensione;
- salto nominale: 3,22 m
- portata massima: 10,00 mc/s
- portata nominale: 4,60 mc/s
- potenza nominale: 145,31 kw;
- potenza massima: 268,50 kw
- produzione attesa: 1,047 GWh/anno

• Consorzio della Bonifica Parmense

- Determina Arpae Regione Emilia Romagna n.3377 del 28/06/2017
- Derivazione ad uso irriguo a monte della traversa di Fornovo-Ramiola, in sponda sinistra del Taro, in Comune di Medesano;
- portata massima derivabile: 2615 l/s
- volume massimo derivabile: 8 Mmc/anno;
- DMV: 1660 l/s (periodo estivo) e 2170 l/s (periodo invernale);
- Domanda di variante per concessione ad uso plurimo (irriguo ed idroelettrico), con portata massima già assentita nell'attuale concessione pari a 2615 l/s e con un incremento di volume per uso irriguo pari complessivamente a 35.000.000 m³/anno.

Tenendo conto della necessità di rilascio a valle della traversa del Deflusso Minimo Vitale (1660 l/s da maggio a settembre e 2170 da ottobre ad aprile), della portata derivabile dal Consorzio del Canale Naviglio Taro

($Q_{media}=2400$ l/s), e tenendo conto che le portate derivabili dagli impianti idroelettrici delle società Testori ed Ariston sono condizionate dalla derivazione fino a 2615 l/s da parte del Consorzio della Bonifica Parmense, si può definire il seguente prospetto di funzionamento dell'impianto idroelettrico e della conseguente produzione di energia.

Il carico a monte è assunto pari a 120,50, corrispondente alla quota della soglia laterale del manufatto di derivazione dal Canale del Duca (120,90 m s.m.), meno un franco di 40 cm, regolato dalla paratoia a valle del manufatto stesso. Le perdite di carico considerano il passaggio attraverso la griglia, la soglia sommersa del manufatto di derivazione, il convergente di imbocco della tubazione DN1500, le perdite di carico attraverso le paratoie (aperte), le perdite distribuite lungo la condotta DN1500, le perdite concentrate nel raccordo DN1500-DN800, le perdite distribuite lungo lo stesso DN800, le perdite concentrate nelle valvole di macchina a monte della turbina. Il carico a valle della turbina è assunto pari alla quota 100,10 m s.m. della bocca di uscita dell'acqua dalla stessa turbina, non essendo previsto alcun recupero del carico cinetico.

Considerando una portata media annua derivabile pari a 1110 l/s, la produzione annua di energia ammonta a 1378,40 MWh. In relazione alla minor produzione annua negli anni siccitosi solo in parte recuperabile con l'incremento di produzione ottenibile in annate caratterizzate da curve di durata favorevoli, nella redazione del piano economico-finanziario dell'iniziativa si suggerisce di considerare una produzione annua media pari al 95% di quella calcolata, corrispondente a $0,95 \cdot 1378 \text{ MWh} = 1309 \text{ MWh/anno}$.

SCHEDA TECNICA IMPIANTO		
Impianto idroelettrico <u>Medesano</u>		
Portate	Valore	U.m.
Portata massima derivata nel Canale del Duca a Ramiola	2.615	m ³ /s
Portata di progetto turbina	1.500	m ³ /s
Portata massima turbinata	1.500	m ³ /s
Portata minima turbinata	0.300	m ³ /s
Portata media turbinata annua	1.110	m ³ /s
Dati condotta - Quote (con portata media turbinata)	Valore	U.m.
Lunghezza condotta totale	860.00	m
Diametro condotta	1,5-0,8	m
Velocità max in condotta	0.85	m/s
Perdita di carico massima	1.00	m
Quota soglia a monte (manufatto derivazione)	119.80	m slm
Quota carico a monte (manufatto derivazione)	120.50	m slm
Quota sbocco scarico turbina	100.10	m slm
Quota soglia a valle (canale di scarico turbina)	99.20	m slm
Quota carico a valle (canale di scarico turbina)	99.50	m slm
Quota carico a valle (vasca dissipazione verso Canalazzo)	98.60	m slm
Salto lordo (carico a monte - scarico turbina)	20.40	m
Salto nominale (soglia a monte - soglia a valle)	20.60	m
DATI TECNICI RIASSUNTIVI	Valore	U.m.
Potenza di picco	210.88	kW _p
Potenza nominale media (Potenza di concessione)	224.14	kW
Produttività annua	1.378.40	MWh/anno

**ALLEGATO 1:
ESTRATTO DA: “VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL
TRATTO INIZIALE DEL CANALE DEL DUCA AI FINI DELLA
VALORIZZAZIONE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA
IDROELETTRICA”**

VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL TRATTO INIZIALE DEL CANALE DEL DUCA AI FINI DELLA VALORIZZAZIONE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA

2.3 Descrizione del modello idraulico e taratura

Sono state introdotte nel codice MOUSE™ (software utilizzato per le simulazioni dinamiche in condizioni di moto vario) tutte le caratteristiche geometriche, altimetriche ed idrauliche dei nodi scelti per rappresentare la rete (sezioni trasversali, sfiori laterali, scarichi, ecc...) e dei relativi rami (tratti di canale).

Nella costruzione del modello del reticolo si devono precisare i nodi ed i rami; in particolare, è richiesta l'immissione dei seguenti dati:

- area afferente (superficie del canale);
- percentuale di area afferente impermeabile;
- afflussi esterni di tipo concentrato (idrogrammi dei versanti collinari afferenti);
- grado di urbanizzazione dell'area per la stima delle perdite meteoriche di infiltrazione o di accumulo iniziale.

Per quanto concerne i rami si sono inseriti i seguenti dati:

- lunghezza del ramo;
- sezione;
- dimensioni;
- quote di scorrimento in corrispondenza dei pozzetti;
- scabrezza dei collettori (è stato scelto il parametro di $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ secondo Strickler).

Sono stati inseriti gli idrogrammi di piena dei singoli bacini in m^3/s (input idrologici).

Non disponendo di misure di pioggia e di portata utili per la taratura del modello idraulico, la stessa taratura è stata effettuata utilizzando i risultati a suo tempo ottenuti nella progettazione della società Hydrodata.

Di seguito si riportano gli idrogrammi, allegati alla Relazione Idraulica del progetto citato, all'altezza dello scaricatore nel Canale di Medesano e dello scaricatore nel Rio Campanara in cui sono rappresentate la portata in ingresso, la portata sfiorata e la portata che prosegue verso valle in funzione del tempo.

Nella pagina successiva si riportano, invece, la tabella dei risultati allegata alla Relazione del progetto esecutivo di Hydrodata e le altezze idrometriche ottenute, a parità di condizioni (portata derivata 2500 l/s e piogge con tempo di ritorno di 25 anni), dalla simulazione con il modello idraulico MOUSE utilizzato.

Come si può osservare le differenze idrometriche riscontrate tra il modello MOUSE ed i risultati ottenuti dalla progettazione esecutiva variano da qualche cm ad un massimo di 20-25 cm.

Scaricatore nel Canale di Medesano – T. Taro
Dalla Relazione Idraulica – Progetto Esecutivo - Hydrodata

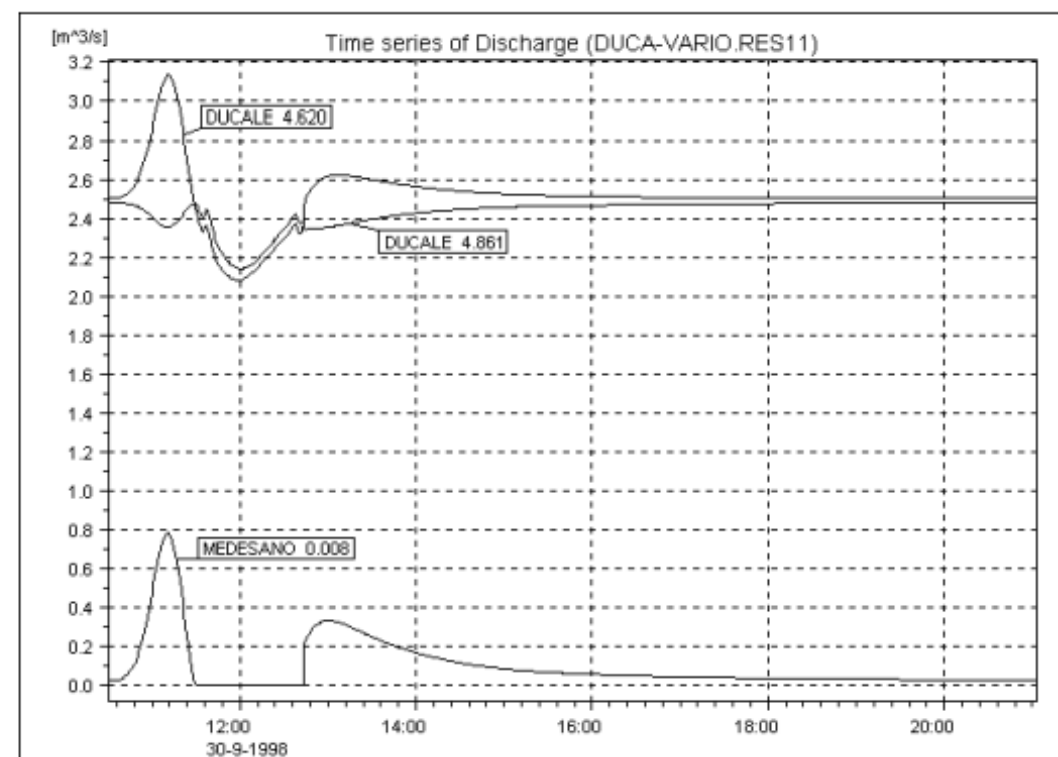


Fig. 2 – Scaricatore nel Canale di Medesano: risultati della simulazione in moto vario.

Scaricatore nel Rio Campanara
Dalla Relazione Idraulica – Progetto Esecutivo - Hydrodata

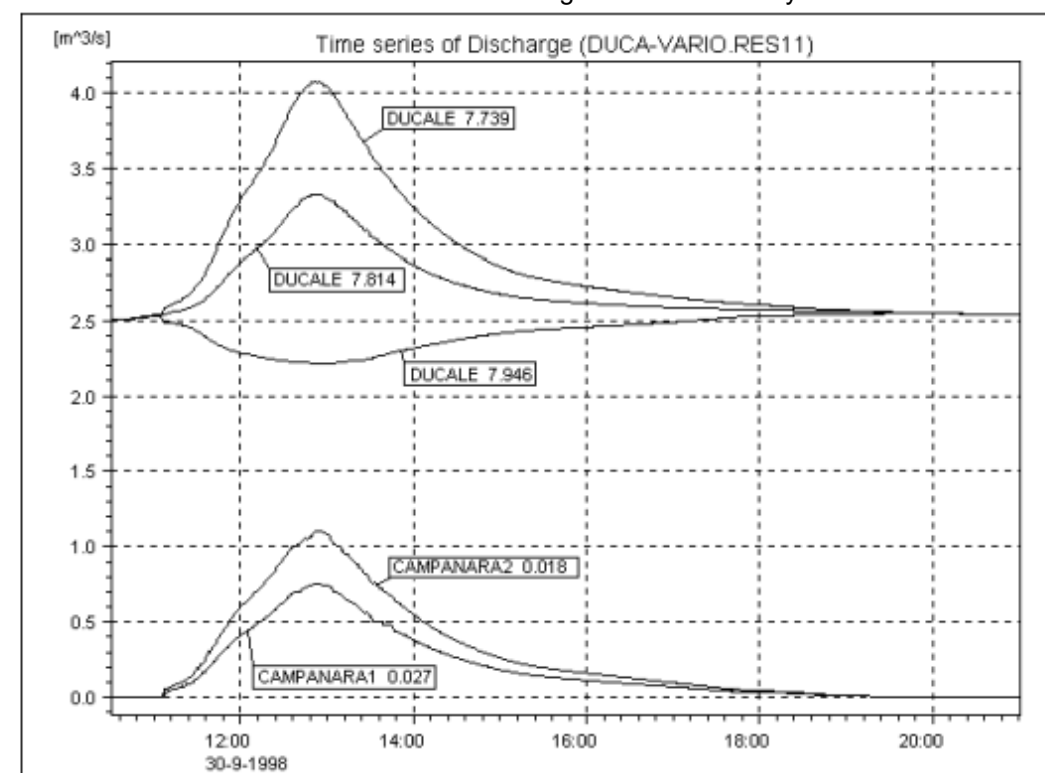


Figura 3 – Scaricatori nel Rio Campanara: risultati della simulazione in moto vario.

Livelli idrometrici del modello realizzato con MOUSE ed i risultati del progetto esecutivo

Taratura Modello	Progr. Modello (km)	Sezione rilievo	Livello Permanente (m s.m.)	Livello vario S1 (m s.m.)	Differenza livelli S1 (m)	Livello vario S2 (m s.m.)	Differenza livelli S2 (m)	Livello vario S3 (m s.m.)	Differenza livelli S3 (m)
125.23	0,114	SEZ 115	134,72	134,79	0,06	134,72	0,00	134,79	0,06
	0,528	SEZ 71	134,66	134,72	0,06	134,67	0,01	134,72	0,06
	0,766	SEZ 70	133,31	133,33	0,02	133,28	-0,03	133,33	0,02
	1,073	SEZ 69	132,92	132,90	-0,03	132,87	-0,05	132,89	-0,04
	1,277	SEZ 68	132,84	132,82	-0,01	132,80	-0,04	132,81	-0,02
	1,574	SEZ 67	132,67	132,62	-0,05	132,59	-0,08	132,63	-0,04
	1,823	SEZ 66	132,49	132,39	-0,10	132,37	-0,12	132,41	-0,08
	2,064	SEZ 65	132,20	132,13	-0,07	132,11	-0,09	132,15	-0,05
	2,316	SEZ 64	131,88	131,82	-0,06	131,81	-0,08	131,85	-0,04
	2,576	SEZ 63	131,57	131,53	-0,04	131,49	-0,08	131,54	-0,03
	2,847	SEZ 62	131,24	131,23	-0,01	131,16	-0,08	131,23	-0,01
	3,145	SEZ 61	130,90	130,91	0,01	130,85	-0,05	130,91	0,01
	3,404	SEZ 60	130,54	130,56	0,02	130,49	-0,05	130,56	0,02
	3,644	SEZ 59	129,31	129,33	0,02	129,26	-0,06	129,33	0,02
	3,940	SEZ 58	128,20	128,22	0,02	128,15	-0,05	128,22	0,02
	4,256	SEZ 57	126,22	126,25	0,02	126,18	-0,04	126,25	0,02
	4,511	SEZ 56	125,59	125,63	0,04	125,60	0,02	125,63	0,04
	4,734	SEZ55	125,43	125,47	0,03	125,44	0,01	125,45	0,02
	4,988	SEZ 54	125,17	125,23	0,06	125,18	0,00	125,21	0,04
	5,309	SEZ 53	124,64	124,72	0,09	124,65	0,01	124,70	0,06
	5,566	SEZ 52	124,39	124,51	0,12	124,41	0,02	124,48	0,09
	5,815	SEZ 51	124,19	124,34	0,15	124,22	0,03	124,30	0,11
	6,078	SEZ 50	124,01	124,17	0,17	124,06	0,06	124,13	0,13
	6,349	SEZ 49	123,72	123,92	0,19	123,81	0,09	123,88	0,15
	6,644	SEZ 48	123,36	123,60	0,24	123,50	0,14	123,56	0,20
	6,856	SEZ 47	123,19	123,44	0,25	123,35	0,16	123,41	0,21
	7,222	SEZ 46	122,71	122,93	0,23	122,87	0,16	122,91	0,20
	7,434	SEZ 45	121,88	122,24	0,36	122,16	0,28	122,21	0,33
	7,680	SEZ 44	121,59	121,87	0,28	121,81	0,22	121,85	0,26
	8,058	SEZ 43	121,14	121,08	-0,05	121,09	-0,05	121,09	-0,04
	8,265	SEZ 42	120,76	120,77	0,01	120,78	0,02	120,78	0,02
	8,607	SEZ 41	120,14	120,15	0,01	120,16	0,01	120,16	0,02
	8,802	SEZ 40	119,88	119,89	0,01	119,90	0,02	119,90	0,02

Nelle pagine successive si allegano i risultati ottenuti in termini di profili longitudinali con indicazione del massimo livello di piena e degli idrogrammi di piena in ingresso, in uscita e sfiorati nei due punti di taratura precedentemente individuati (all'altezza dello scaricatore nel Canale di Medesano-Taro e dello scaricatore nel Rio Campanara).

I risultati di seguito allegati, ed in particolare ci si riferisce agli idrogrammi di piena, si possono confrontare con quelli allegati nella pagina precedente.

Fig. 2: Schema planimetrico del modello idraulico

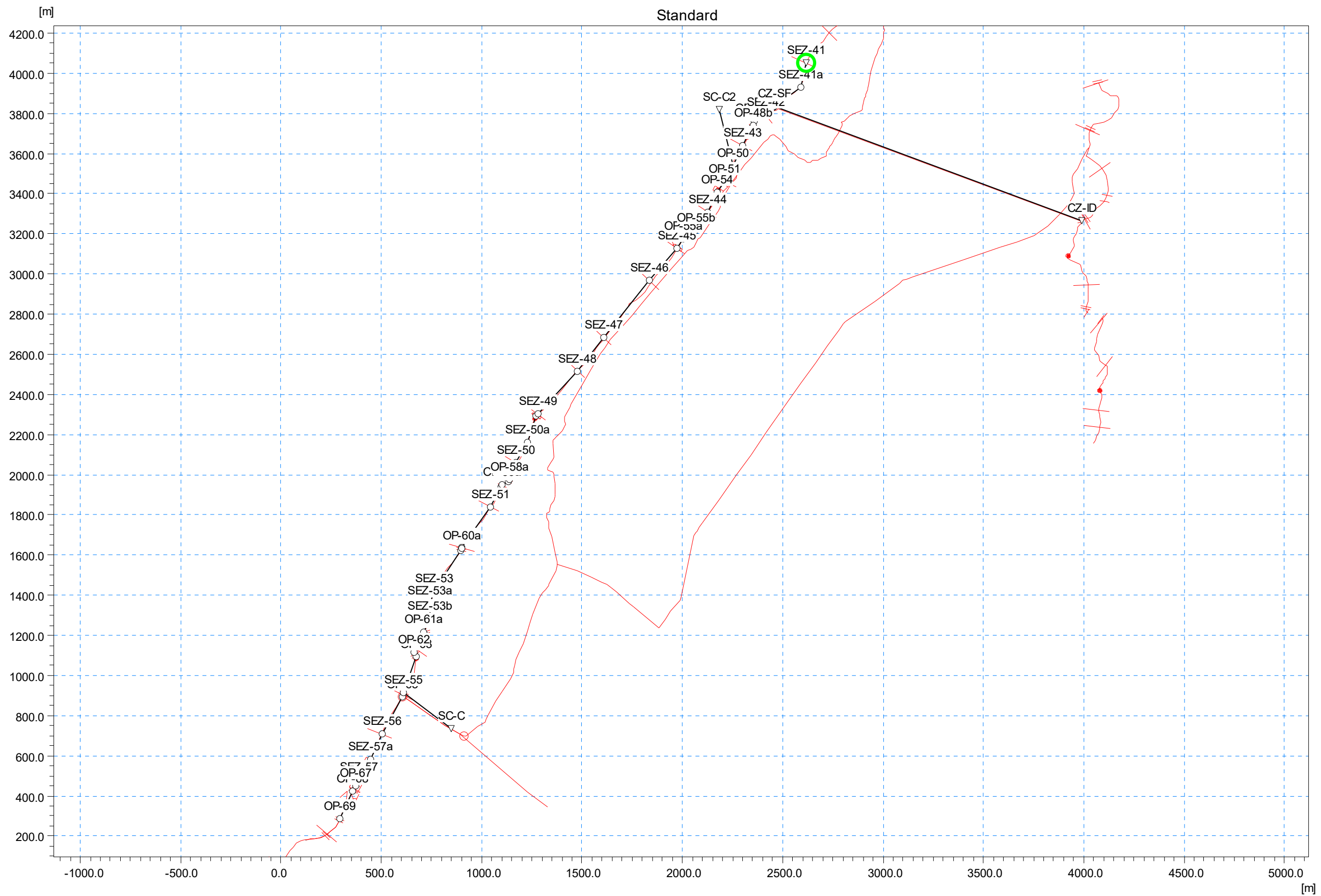
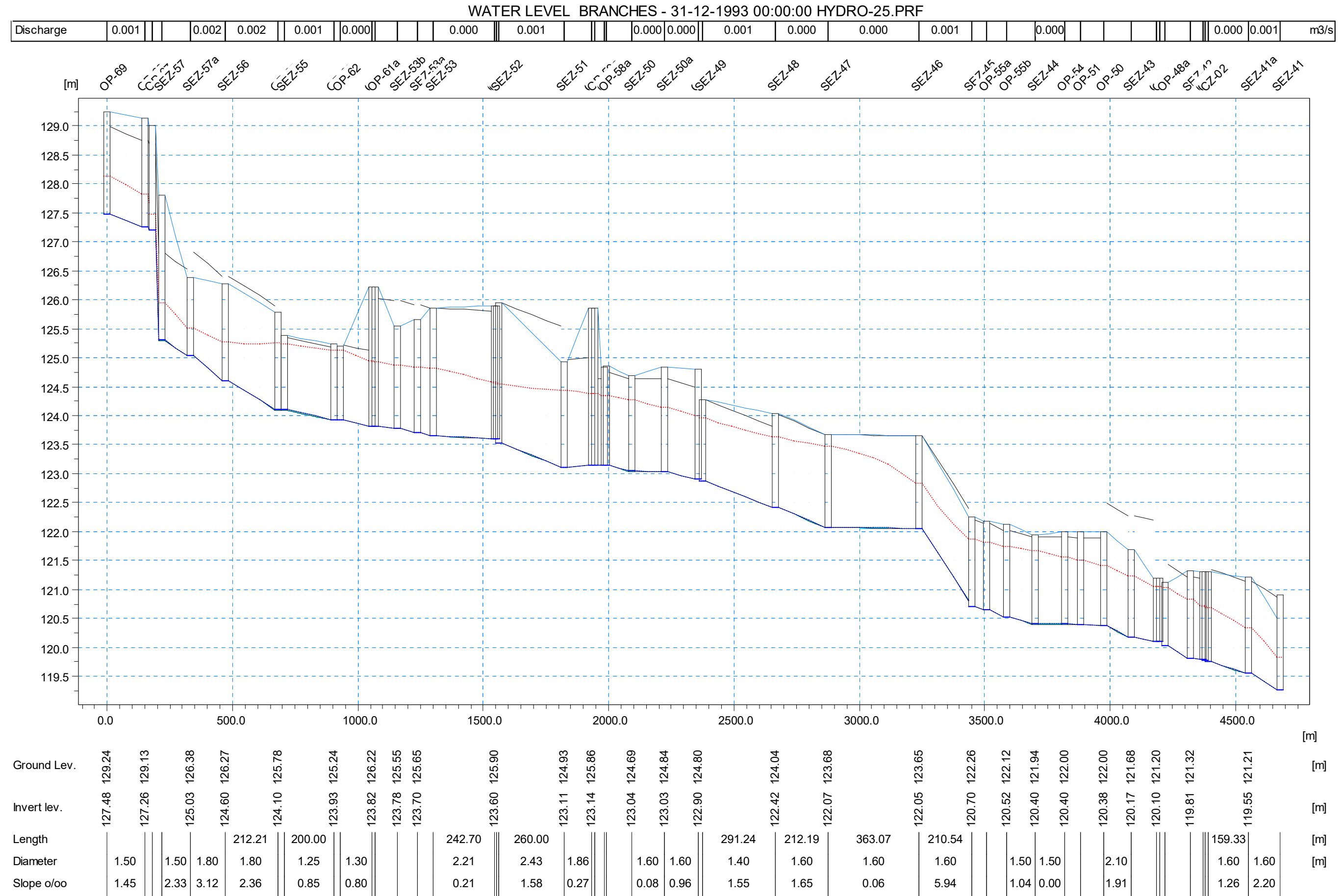
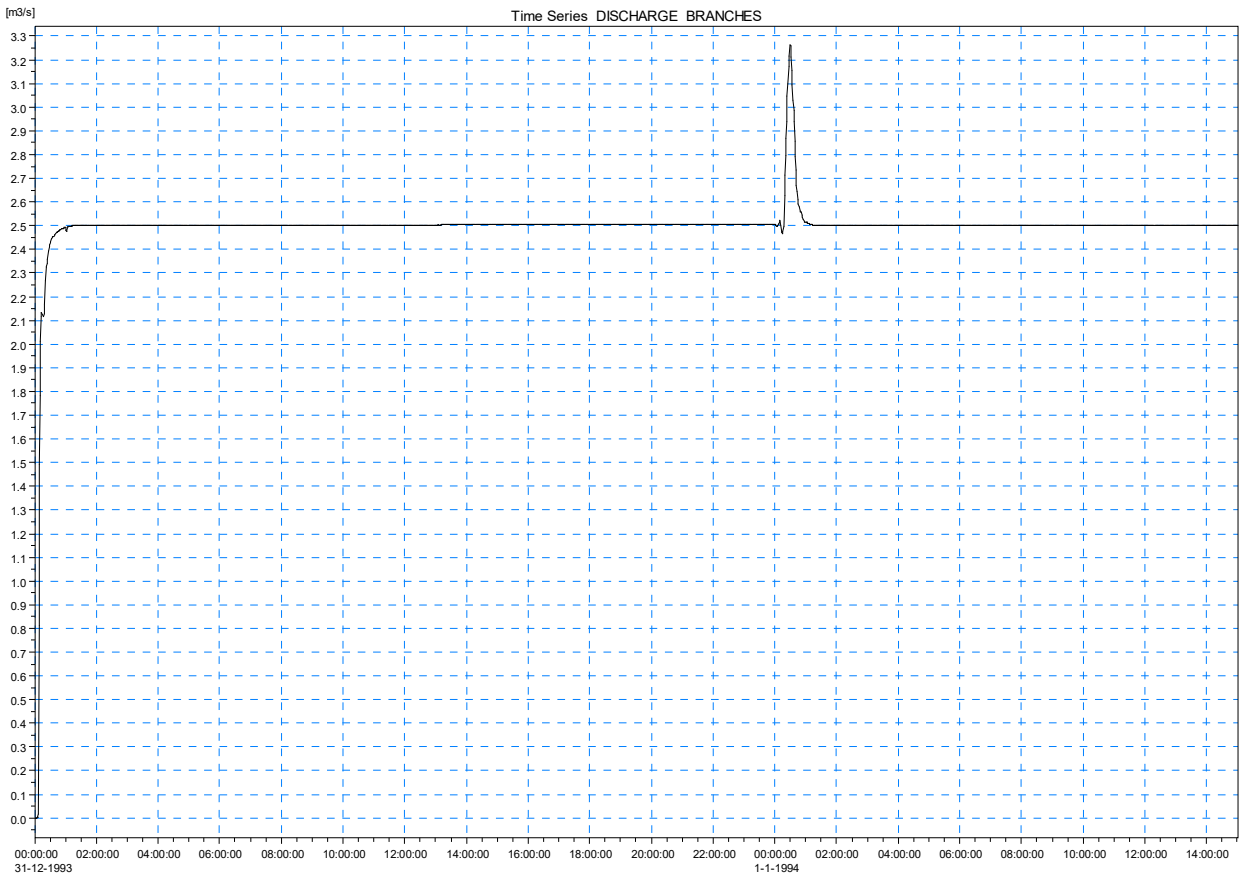


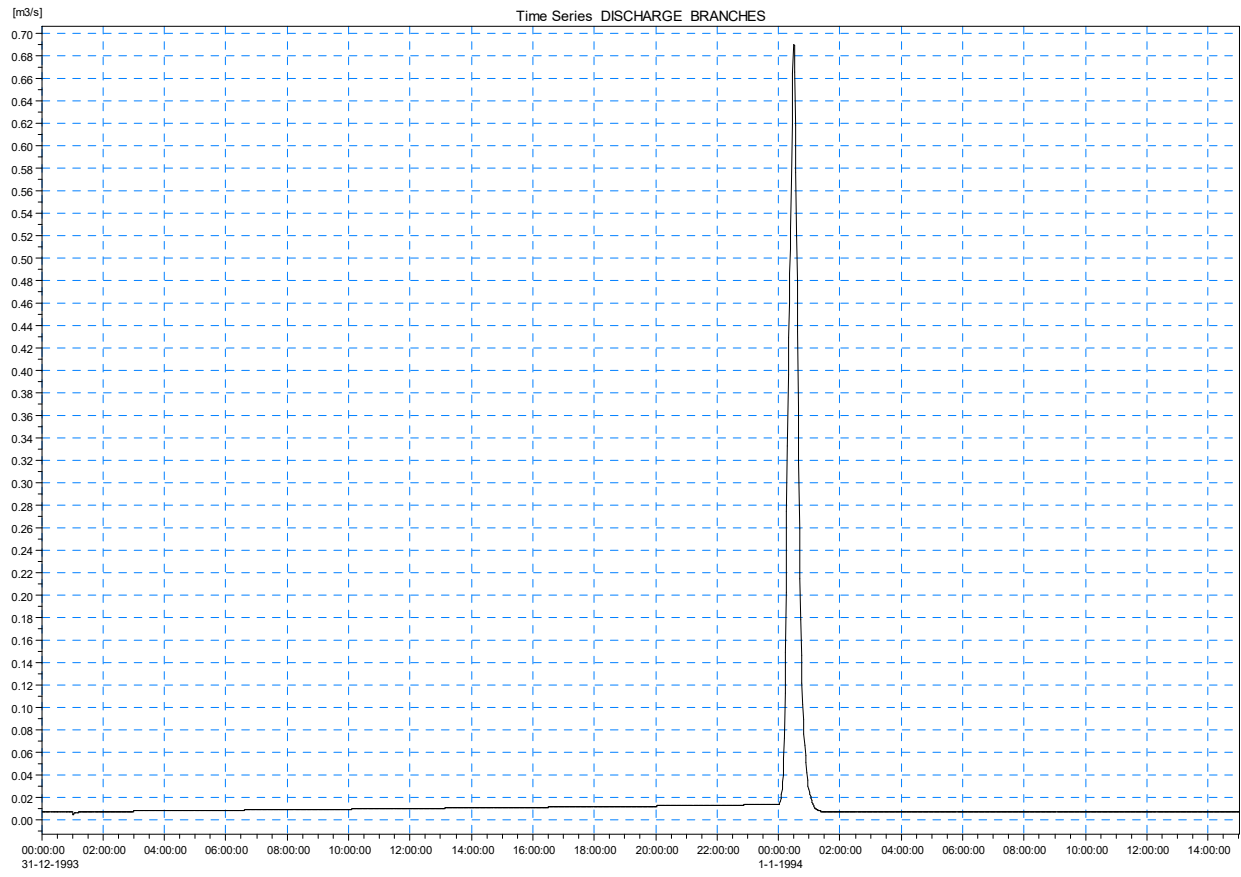
Fig. 3: Profilo longitudinale del Canale del Duca



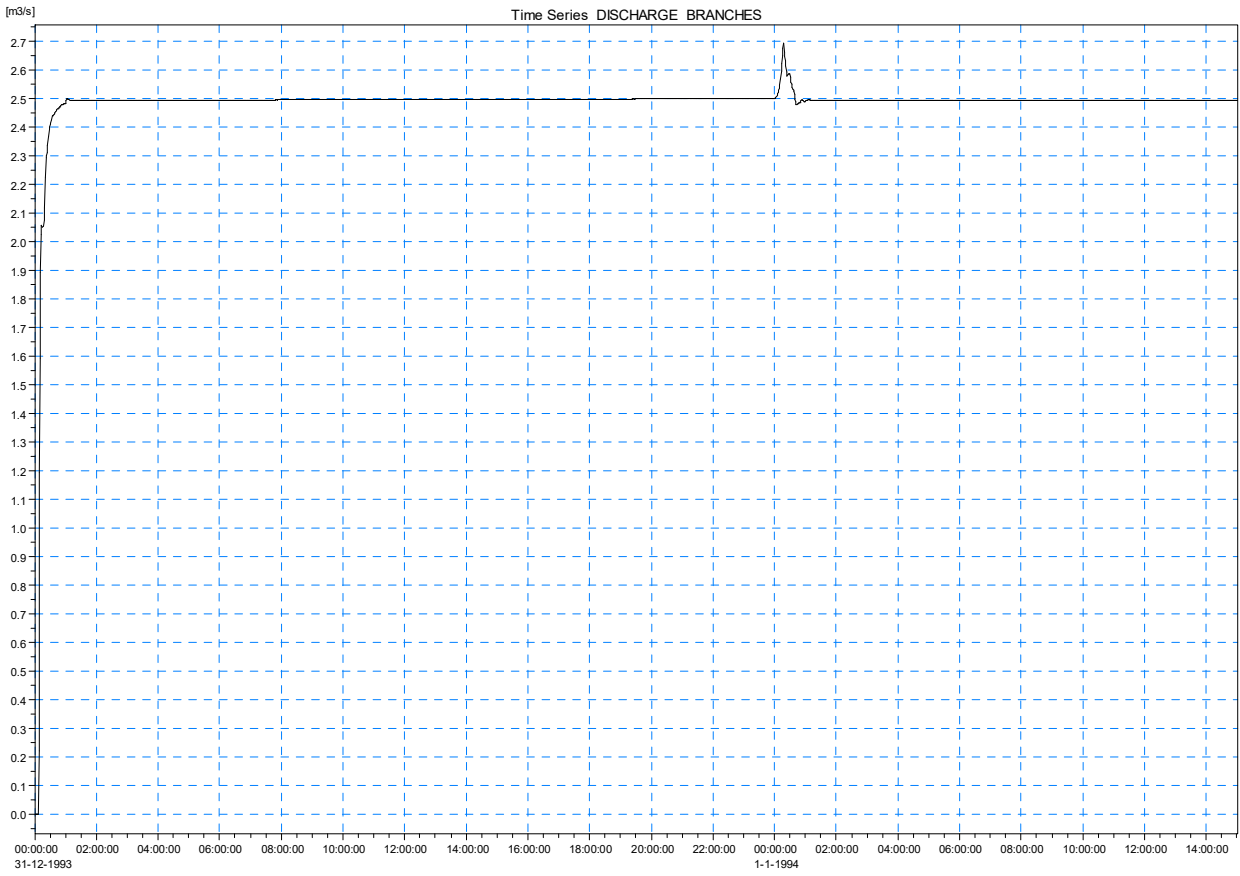
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



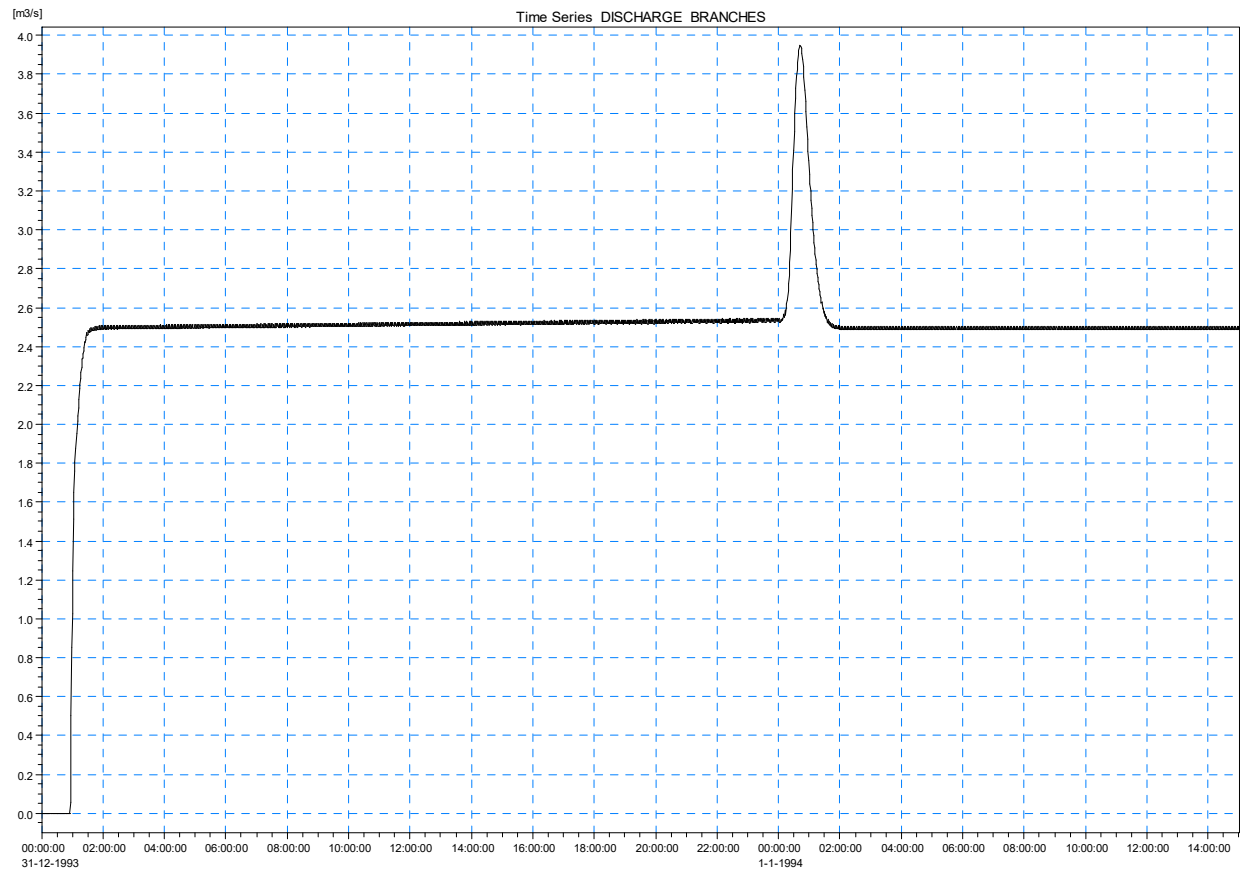
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



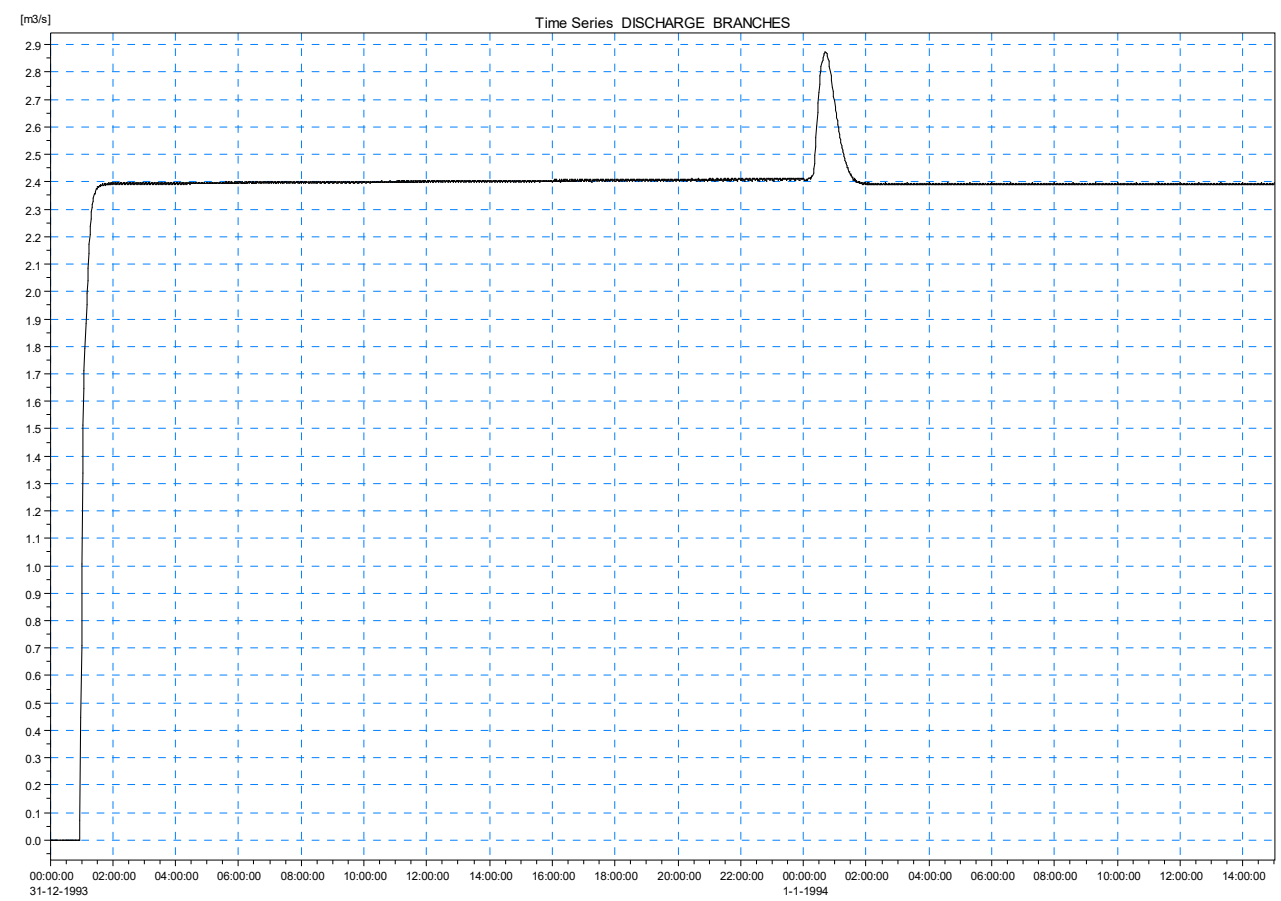
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



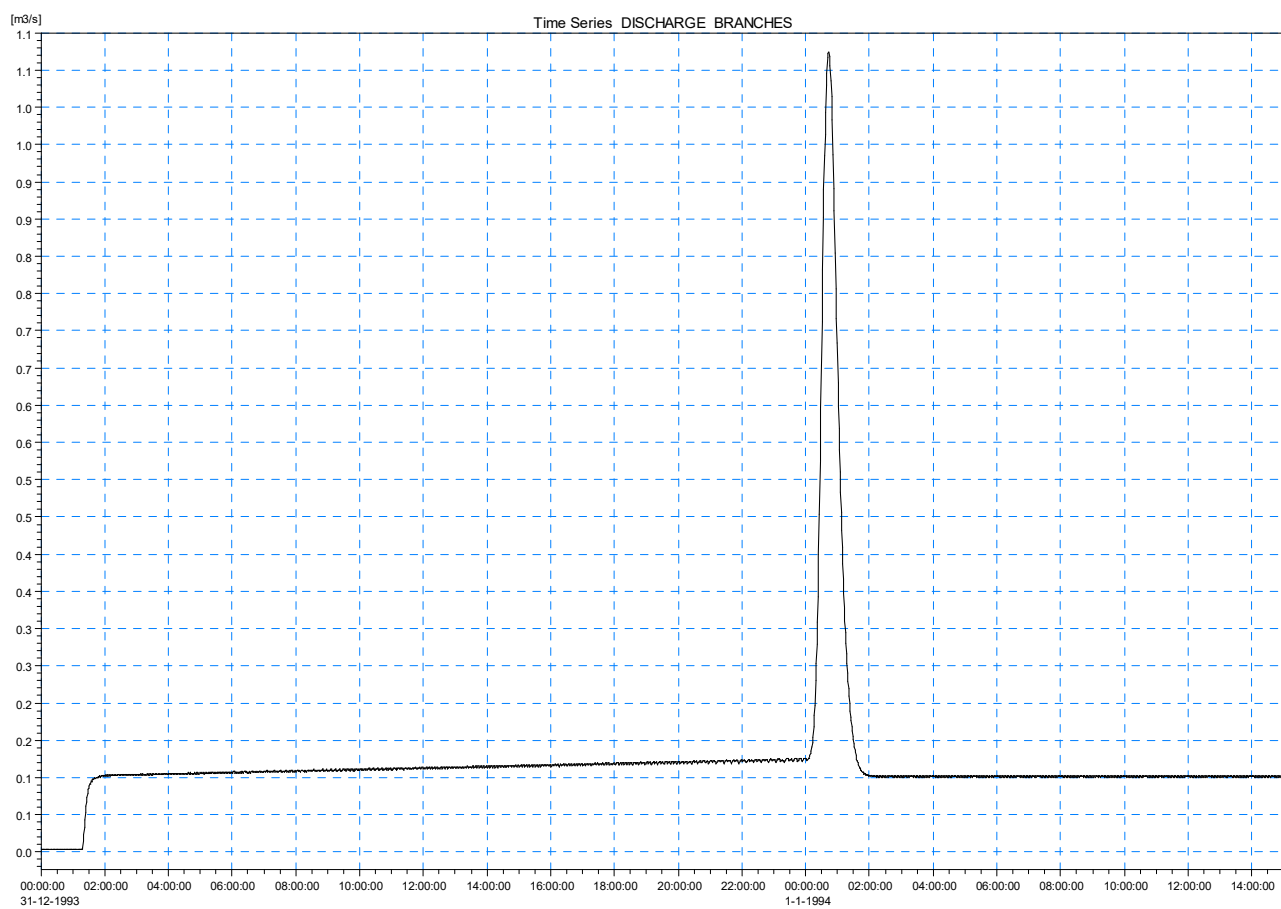
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



3 SCHEMI E SIMULAZIONI IDRAULICHE

Si analizza il tratto di Canale del duca che va dal Molino di Felegara allo scaricatore verso il Rio Canalazzo.

Le verifiche idrauliche, di seguito descritte ed allegate, hanno lo scopo di illustrare i risultati ottenuti considerando lungo il canale l’inserimento di due impianti idroelettrici:

- 1 Impianto a coclea sullo scaricatore di piena diretto al Canale di Medesano o al fiume Taro;
- 2 Impianto con turbina Francis a valle della condotta esistente in acciaio DN1500 prima dello scarico nel Rio Canalazzo.

Le verifiche idrauliche sono state eseguite con piogge con tempi di ritorno di 25 e 100 anni.

Le portate di derivazione considerate sono 2500 l/s, 2000 l/s e 1500 l/s.

Le schematizzazioni di seguito allegate riportano sempre tre configurazioni:

- a) Configurazione del Progetto Esecutivo – Hydrodata (Derivazione 2500 l/s, afflussi meteorici per tempo di ritorno di 25 anni, scaricatori di piena in funzione);
- b) Configurazione proposta (Derivazione, afflussi meteorici per tempo di ritorno di 25 anni, scaricatori di piena con la portata scaricata turbinata, proseguimento verso valle di una quota della portata derivata);
- c) Configurazione proposta (Derivazione, afflussi meteorici per tempo di ritorno di 100 anni, scaricatori di piena con la portata scaricata turbinata, proseguimento verso valle di una quota della portata derivata).

Sono considerati anche diversi valori di portata turbinati nei due impianti idroelettrici previsti che variano per il primo impianto da 400 a 500 l/s, mentre per il secondo impianto da 1000 a 1500 l/s.

Infine, si sono considerati diversi valori di portata che potranno proseguire nel canale del Duca a valle della presa per il secondo impianto che variano da un minimo di 100 l/s ad un massimo di 500 l/s.

Nell’illustrazione di risultati, all’inizio, saranno sempre riepilogati gli elementi al contorno sopra esposti.

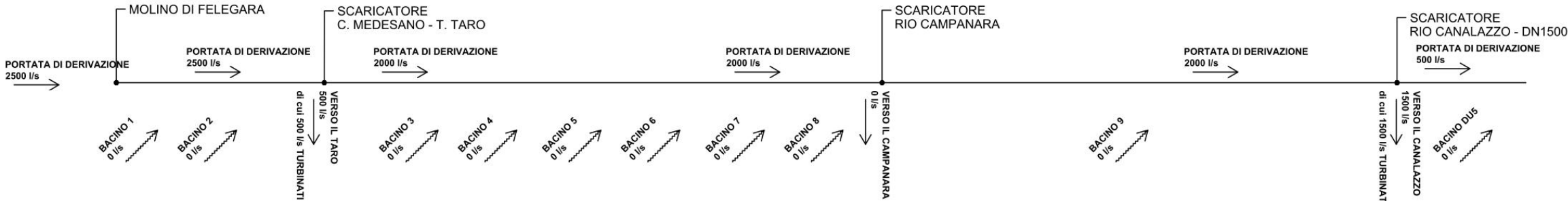
Gli schemi di possibile funzionamento del Canale del Duca in tempo di pioggia e con inserimento di due impianti idroelettrici non corrispondono alle modalità di esercizio rese possibili dalle regole previste dalla vigente concessione, limitata ai soli usi irrigui e di cui converrà richiedere l’adeguamento alle nuove necessità.

Si ritiene inoltre che l’inserimento nei nodi idraulici previsti dei due impianti idroelettrici sia compatibile con la necessità di alimentare, a gravità, per brevi periodi di tempo, i quattro invasi previsti sul terrazzo fluviale sotto Medesano, di capacità netta di circa 2.900.000 mc.

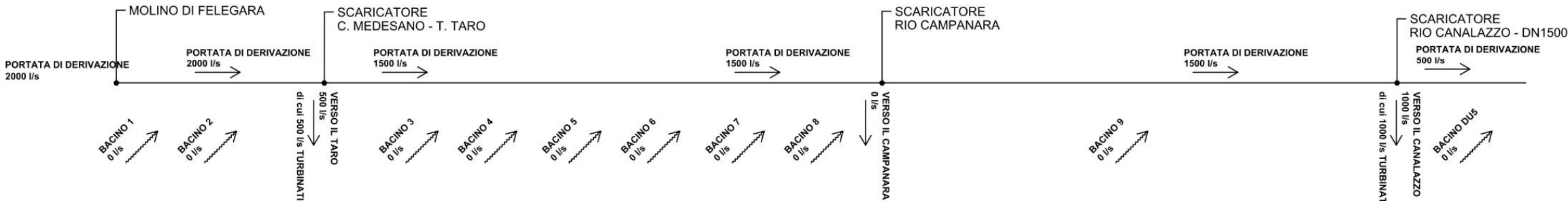
Si è già detto che, diversamente da quanto indicato nel Progetto Esecutivo – Hydrodata e poi effettivamente realizzato si sono utilizzati, nel modello idraulico, scaricatori di piena laterali non dipendenti da organi elettromeccanici o da segnalazioni di sensori legati a livelli idrometrici nel Canale in sezioni di misura. Oltre a ciò, per quanto riguarda un manufatto di cui il progetto prevedeva il rifacimento, ma che a tutt’oggi non risulta ancora realizzato, si è scelto di considerarlo come completato ed efficiente e quindi non più causa di ostruzioni o riduzioni di officiosità del Canale. Tale manufatto è individuato come OP.56 (v. Documentazione fotografica foto n. 11-12) richiamata nel [seguito](#)^[G1].



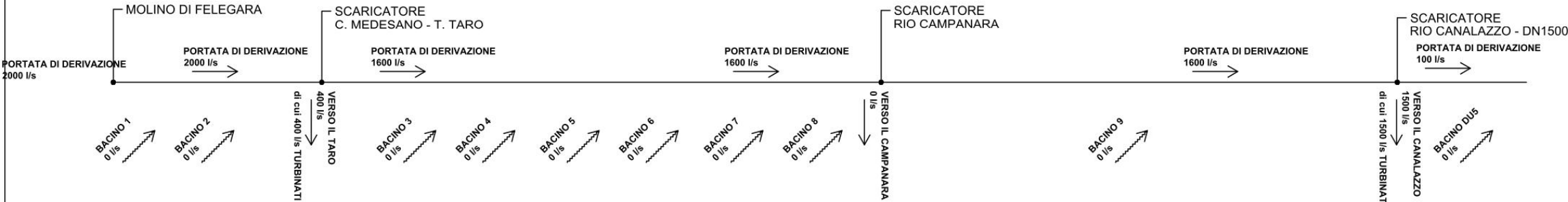
**SCHEMA CANALE DEL DUCA - ASSENZA DI PRECIPITAZIONI
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s**



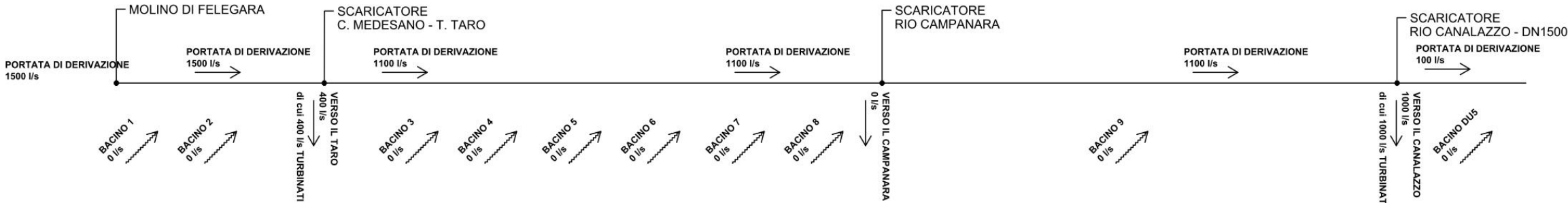
**SCHEMA CANALE DEL DUCA - ASSENZA DI PRECIPITAZIONI
PORTATA DI DERIVAZIONE 2000 l/s - soluzione A**



**SCHEMA CANALE DEL DUCA - ASSENZA DI PRECIPITAZIONI
PORTATA DI DERIVAZIONE 2000 l/s - soluzione B**



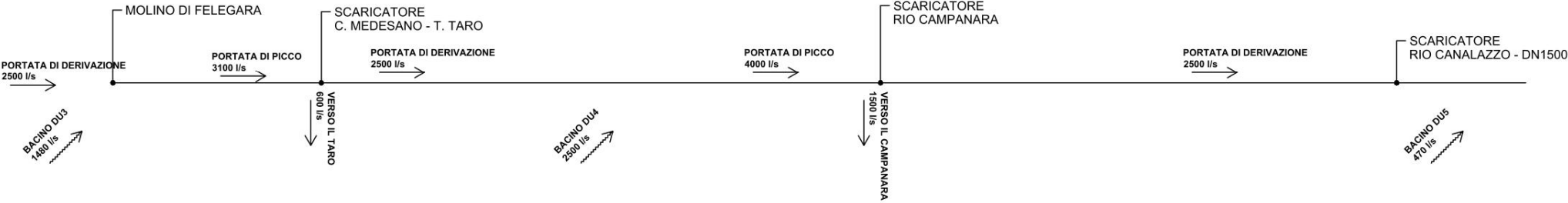
**SCHEMA CANALE DEL DUCA - ASSENZA DI PRECIPITAZIONI
PORTATA DI DERIVAZIONE 1500 l/s**



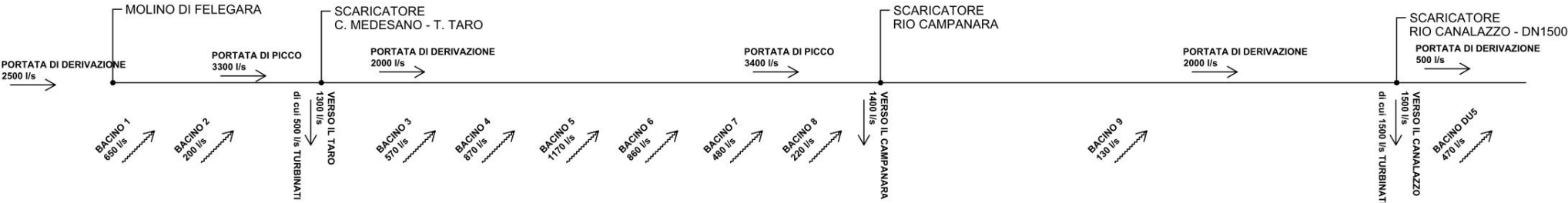
3.1 SCHEMI E SIMULAZIONI IDRAULICHE – PORTATA DERIVAZIONE 2500 L/S

PORTATA DERIVATA	PORTATA TURBINATA 1° IMPIANTO	PORTATA TURBINATA 2° IMPIANTO	TEMPI DI RITORNO	PORTATA RILASCIATA VERSO VALLE
2500 l/s	500 l/s	1500 l/s	25 anni e 100 anni	500 l/s

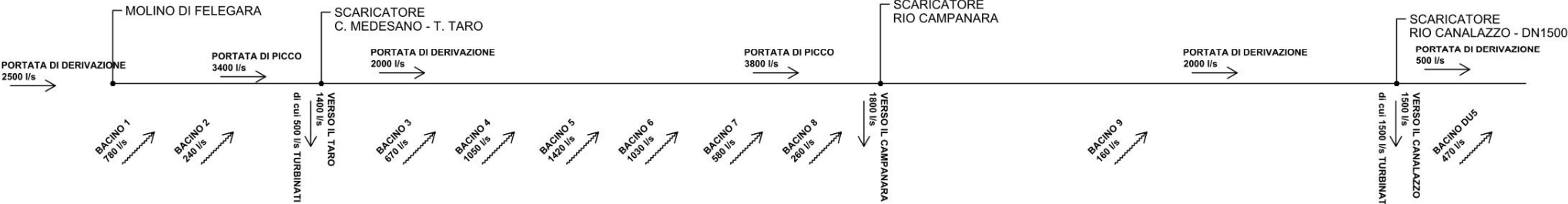
SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROGETTO ESECUTIVO HYDRODATA
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s e PIOGGE CON Tr25



SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s e PIOGGE CON Tr25



SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s e PIOGGE CON Tr100



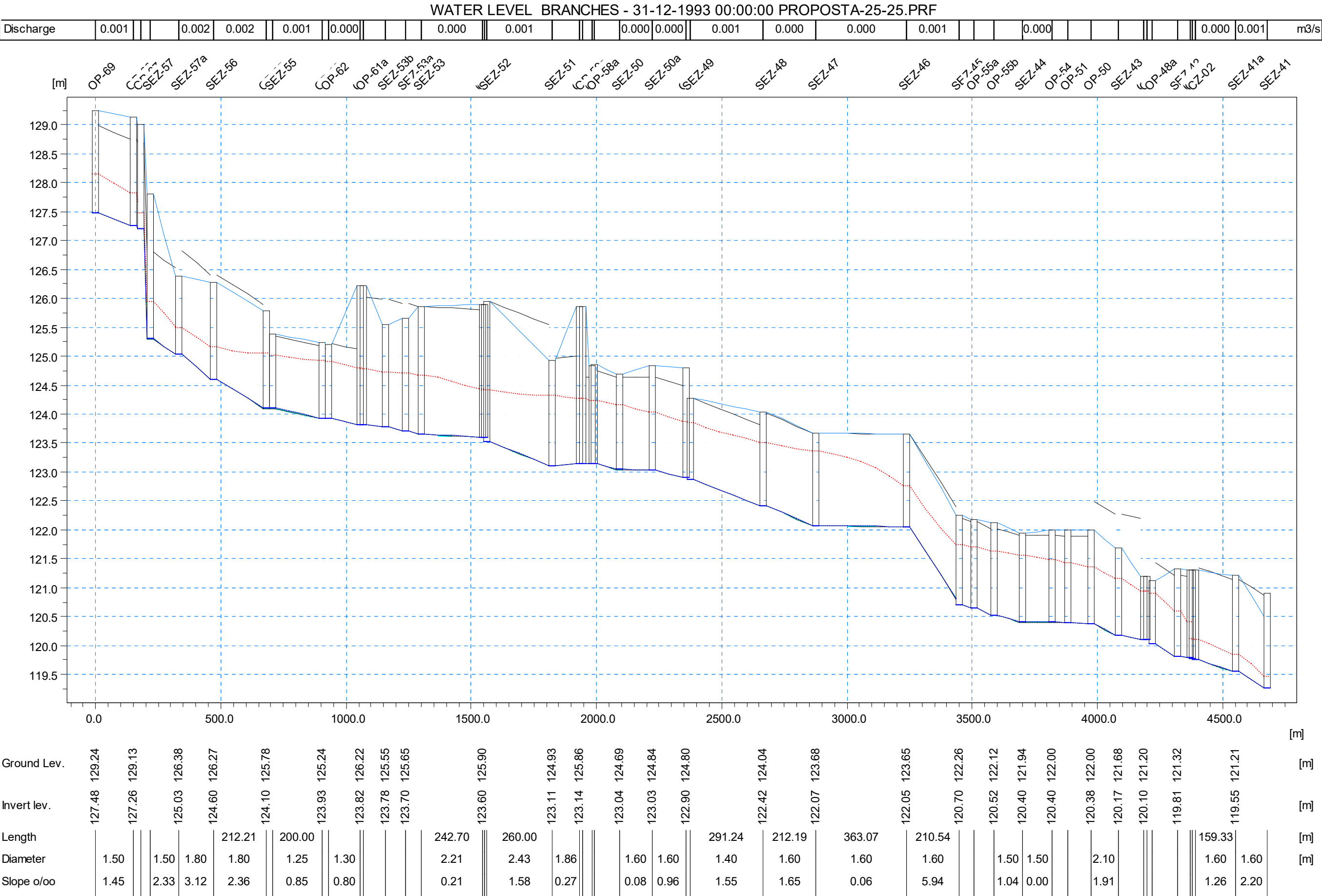
I tre schemi riportati a sinistra riportano:
1. la configurazione del Progetto Esecutivo – Hydrodata;
2. la configurazione proposta con piogge con tempi di ritorno di 25 anni;
3. la configurazione proposta con piogge con tempi di ritorno di 100 anni;

Nelle pagine successive si sono allegati i profili longitudinali e gli idrogrammi di piena per sollecitazioni meteoriche di 25 anni e 100 anni di tempo di ritorno.

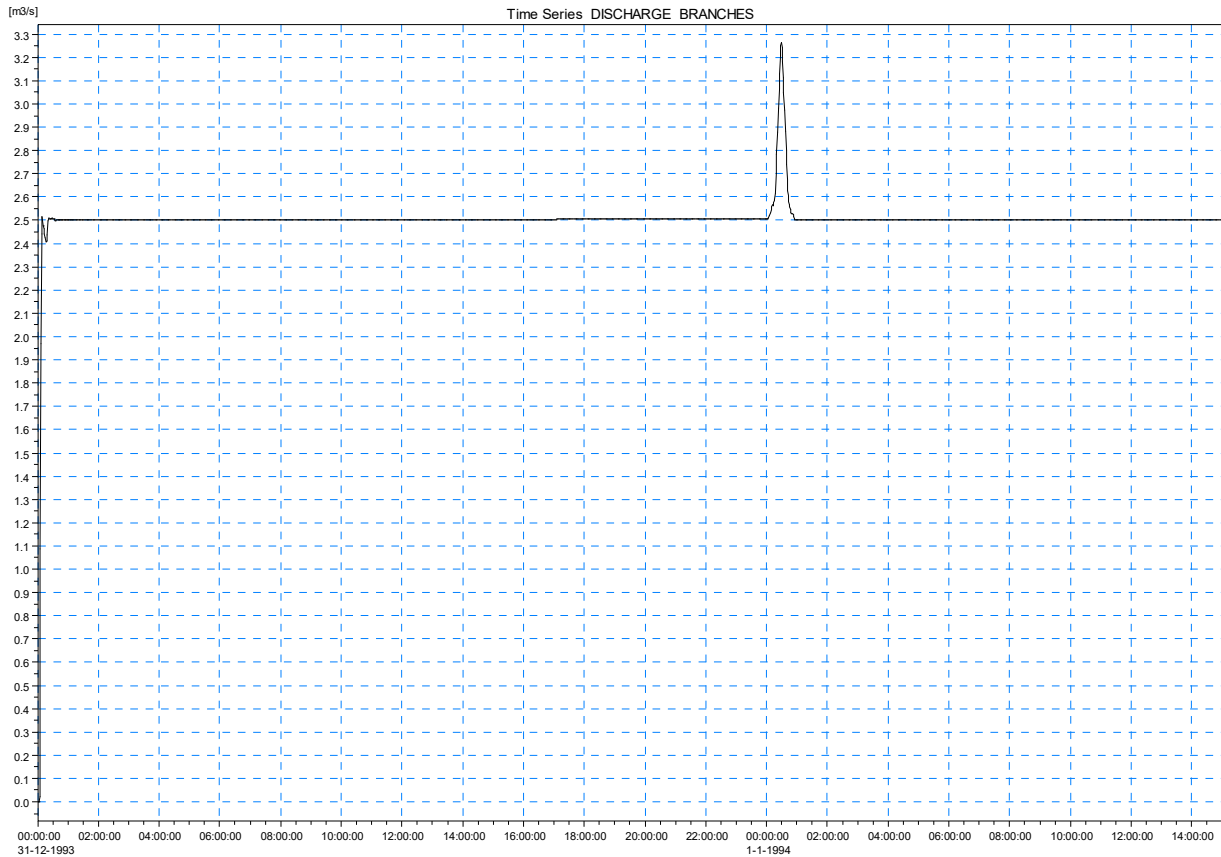
Gli idrogrammi di piena fanno riferimento:
1. allo scaricatore verso il Canale di Medesano-Taro;
2. allo scaricatore verso il Rio Campanara;
3. allo scaricatore verso il Rio Canalazzo.

Per ciascun scaricatore si sono allegati tre idrogrammi di piene corrispondenti rispettivamente a:
a) Idrogramma a monte;
b) Idrogramma a valle;
c) Idrogramma della portata sfiorata.

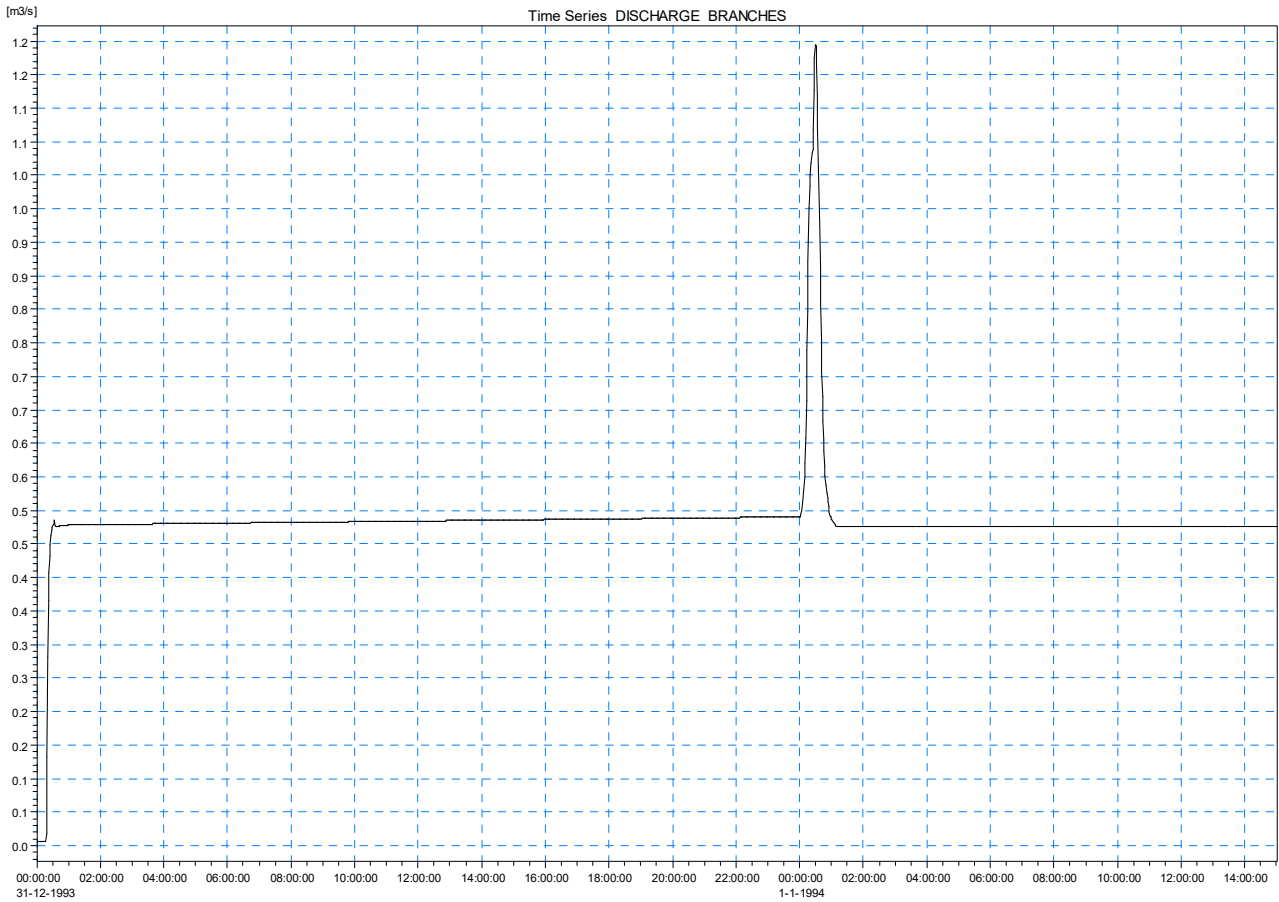
PROFILO LONGITUDINALE – PORTATA DERIVAZIONE 2500 l/s PIOGGE Tr 25 ANNI



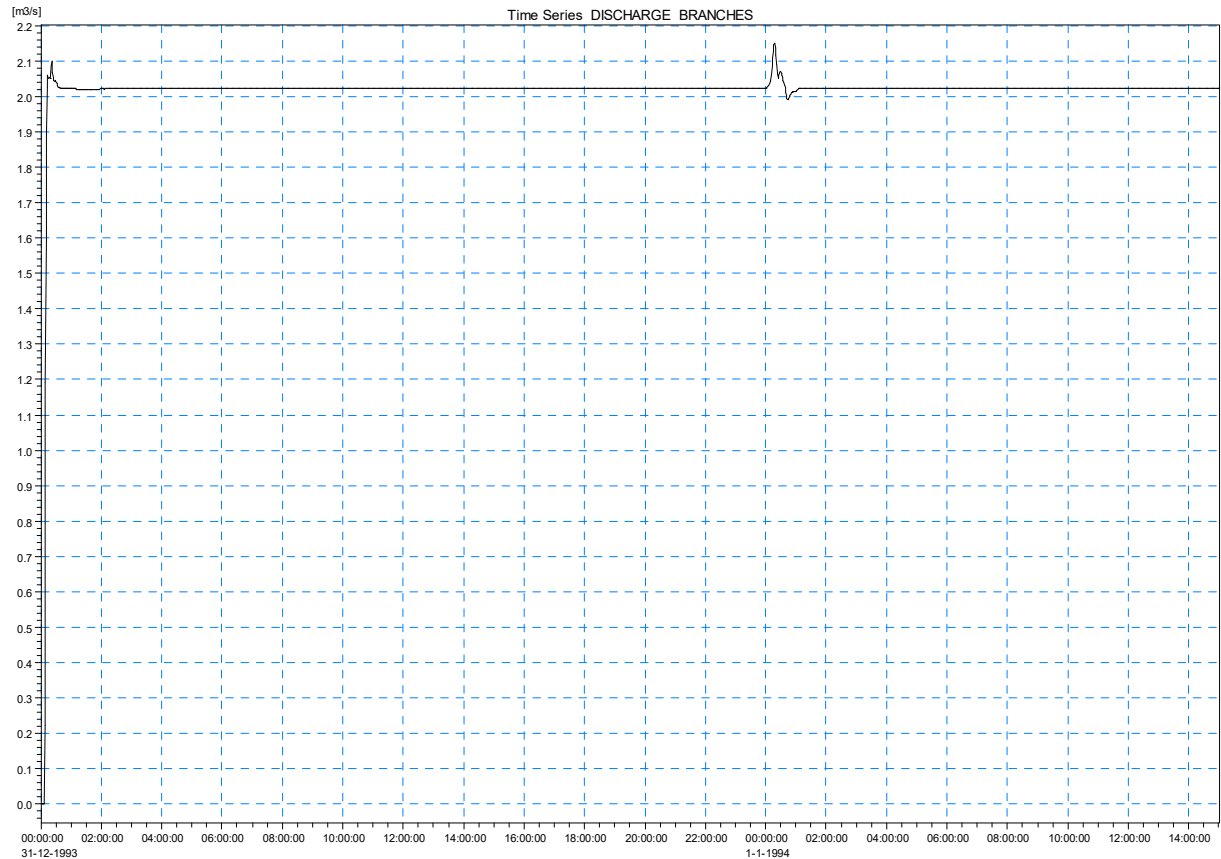
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



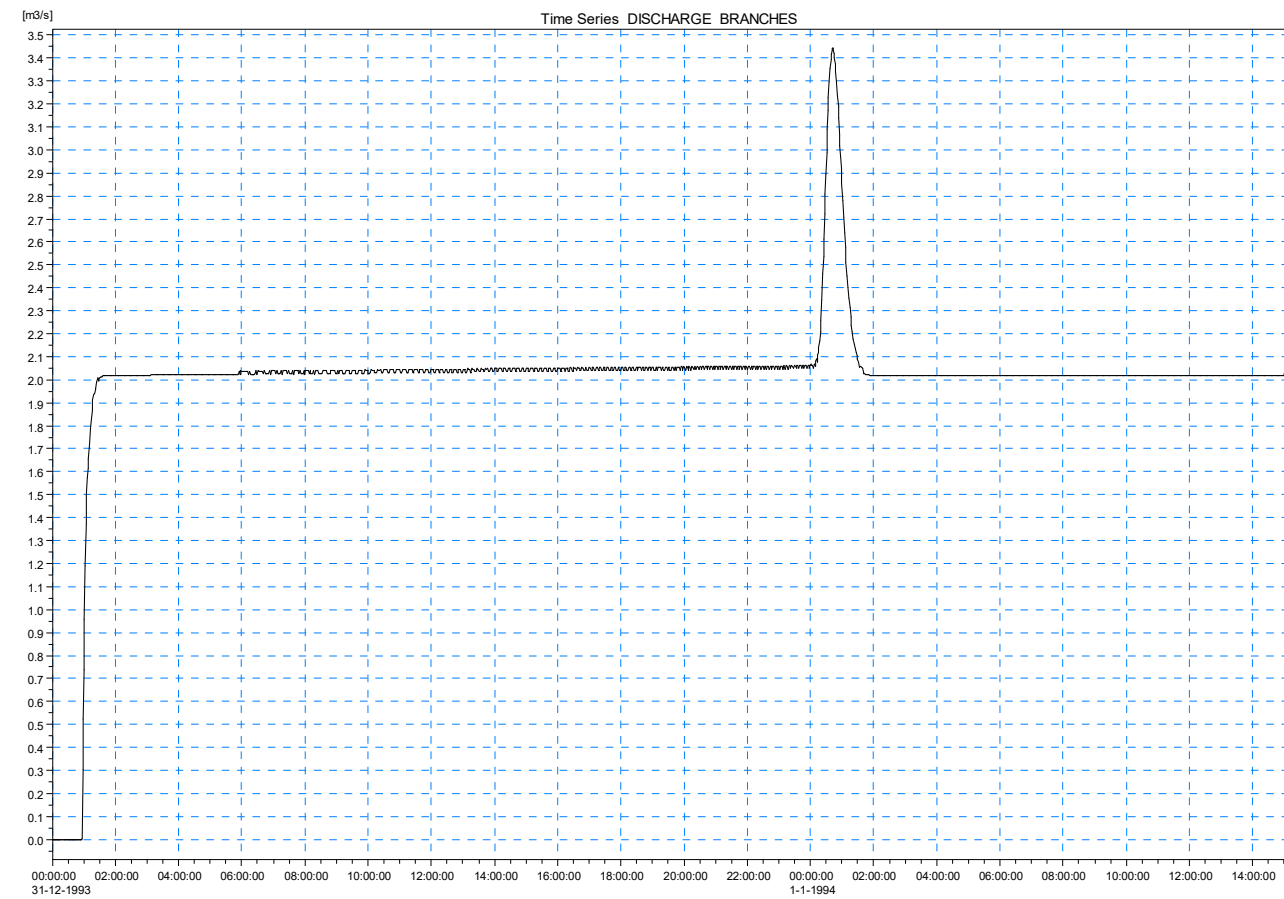
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



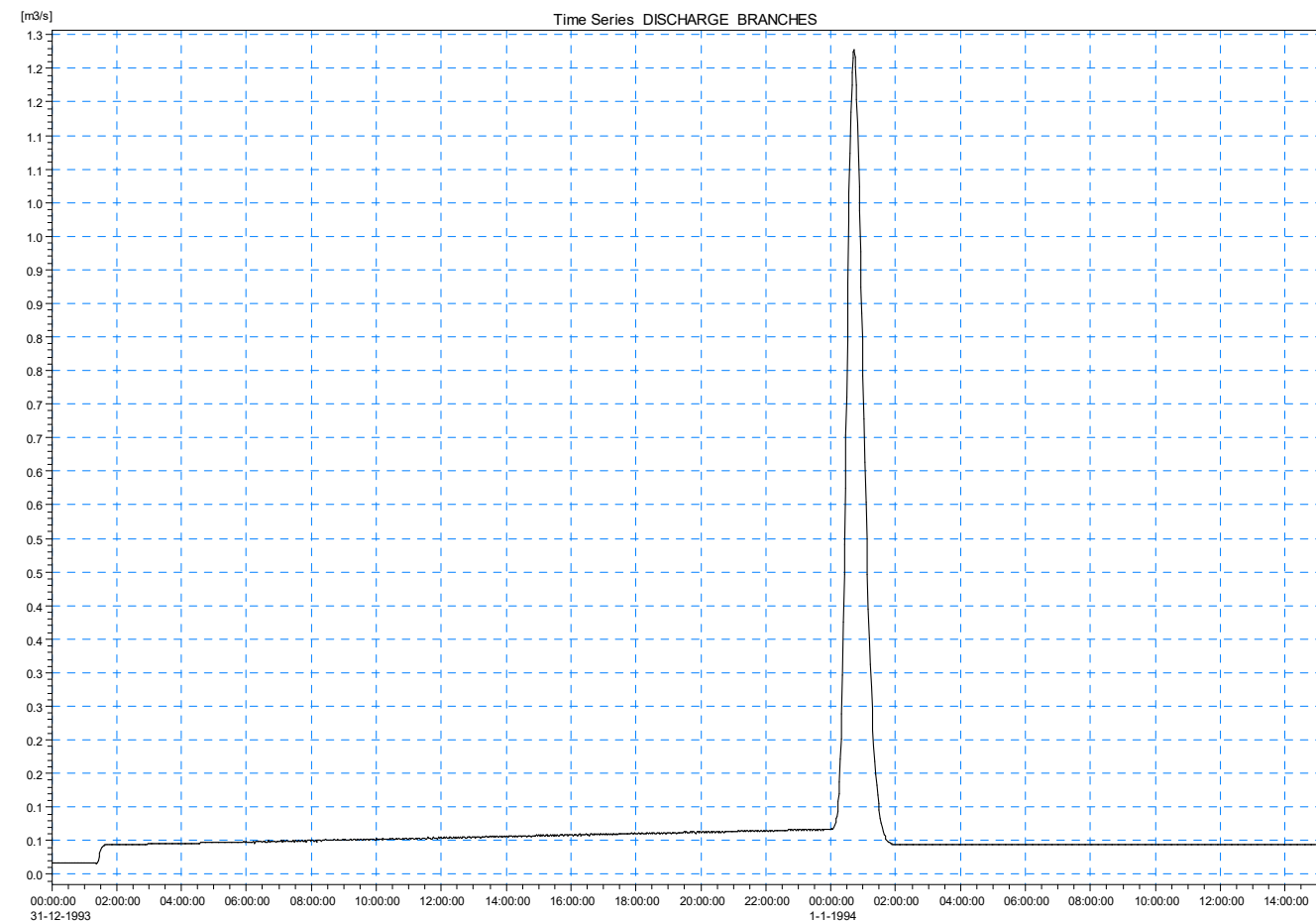
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



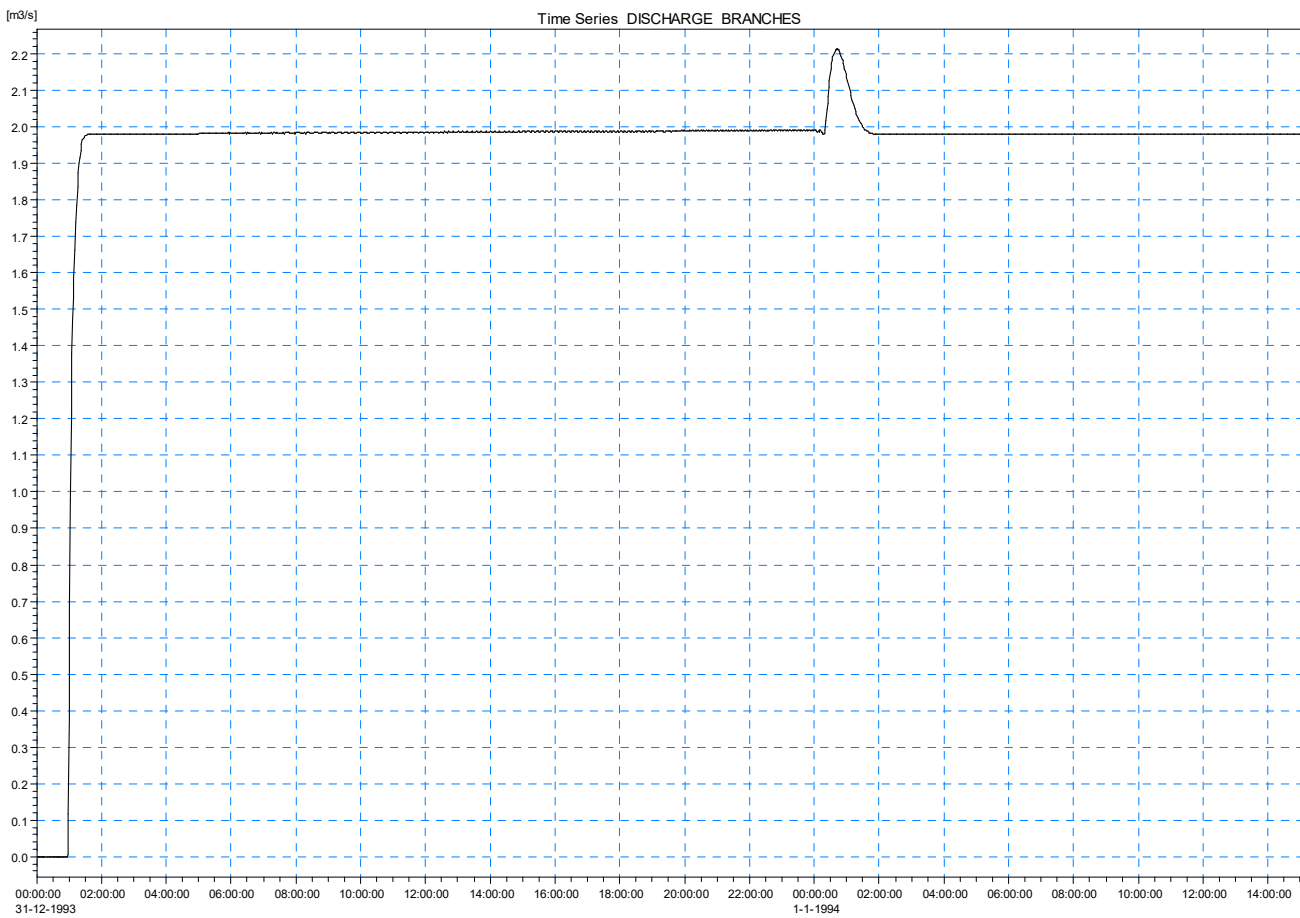
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



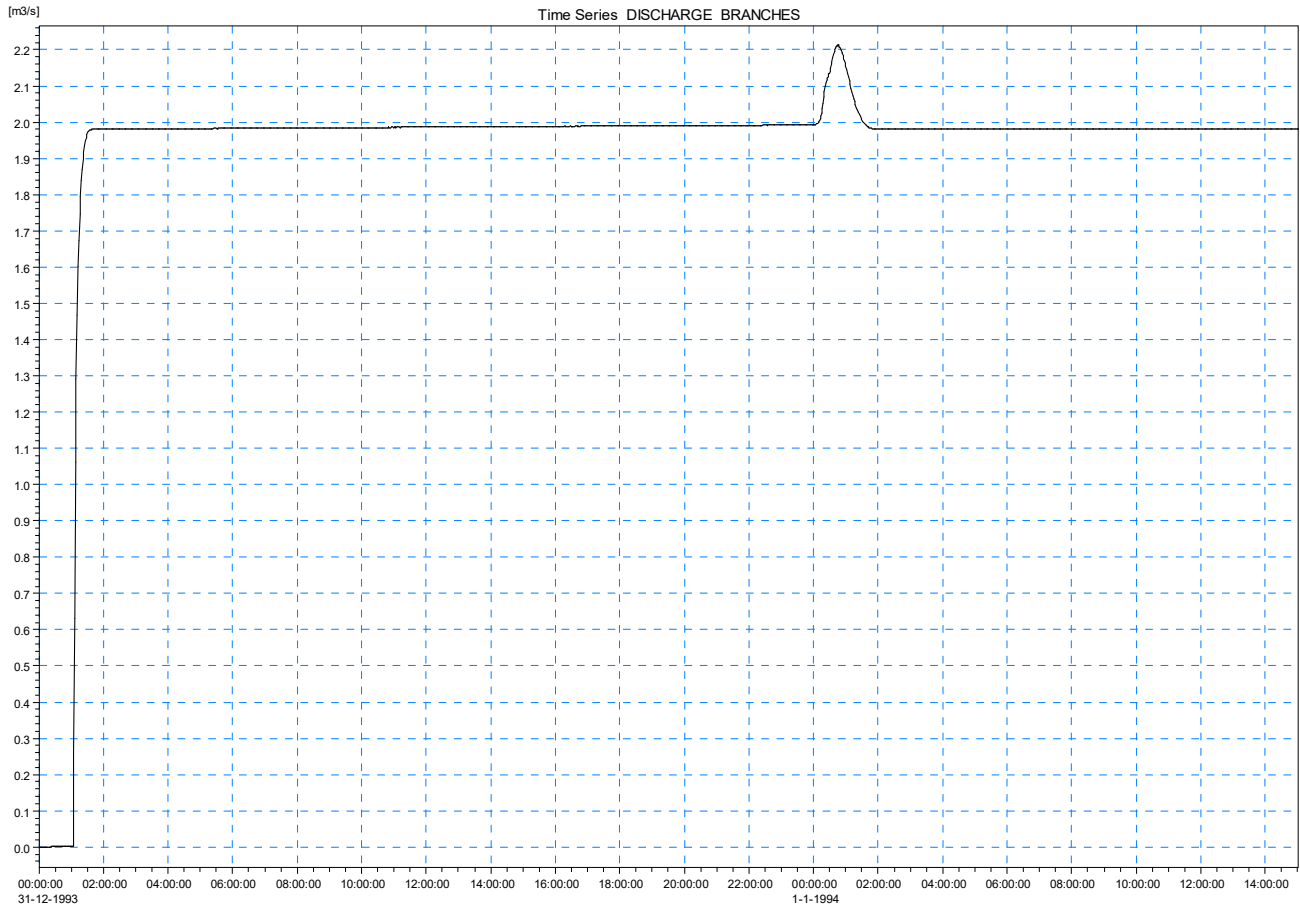
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



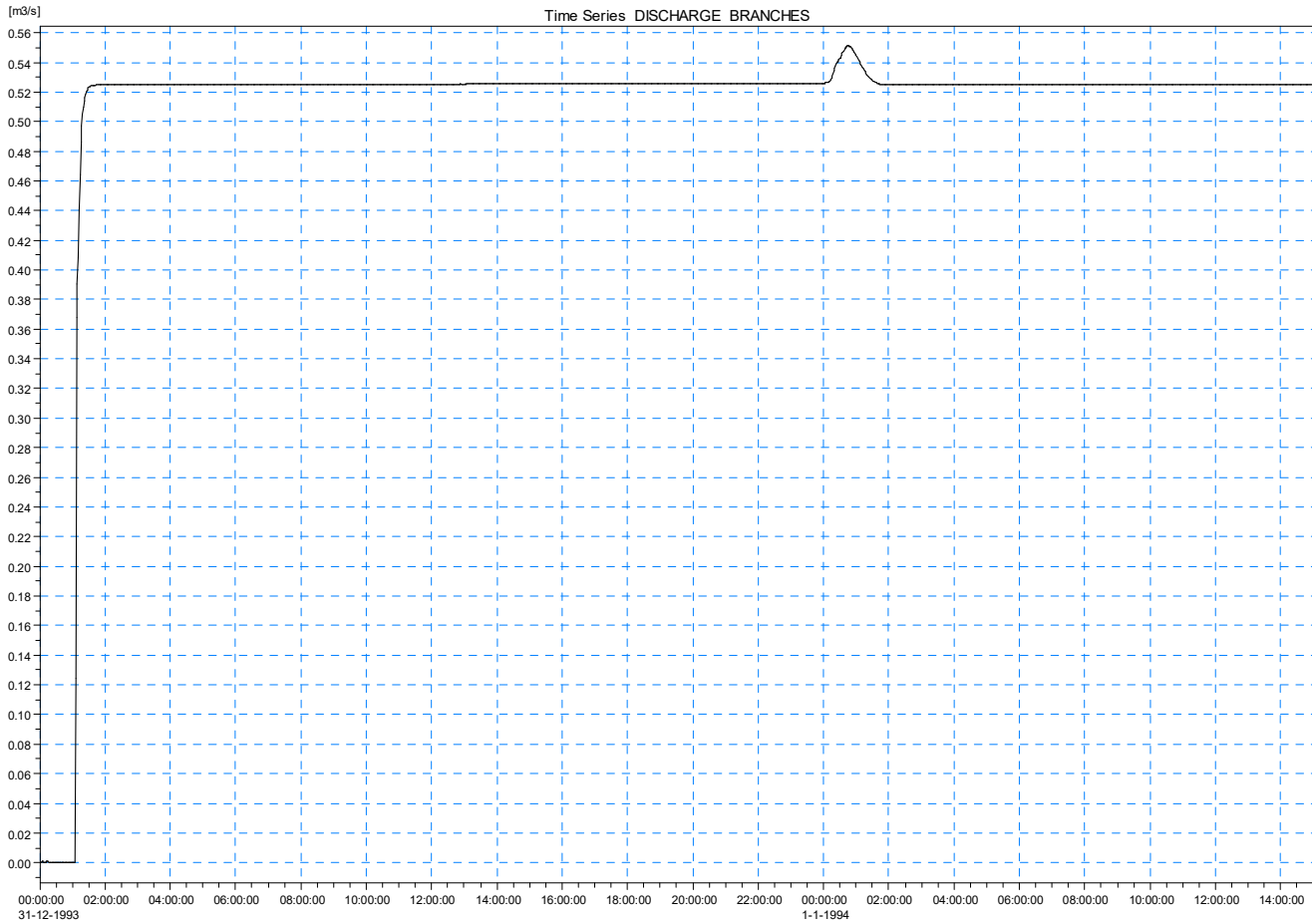
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



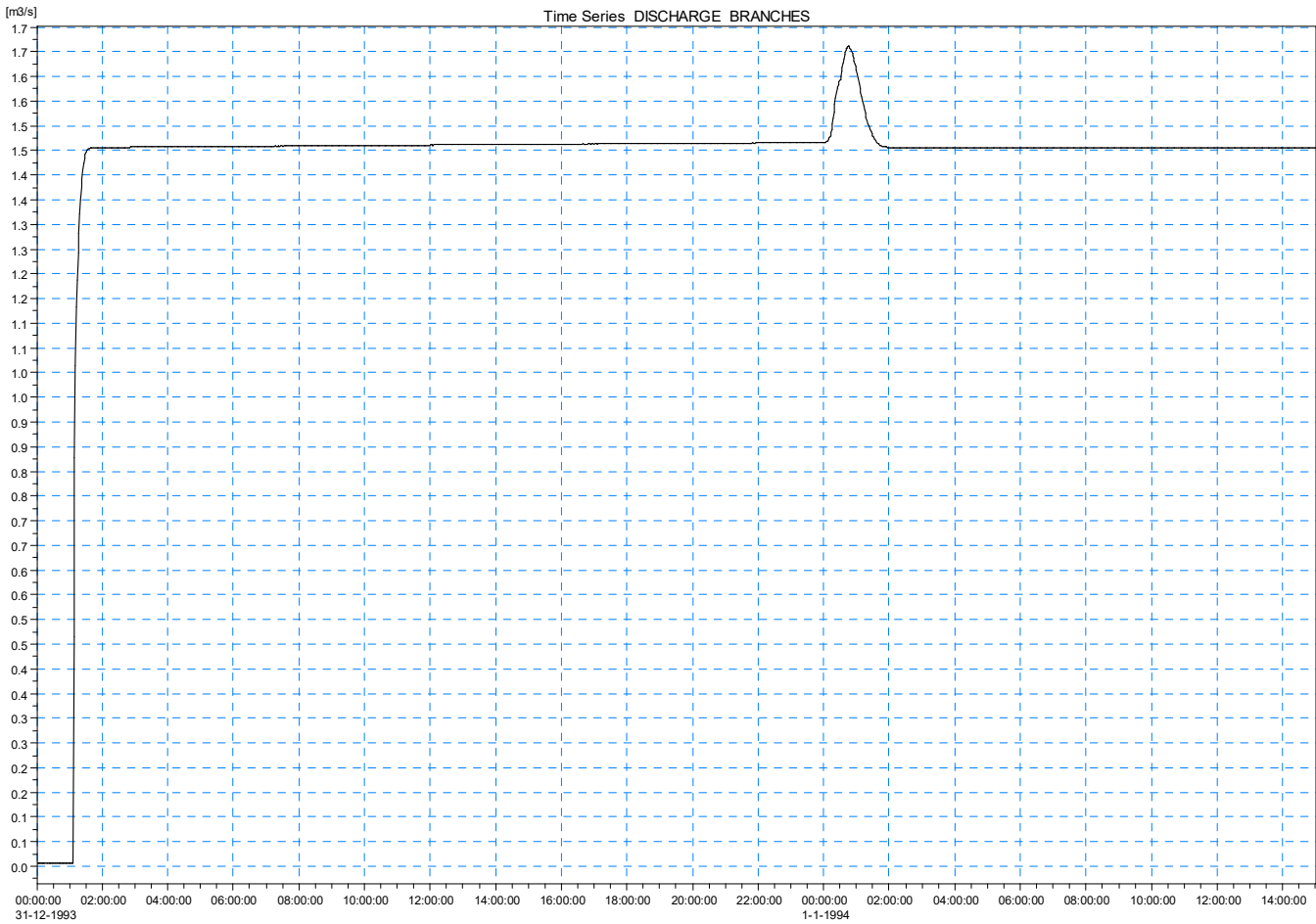
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO

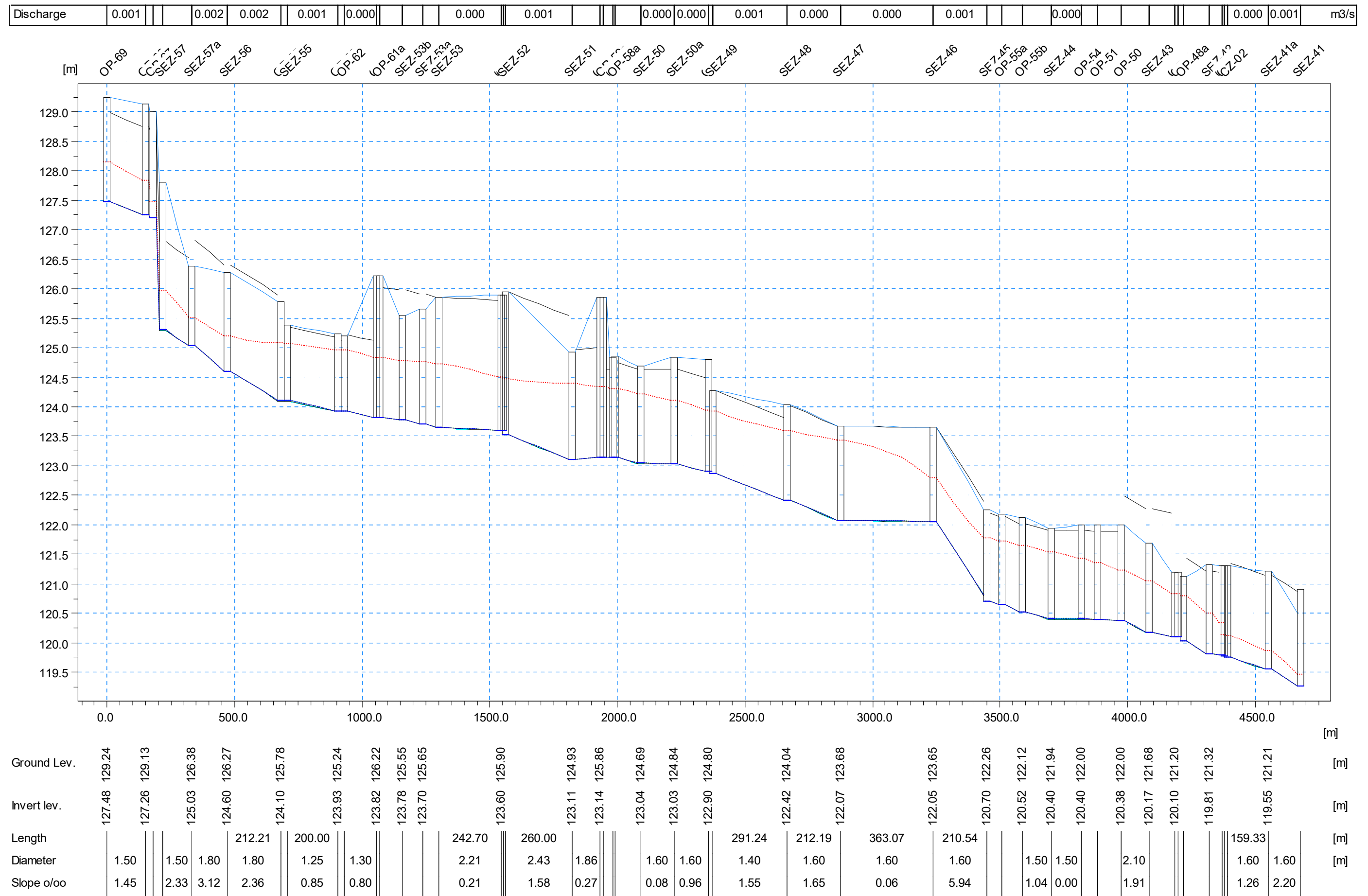


IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO

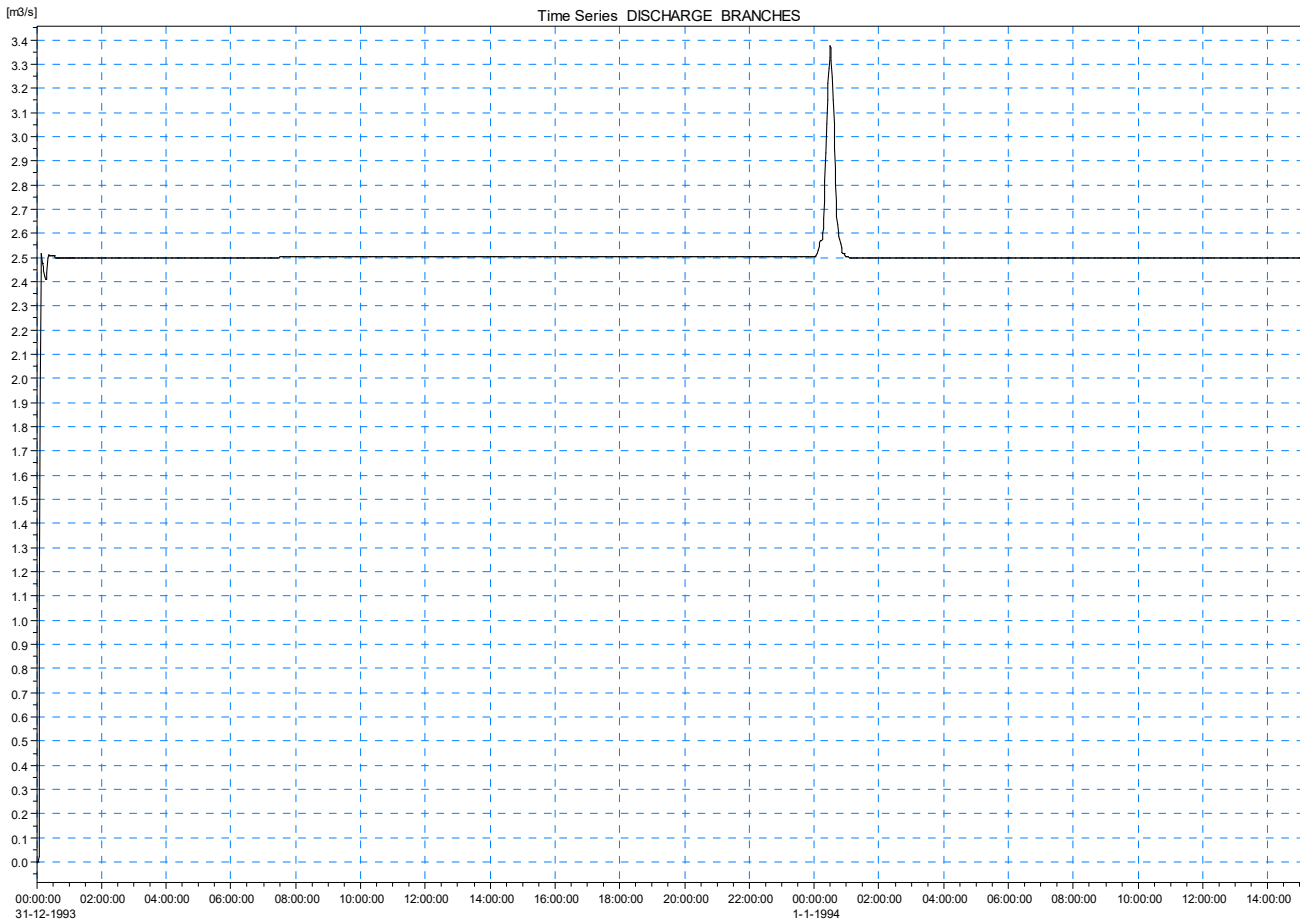


PROFILO LONGITUDINALE – PORTATA DERIVAZIONE 2500 l/s PIOGGE Tr 100 ANNI

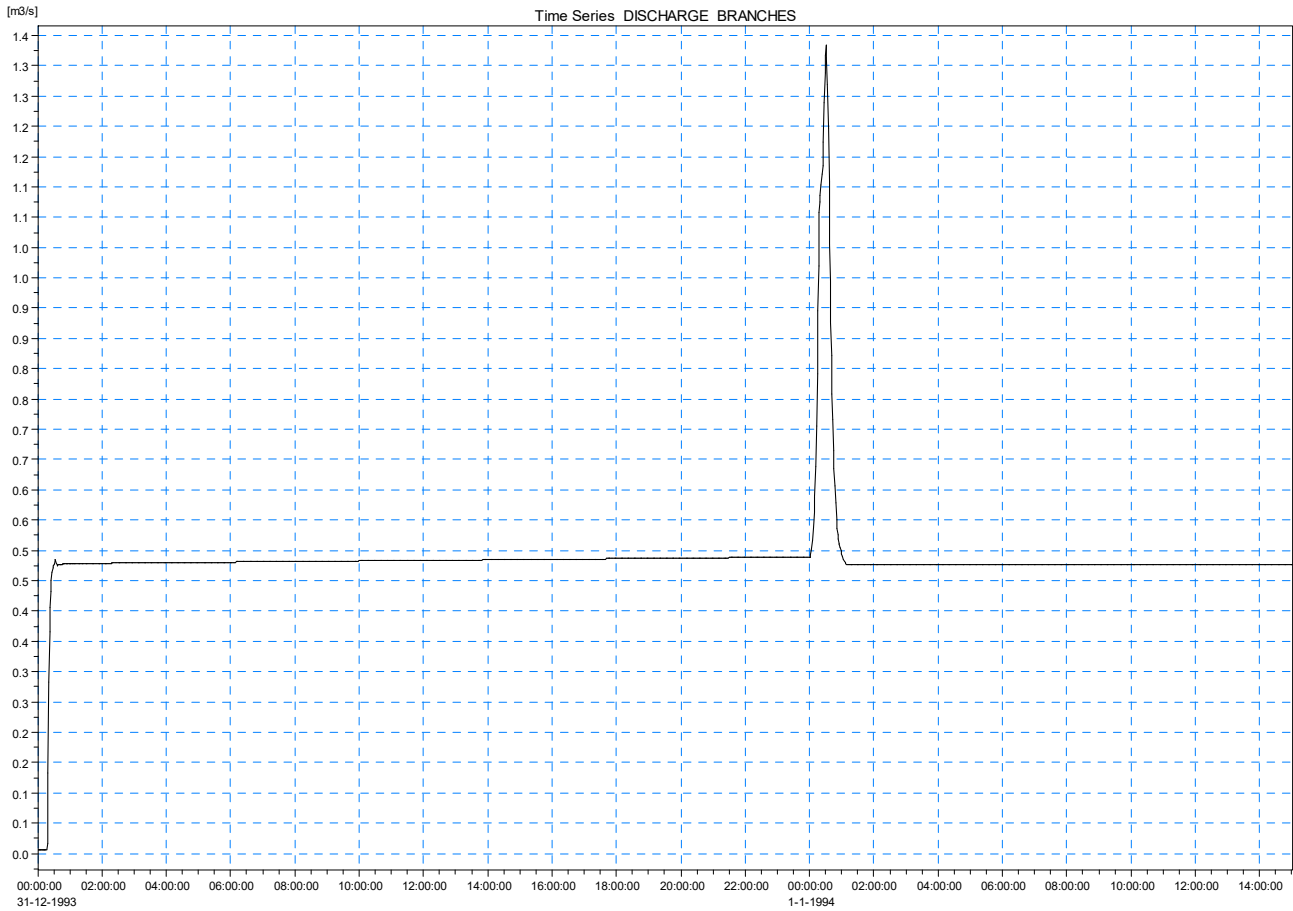
WATER LEVEL BRANCHES - 31-12-1993 00:00:00 PROPOSTA-25-100.PRF



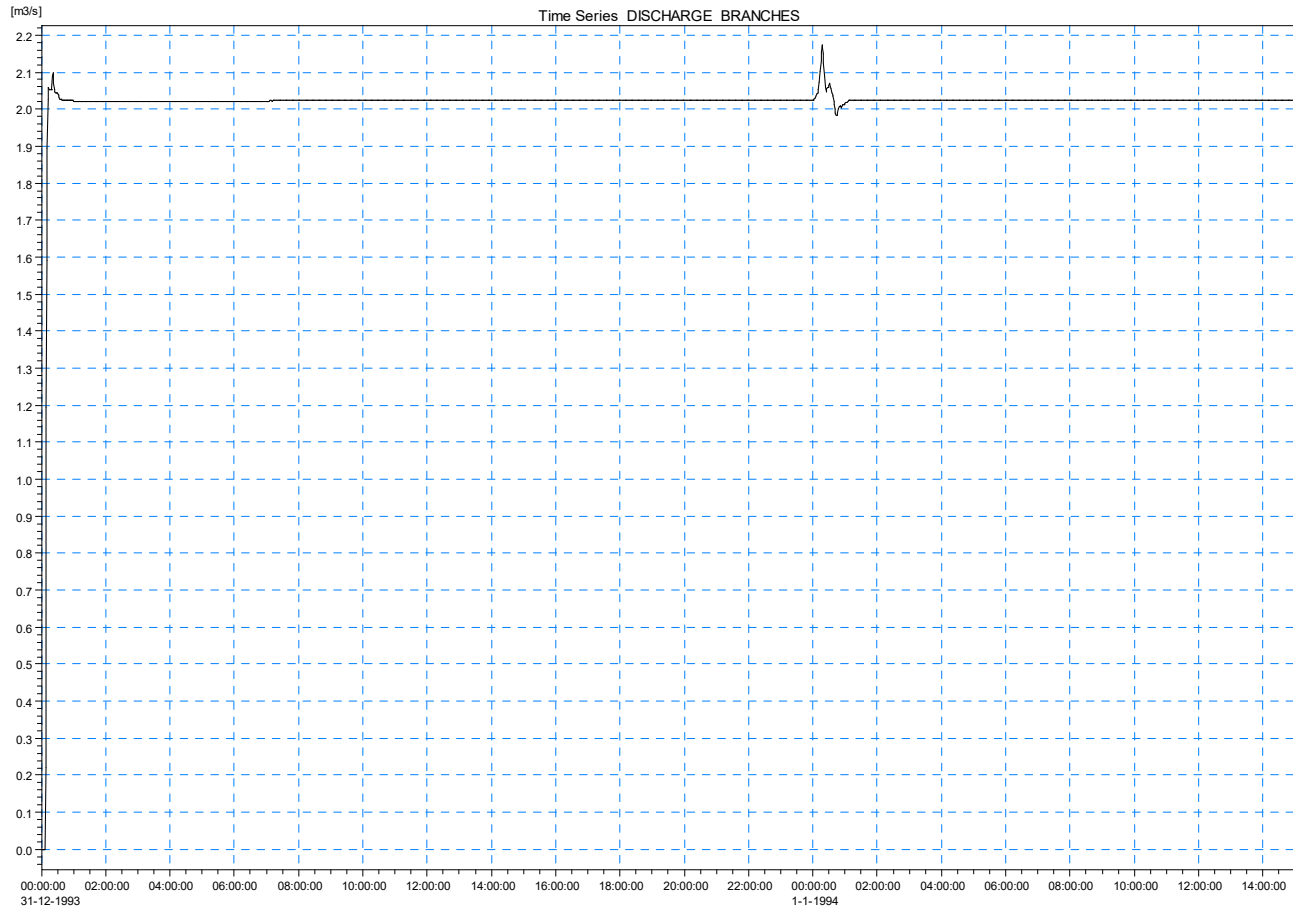
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



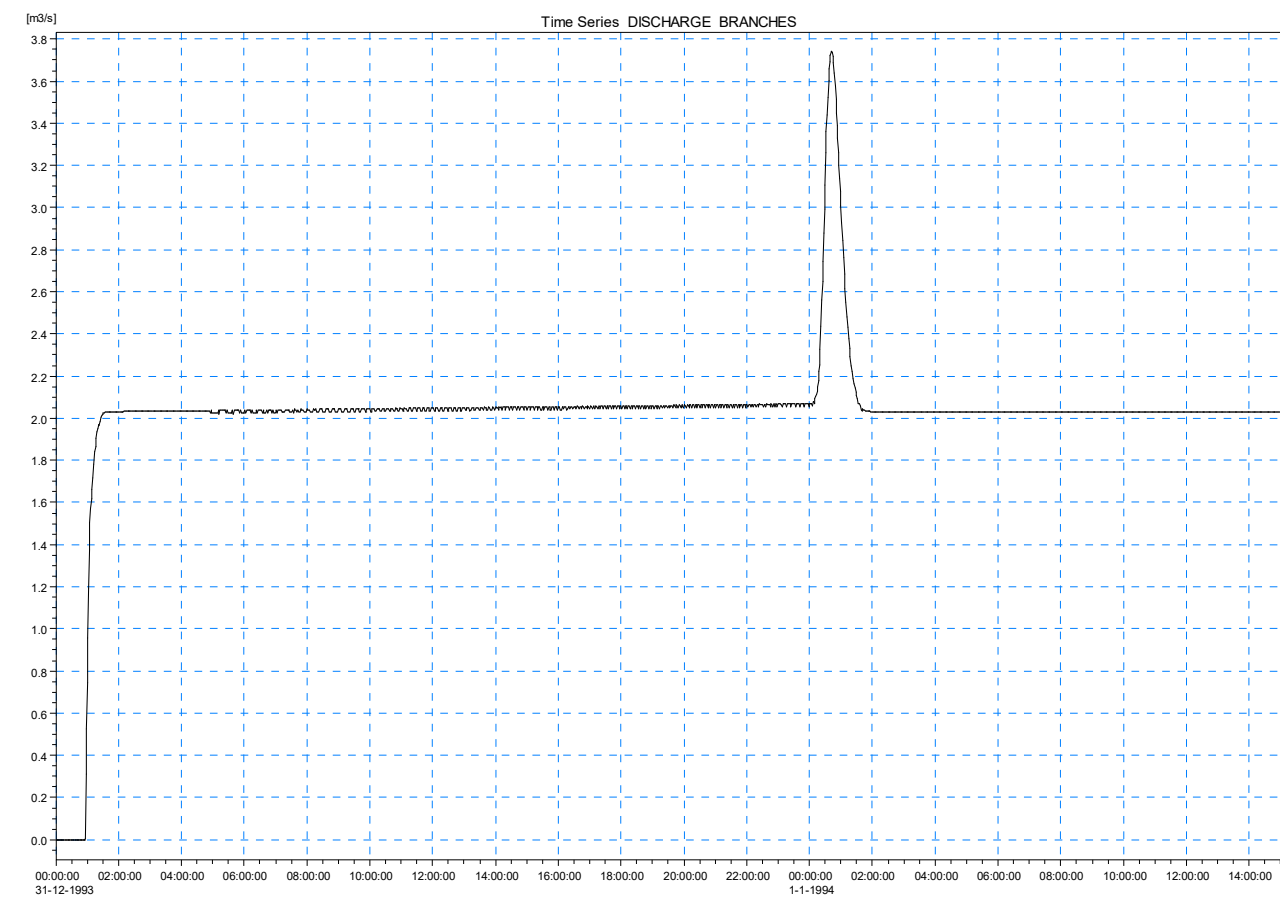
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



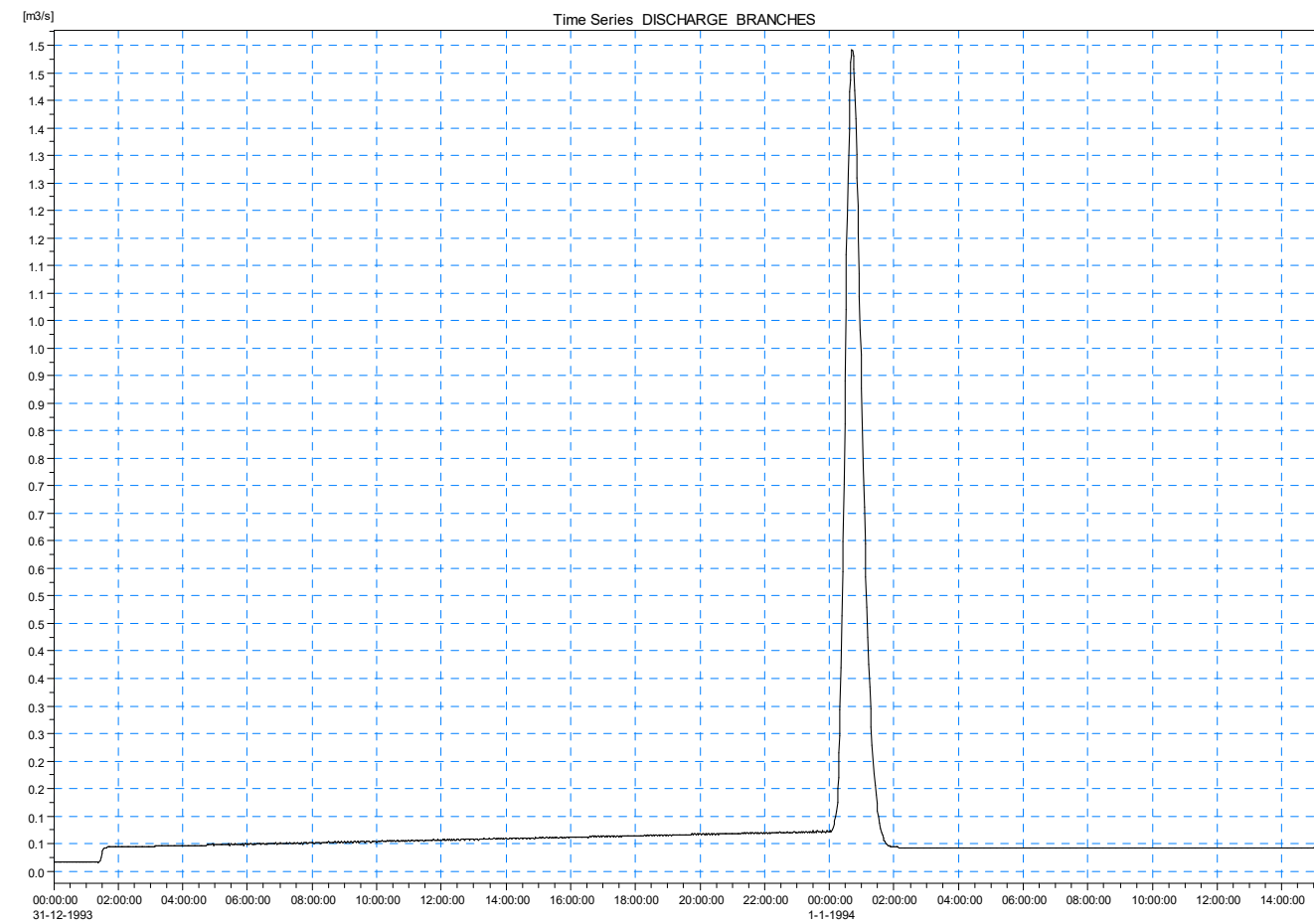
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



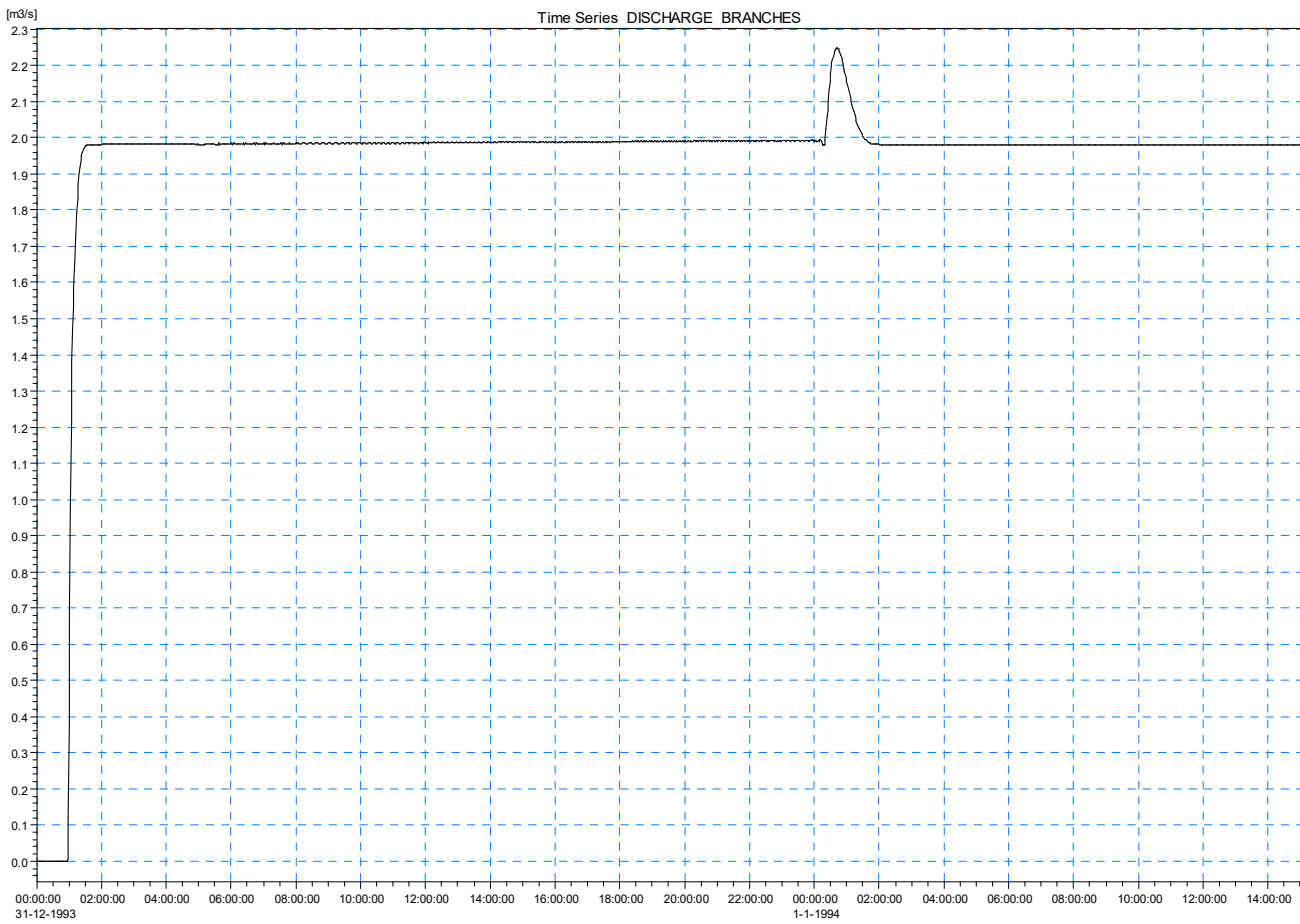
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



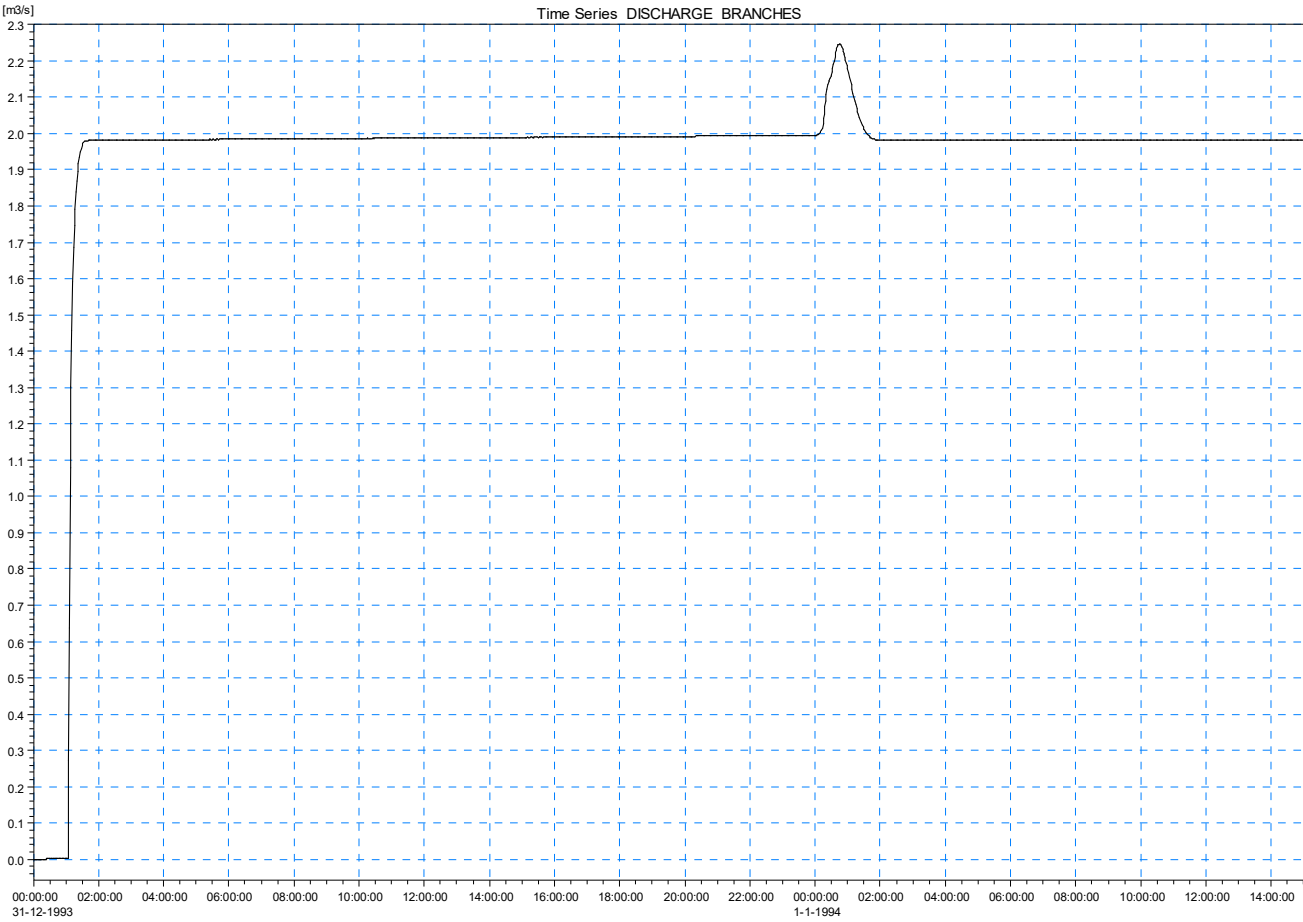
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



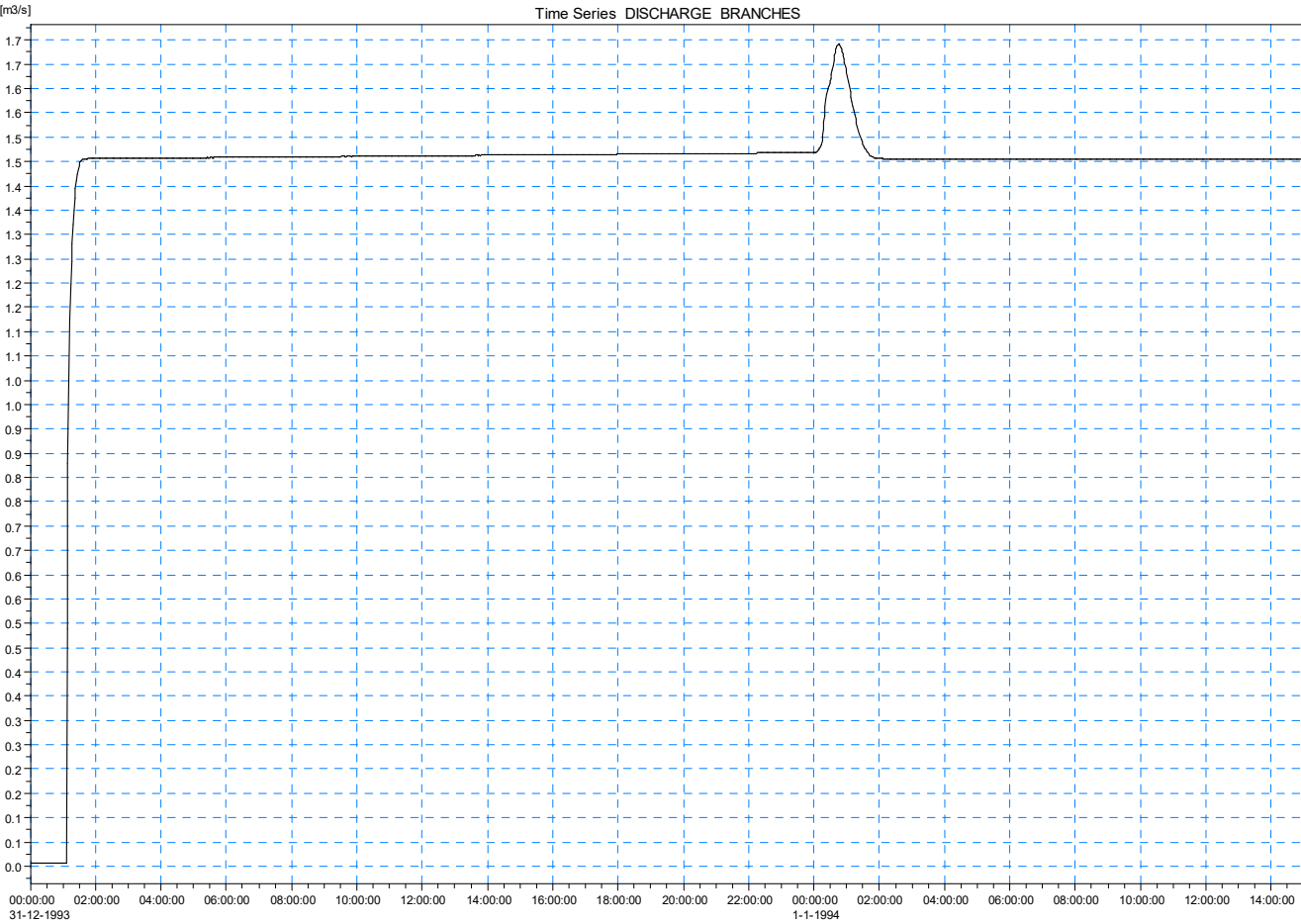
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



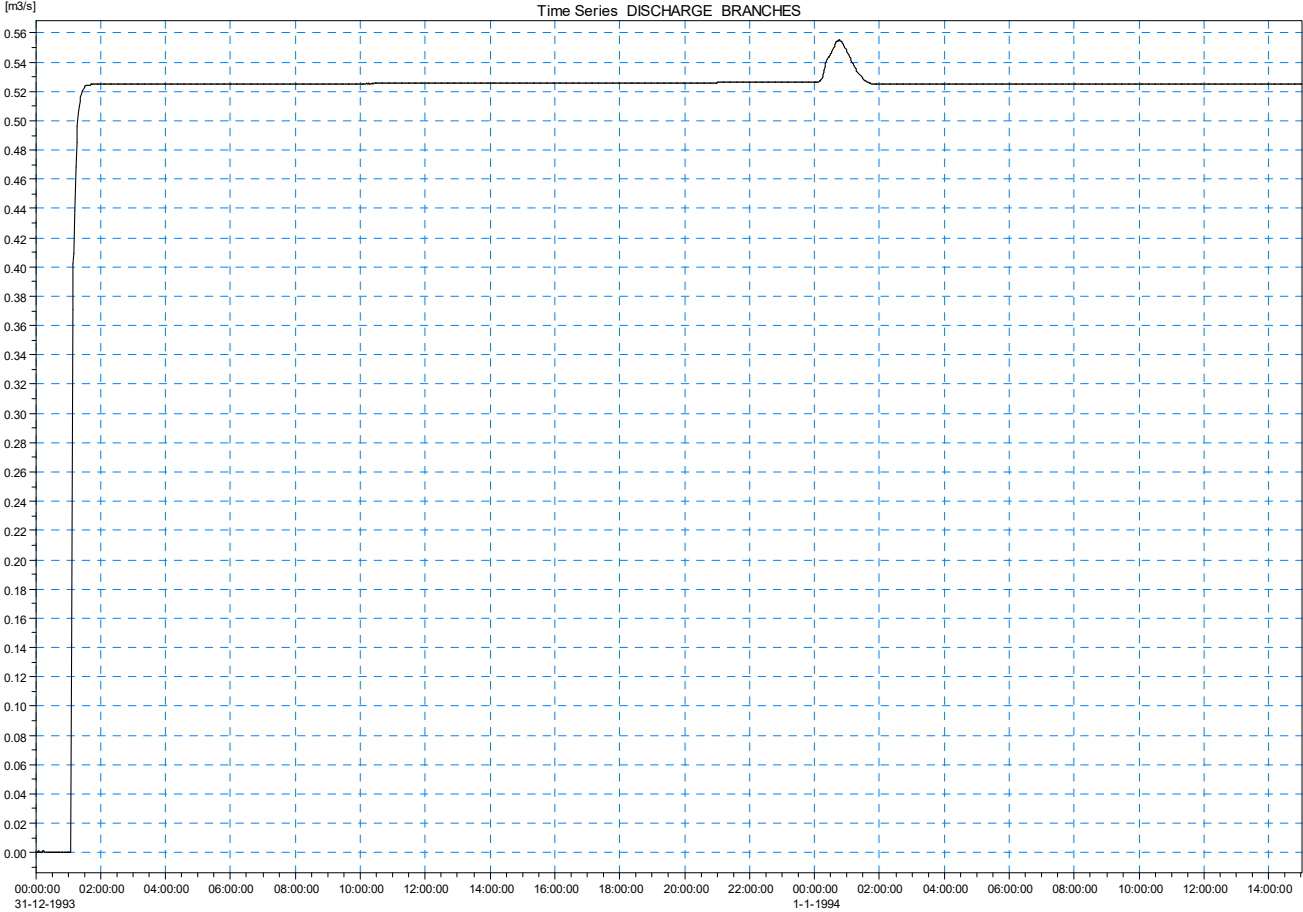
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



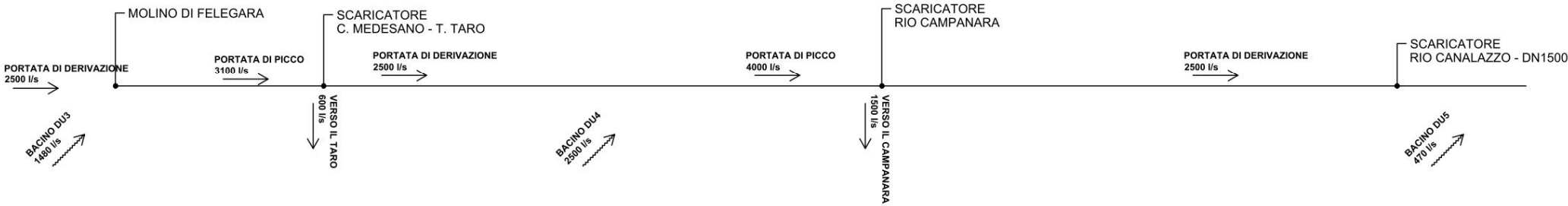
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



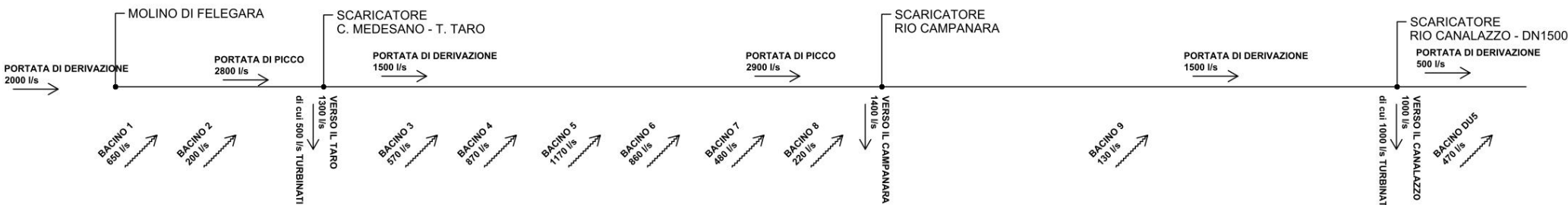
3.2 SCHEMI E SIMULAZIONI IDRAULICHE – PORTATA DERIVAZIONE 2000 L/S – SOLUZIONE A e B

SOLUZIONE A	PORTATA DERIVATA	PORTATA TURBINATA 1° IMPIANTO	PORTATA TURBINATA 2° IMPIANTO	TEMPI DI RITORNO	PORTATA RILASCIATA VERSO VALLE
	2000 l/s	500 l/s	1000 l/s	25 anni e 100 anni	500 l/s

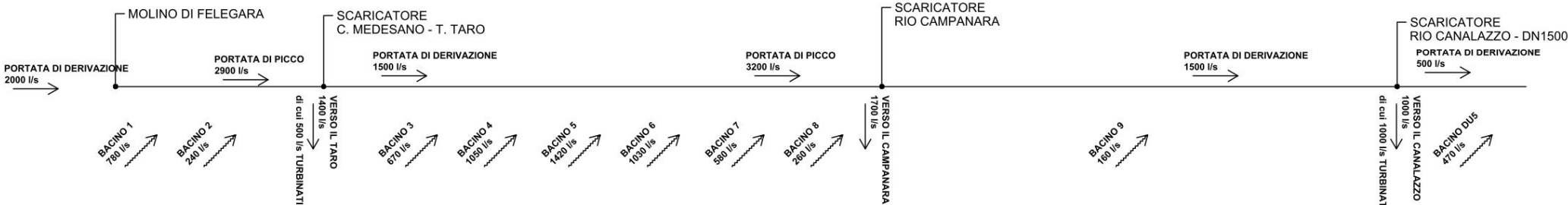
SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROGETTO ESECUTIVO HYDRODATA
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s e PIOGGE CON Tr25



SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA - SOLUZIONE A
PORTATA DI DERIVAZIONE 2000 l/s e PIOGGE CON Tr25



SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA - SOLUZIONE A
PORTATA DI DERIVAZIONE 2000 l/s e PIOGGE CON Tr100



- I tre schemi riportati a sinistra riportano:
1. la configurazione del Progetto Esecutivo – Hydrodata;
 2. la configurazione proposta con piogge con tempi di ritorno di 25 anni;
 3. la configurazione proposta con piogge con tempi di ritorno di 100 anni;

La differenza fra la Soluzione A (riportata a sinistra) e la Soluzione B (pagina successiva) consiste nei valori di portata turbinati ai due impianti e conseguentemente delle portate costanti in transito lungo il Canale a parità di portata di derivazione.

Nelle pagine successive si sono allegati i profili longitudinali e gli idrogrammi di piena per sollecitazioni meteoriche di 25 anni e 100 anni di tempo di ritorno.

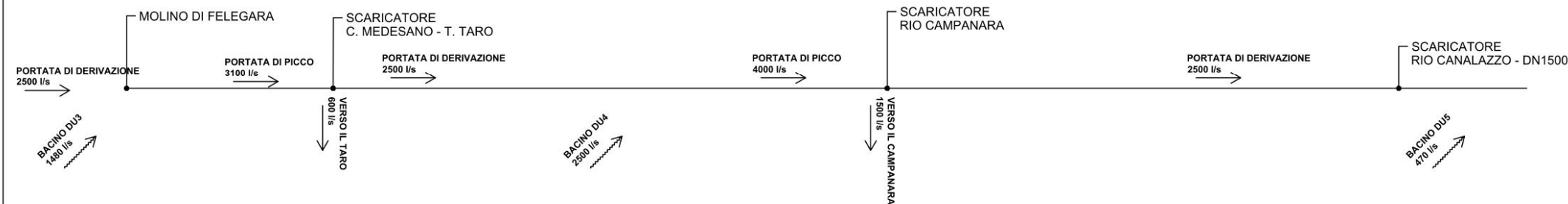
- Gli idrogrammi di piena fanno riferimento:
1. allo scaricatore verso il Canale di Medesano-Taro;
 2. allo scaricatore verso il Rio Campanara;
 3. allo scaricatore verso il Rio Canalazzo.

Per ciascun scaricatore si sono allegati tre idrogrammi di piena corrispondenti rispettivamente a:

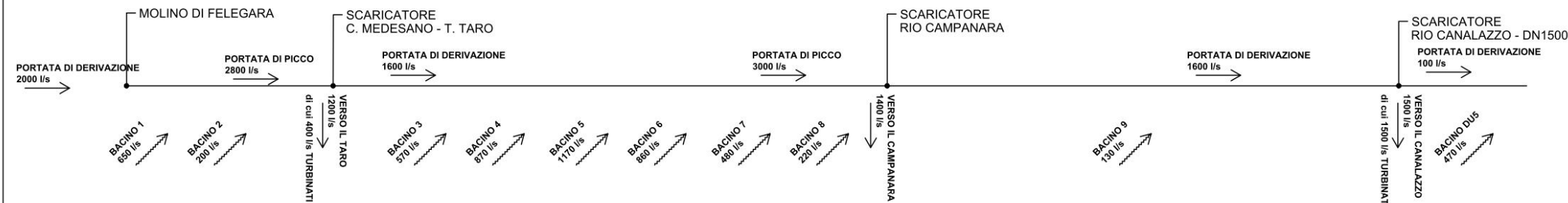
- a) Idrogramma a monte;
- b) Idrogramma a valle;
- c) Idrogramma della portata sfiorata.

SOLUZIONE B	PORTATA DERIVATA	PORTATA TURBINATA 1° IMPIANTO	PORTATA TURBINATA 2° IMPIANTO	TEMPI DI RITORNO	PORTATA RILASCIATA VERSO VALLE
	2000 l/s	400 l/s	1500 l/s	25 anni e 100 anni	100 l/s

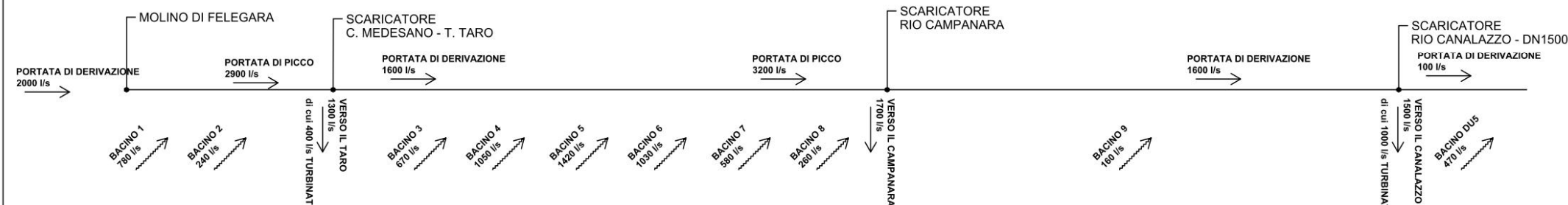
**SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROGETTO ESECUTIVO HYDRODATA
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s e PIOGGE CON Tr25**



**SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA - SOLUZIONE B
PORTATA DI DERIVAZIONE 2000 l/s e PIOGGE CON Tr25**



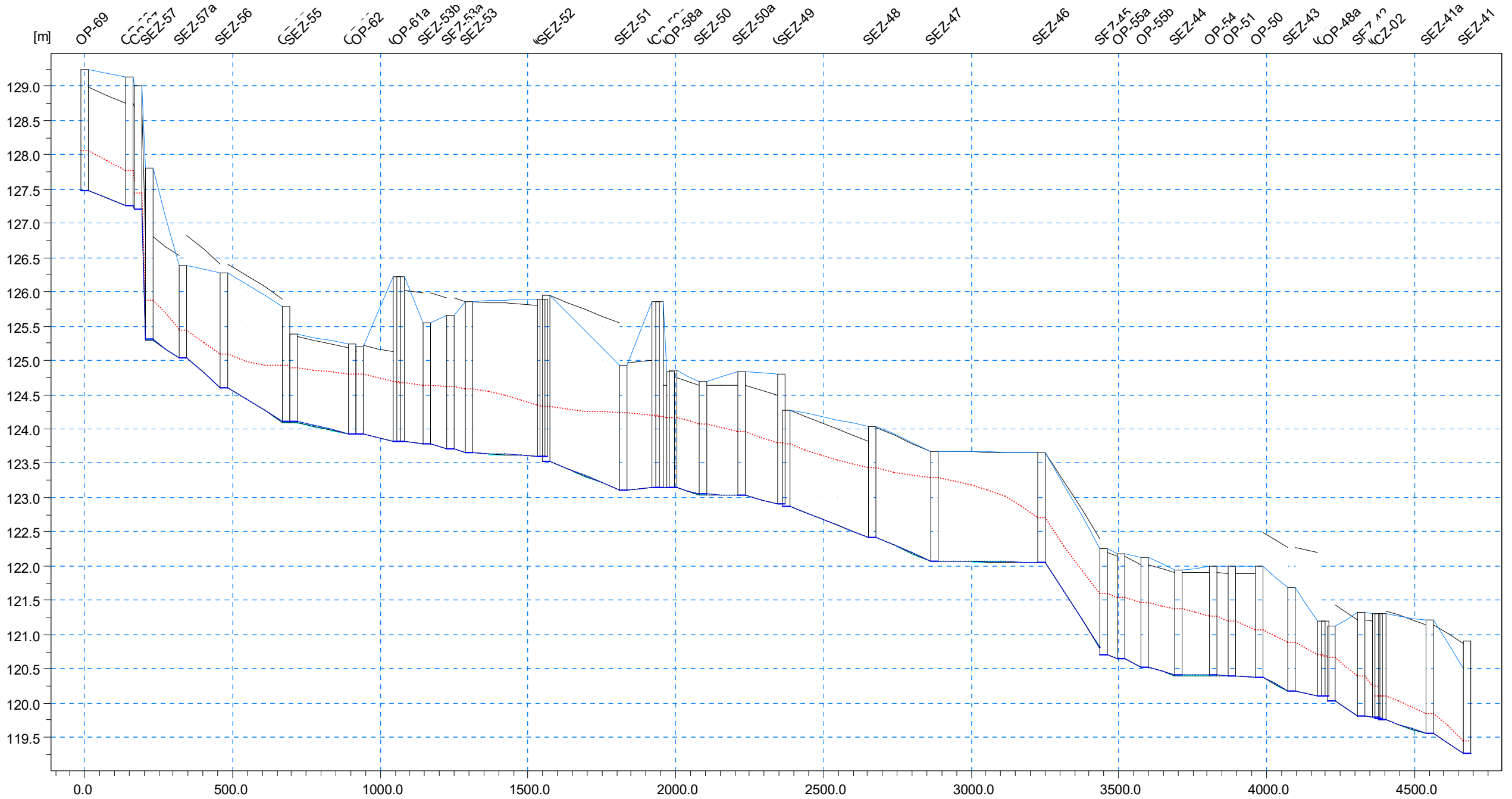
**SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA - SOLUZIONE B
PORTATA DI DERIVAZIONE 2000 l/s e PIOGGE CON Tr100**



PROFILO LONGITUDINALE – PORTATA DERIVAZIONE 2000 l/s PIOGGE Tr 25 ANNI

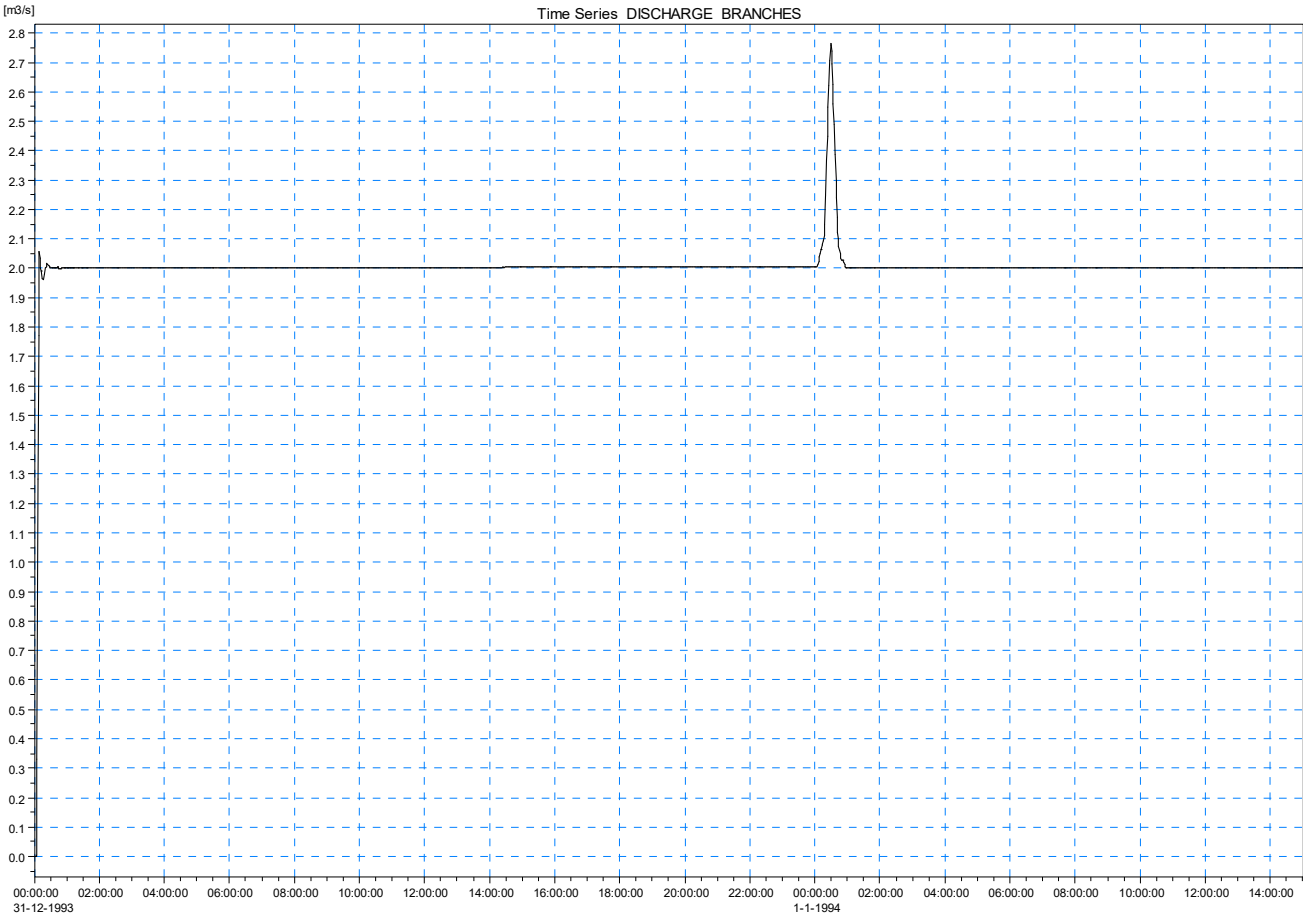
WATER LEVEL BRANCHES - 31-12-1993 00:00:00 PROPOSTA-20-25.PRF

Discharge	0.001			0.002	0.002		0.001	0.000			0.000			0.001			0.000	0.000		0.001	0.000	0.000	0.001			0.000					0.000	0.001	m3/s
-----------	-------	--	--	-------	-------	--	-------	-------	--	--	-------	--	--	-------	--	--	-------	-------	--	-------	-------	-------	-------	--	--	-------	--	--	--	--	-------	-------	------

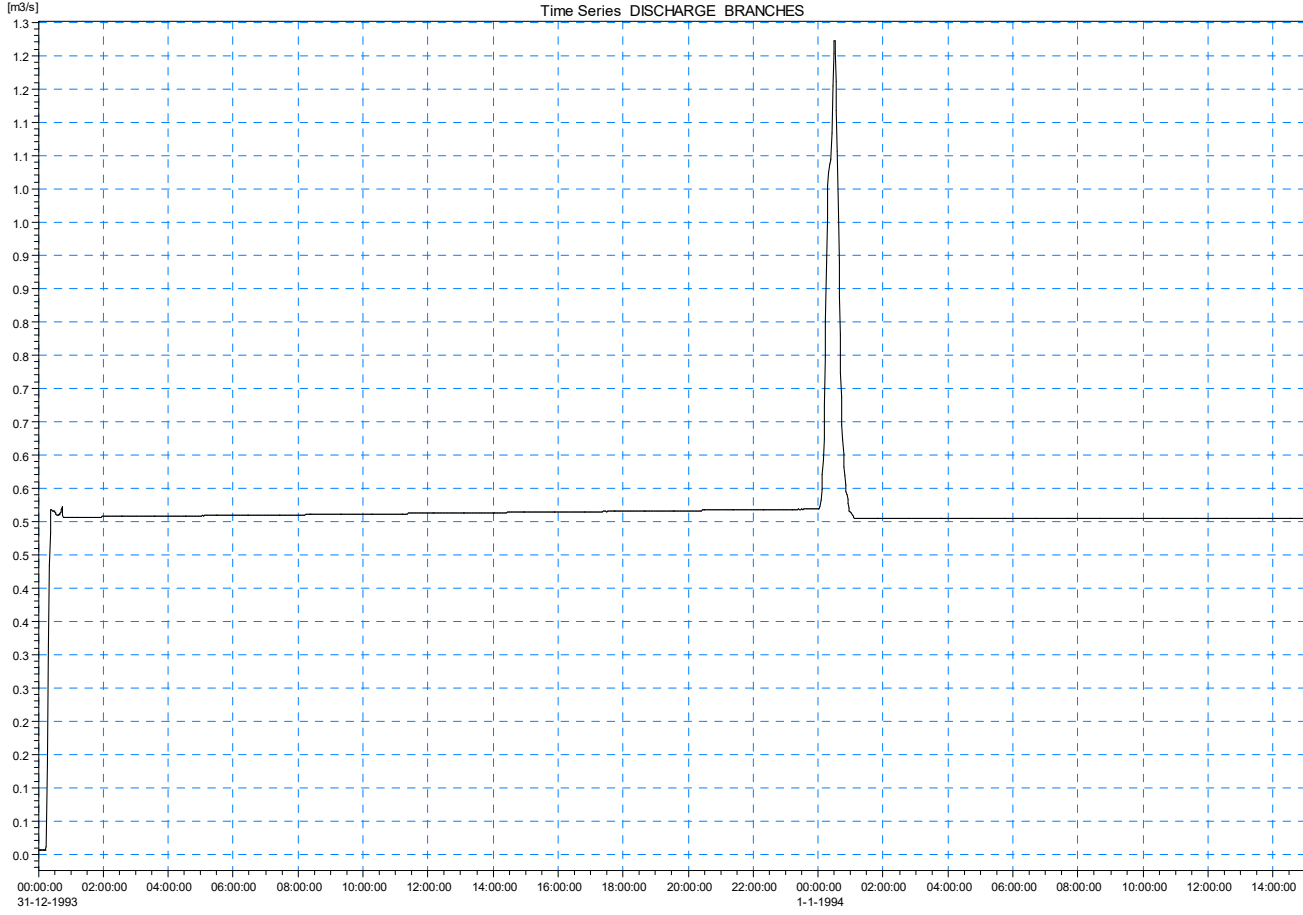


																										[m]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Ground Lev.	127.48	129.24			127.26	129.13			125.03	126.38			124.60	126.27			124.10	125.78			123.93	125.24			123.82	126.22			123.78	125.55			123.70	125.65			123.60	125.90			123.11	124.93			123.14	125.86			123.04	124.69			123.03	124.84			122.90	124.80			122.42	124.04			122.07	123.68			122.05	123.65			120.70	122.26			120.52	122.12			120.40	121.94			120.40	122.00			120.38	122.00			120.17	121.68			120.10	121.20			119.81	121.32			119.55	121.21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								</

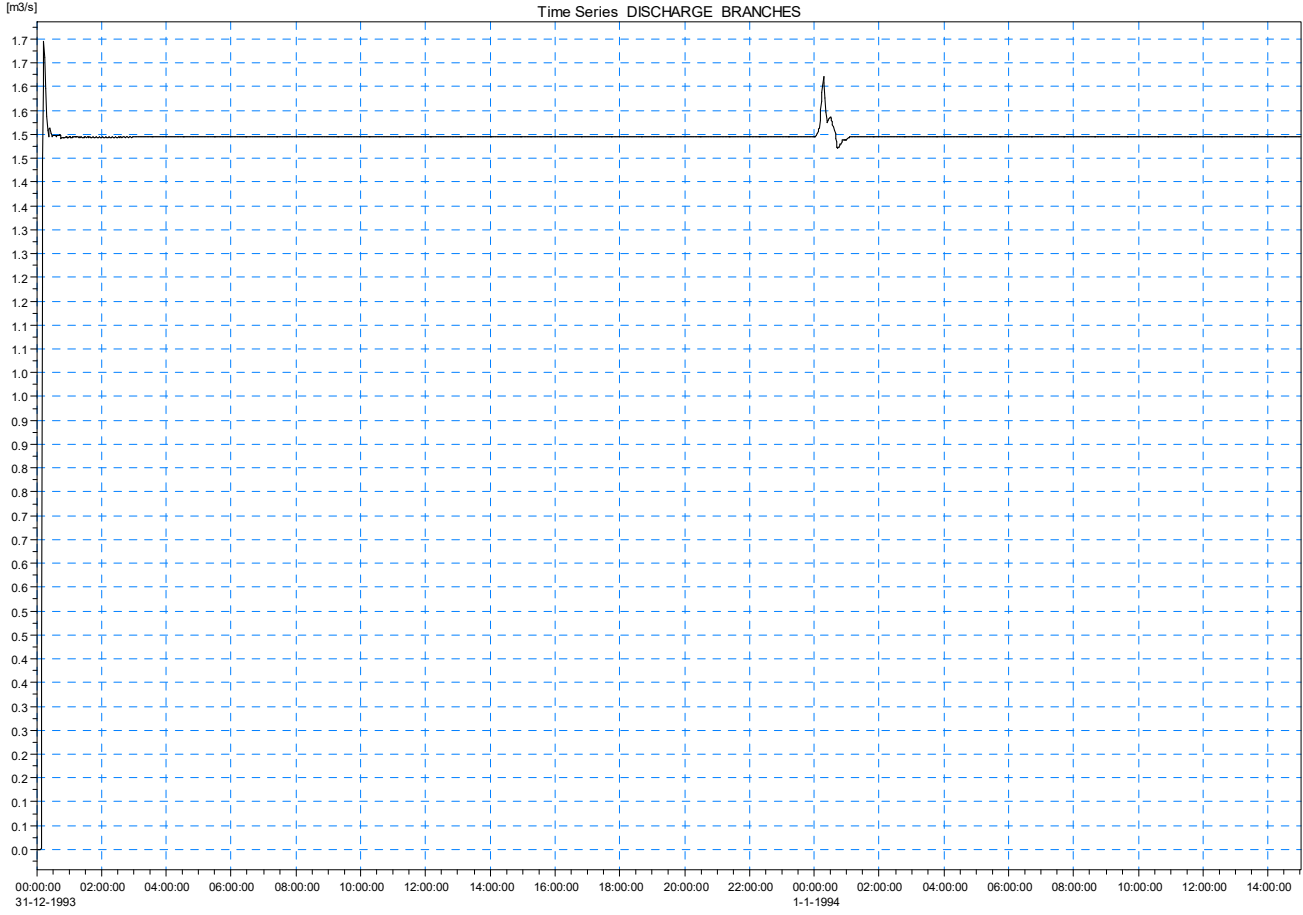
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



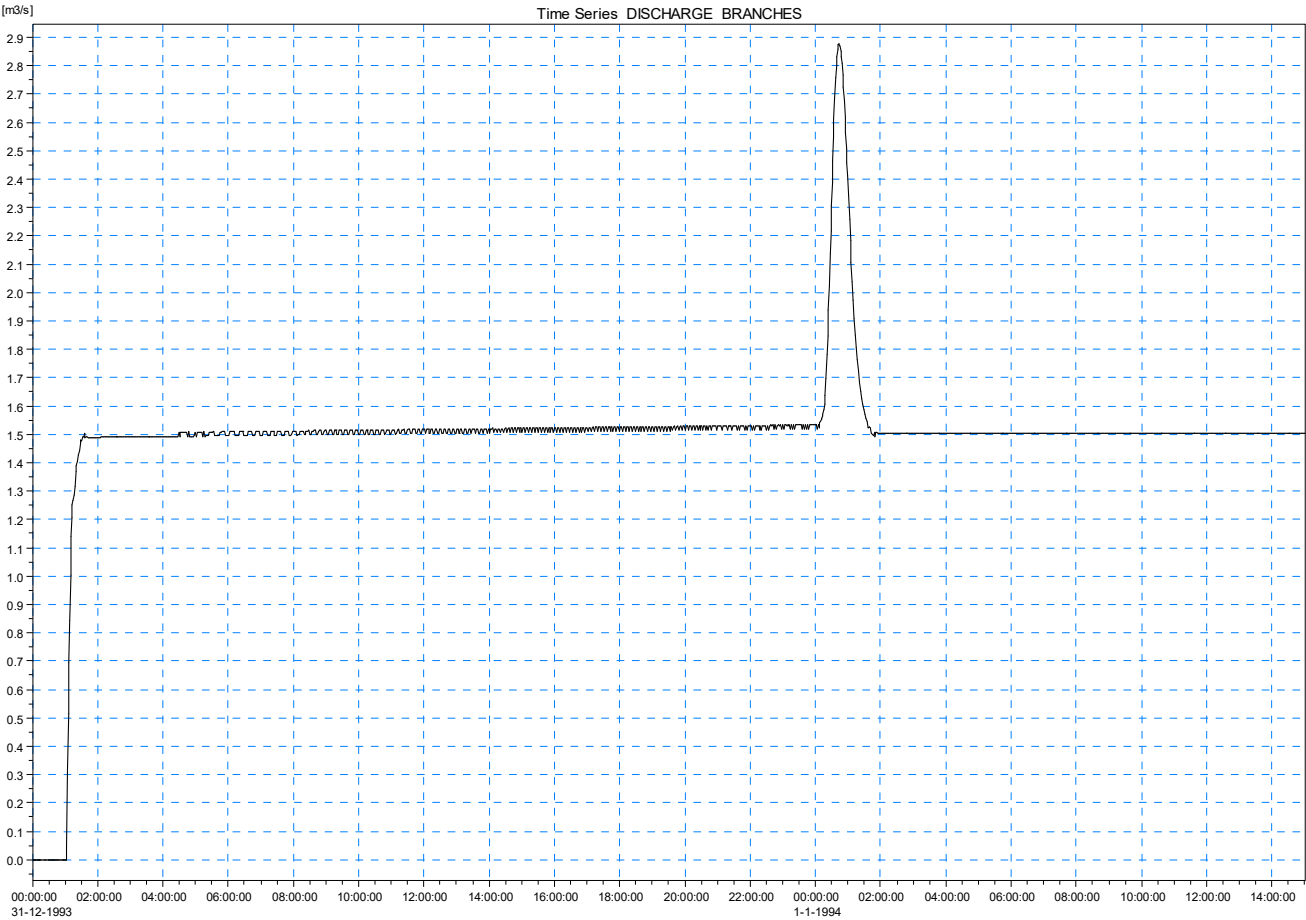
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



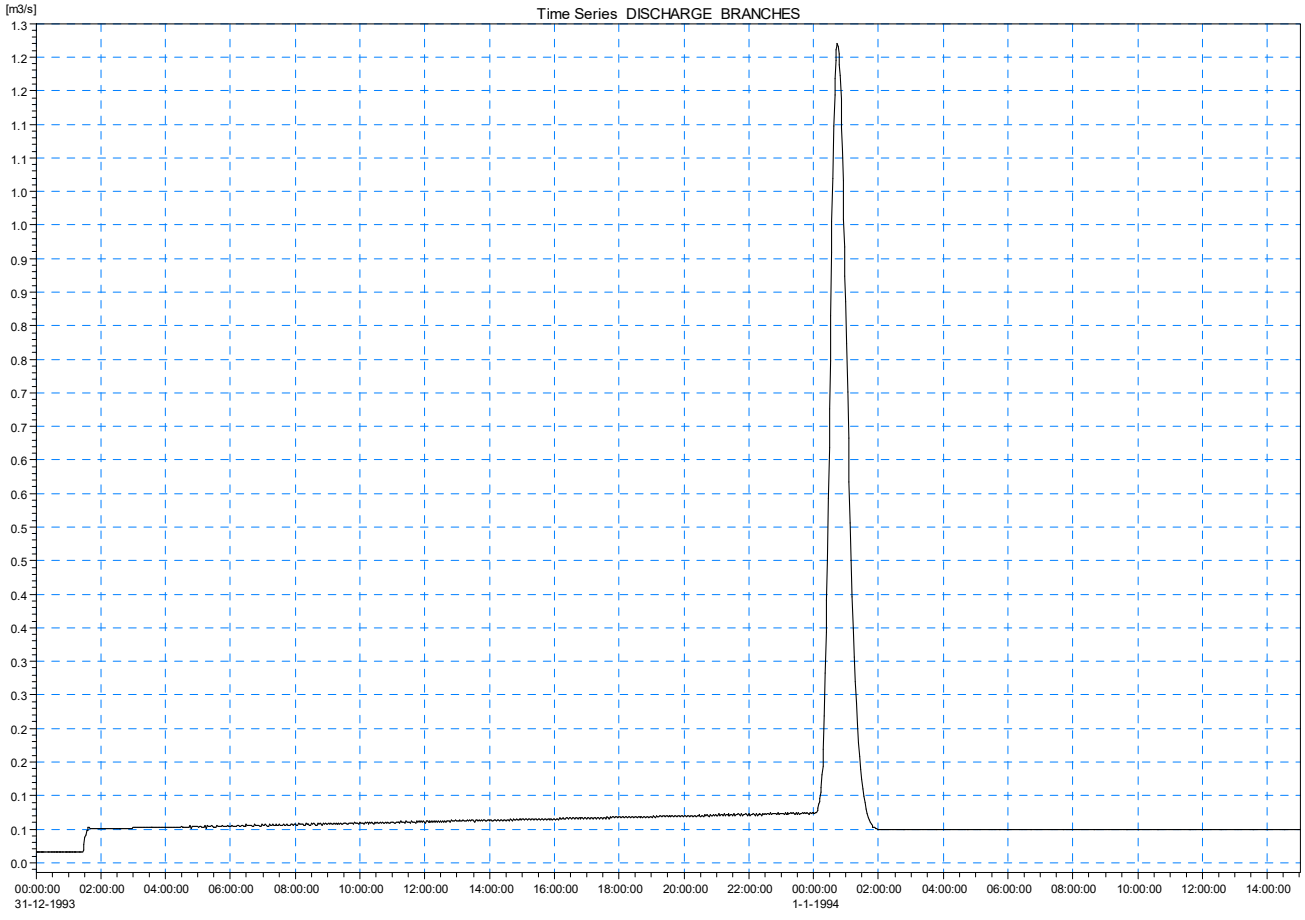
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



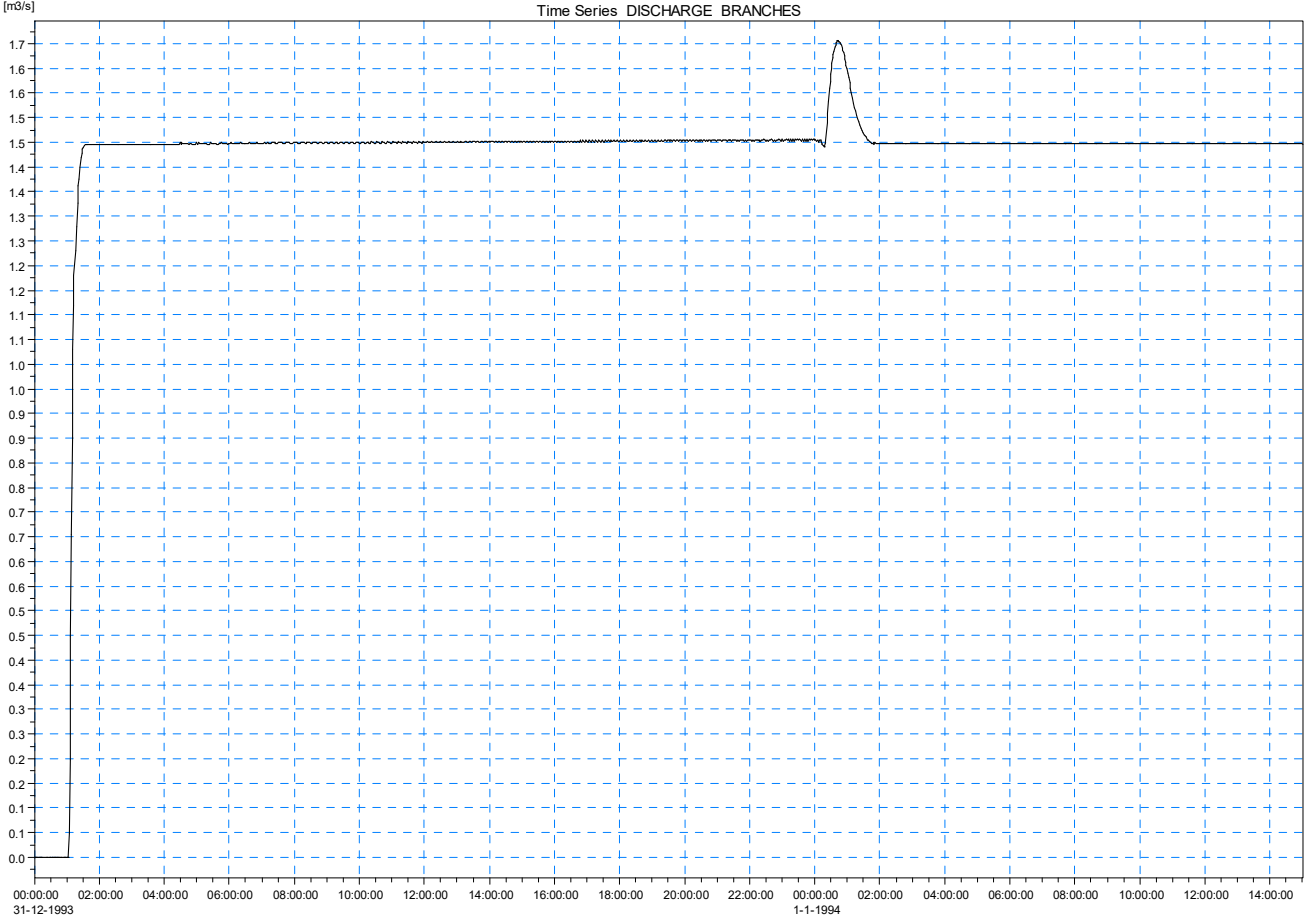
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



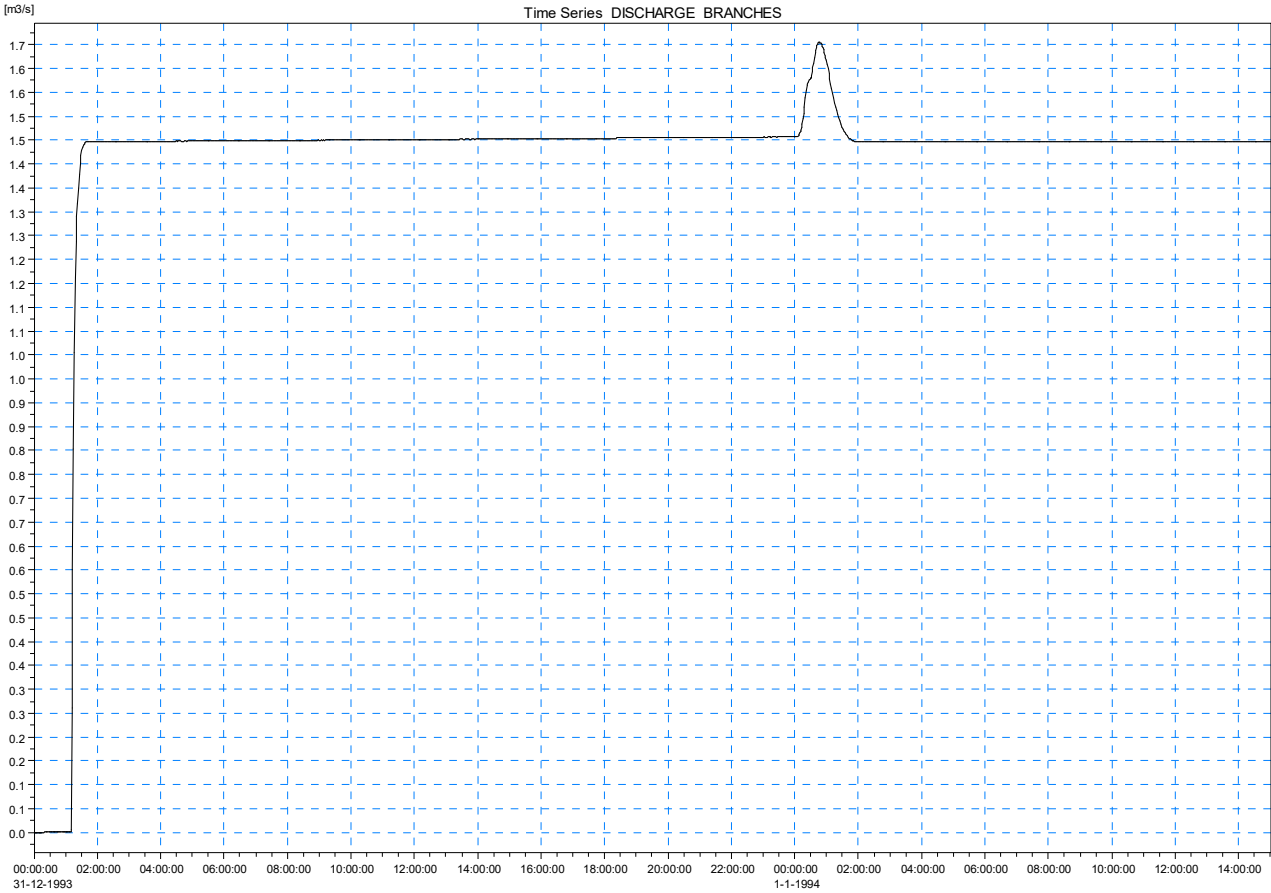
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



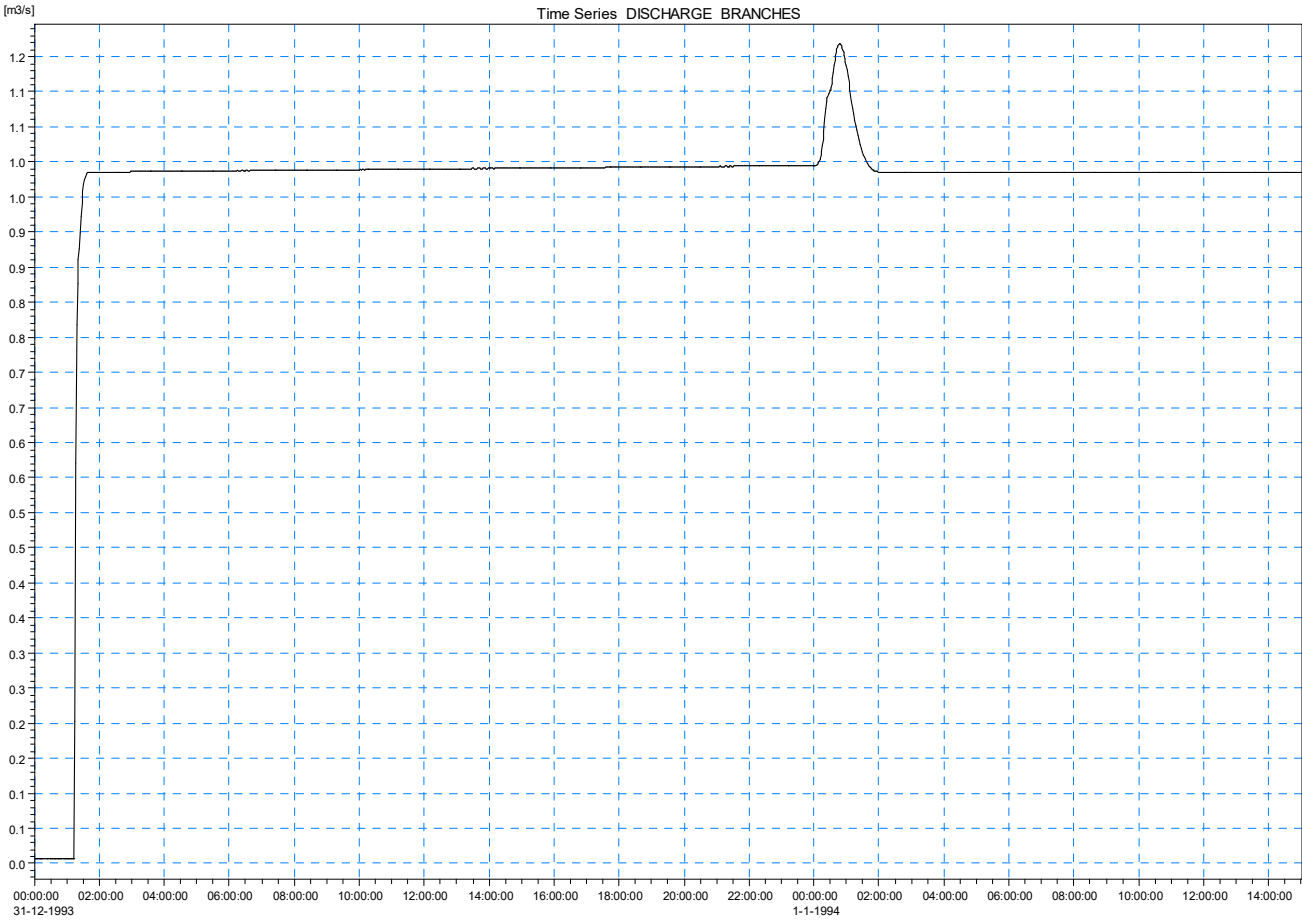
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



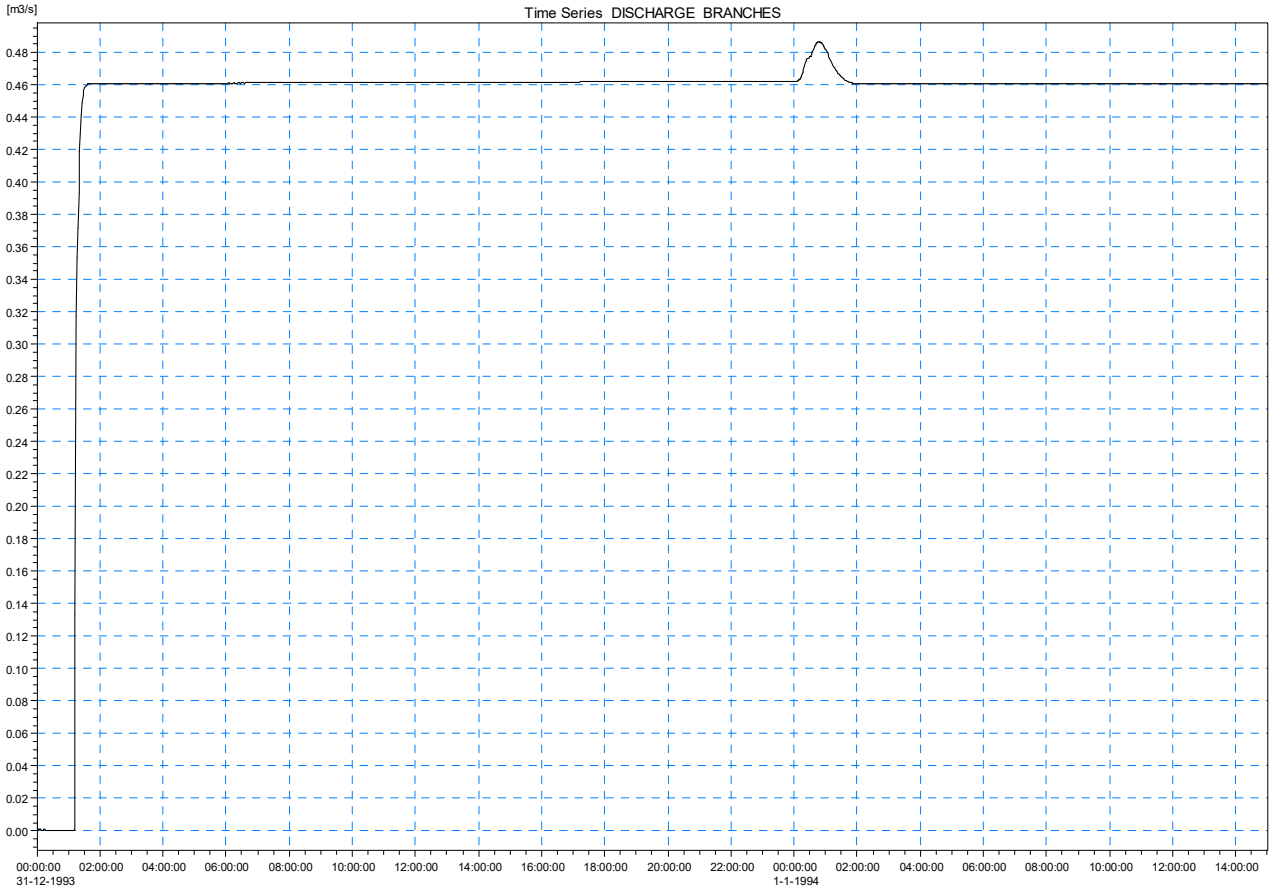
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



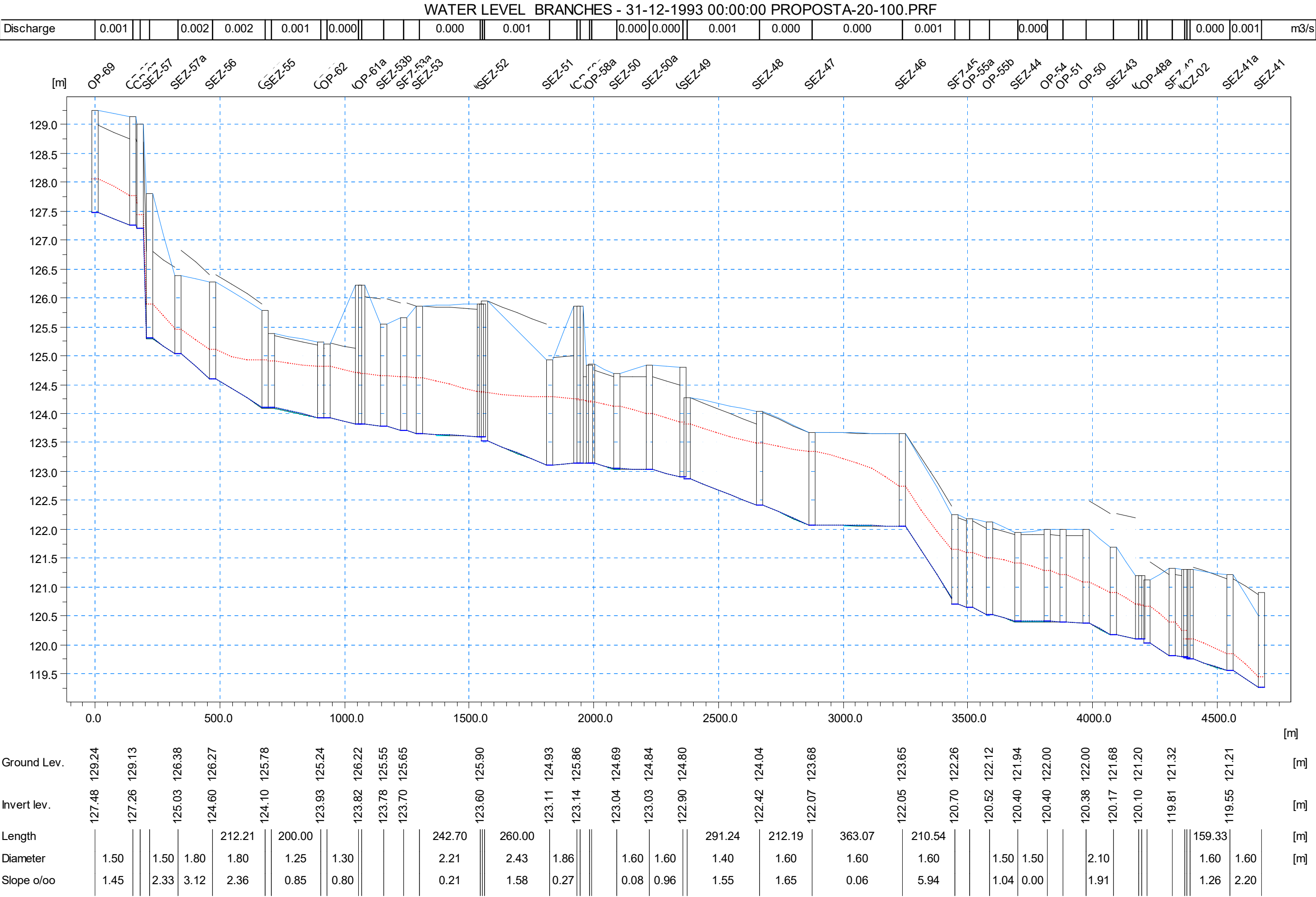
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



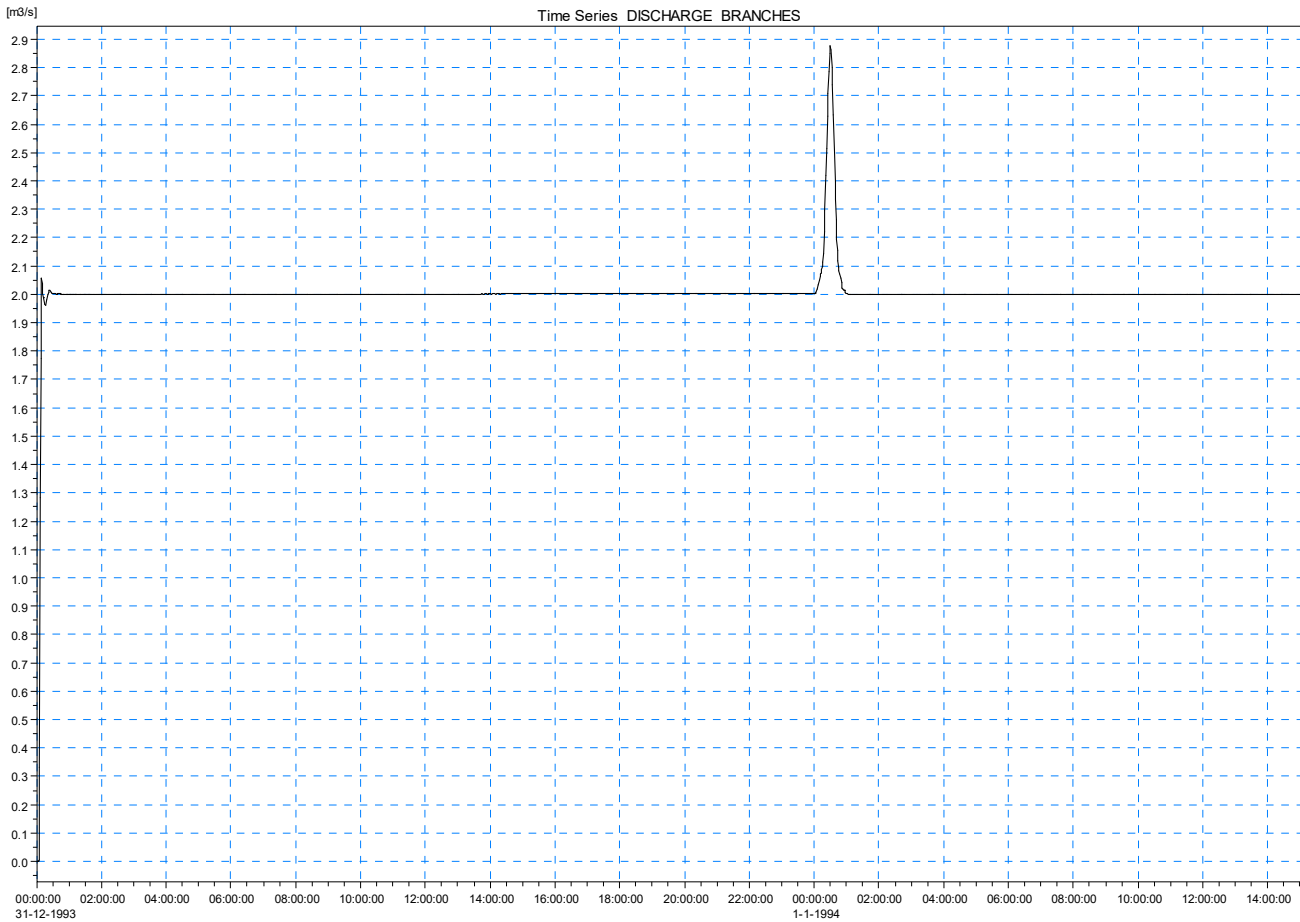
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



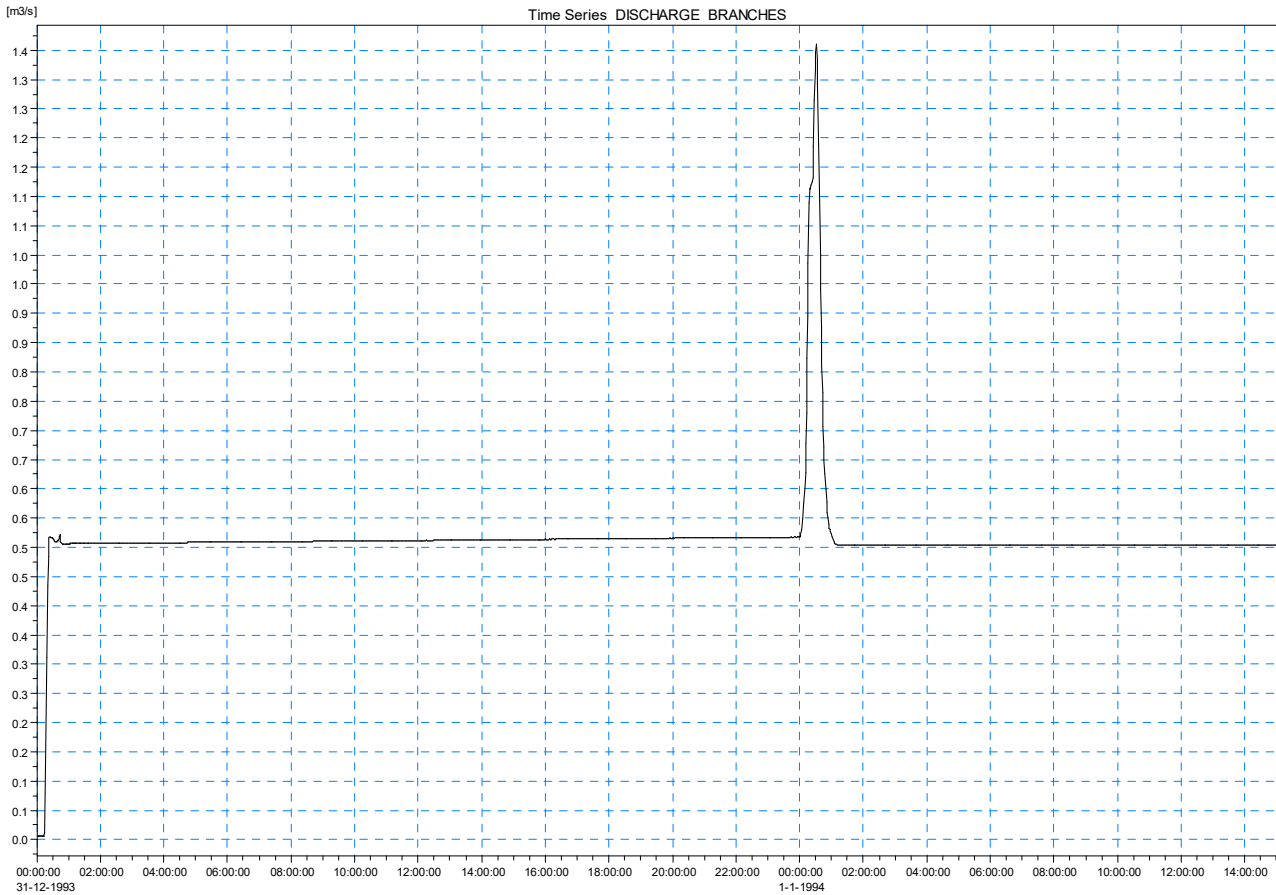
SCHEMA IDRAULICO – PROPOSTA – PORTATA DERIVAZIONE 2000 l/s PIOGGE Tr 100 ANNI



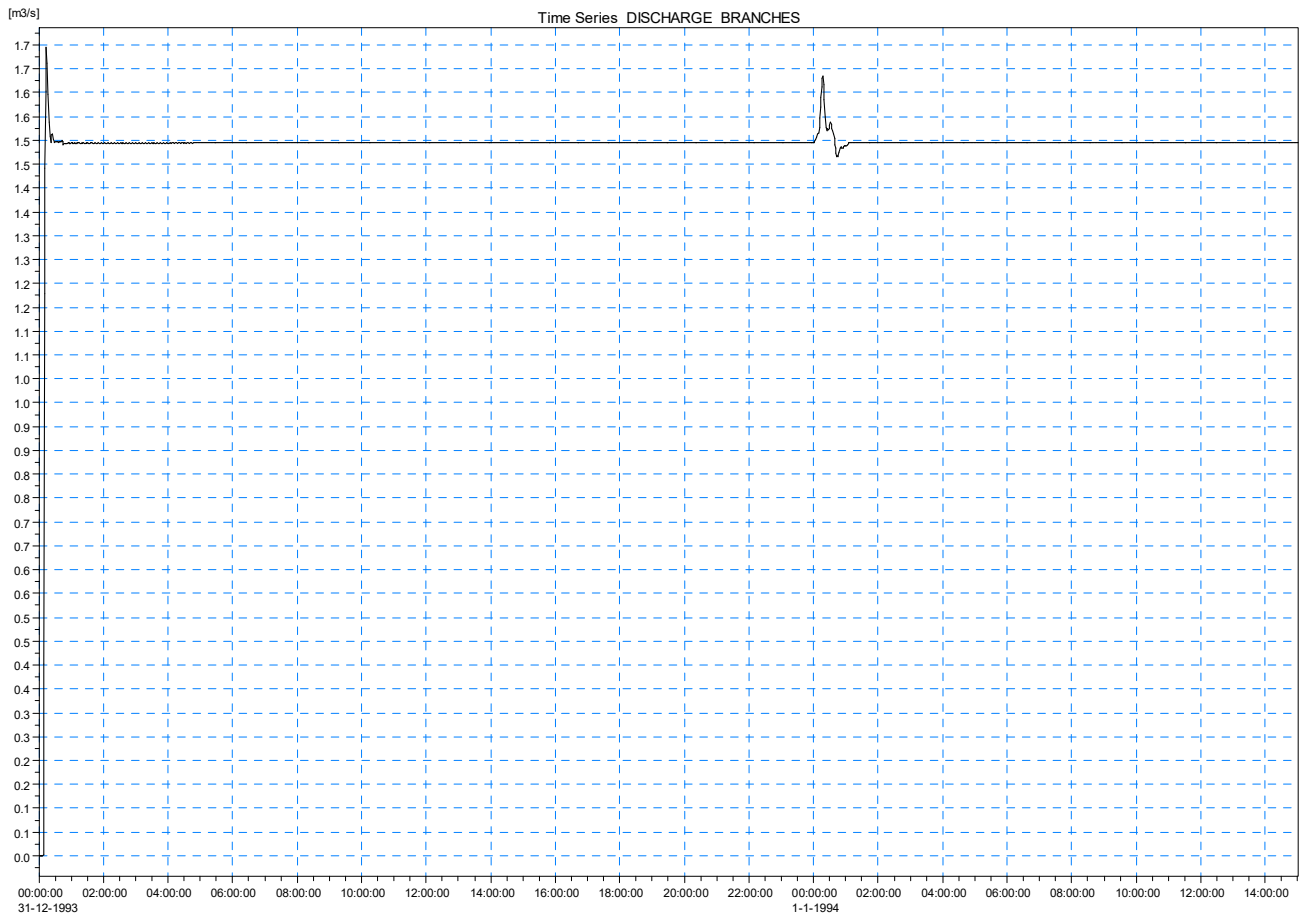
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



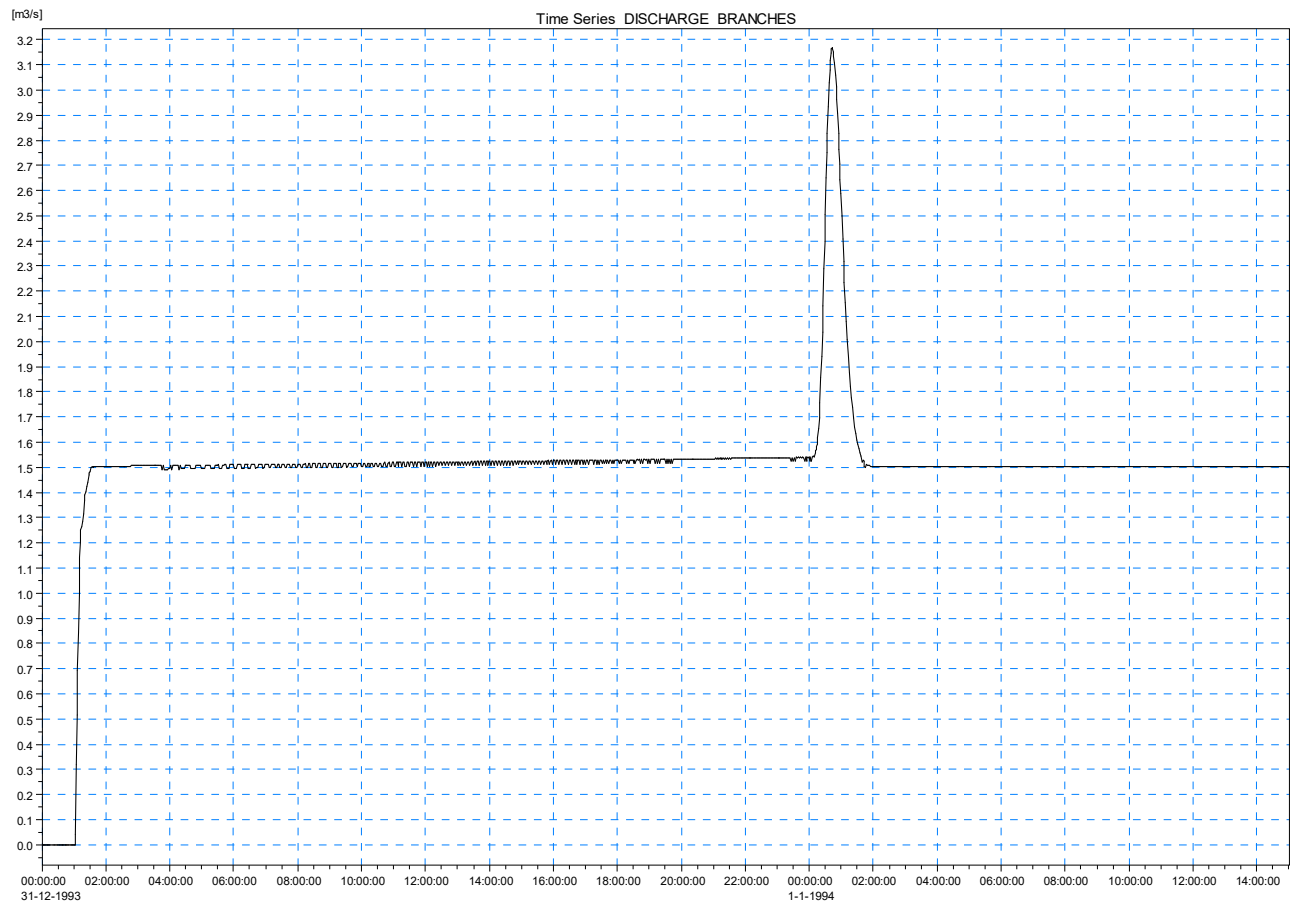
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



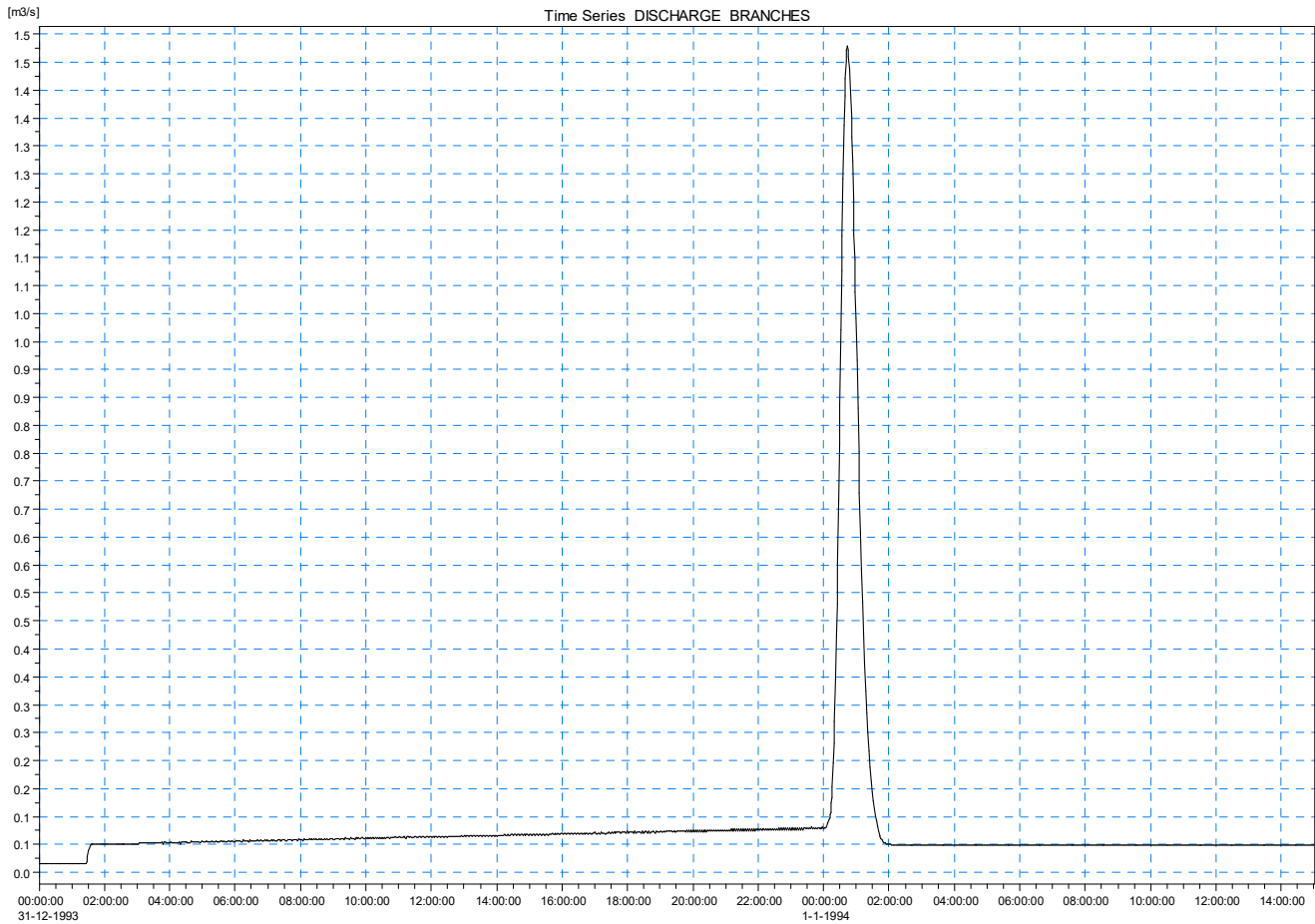
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



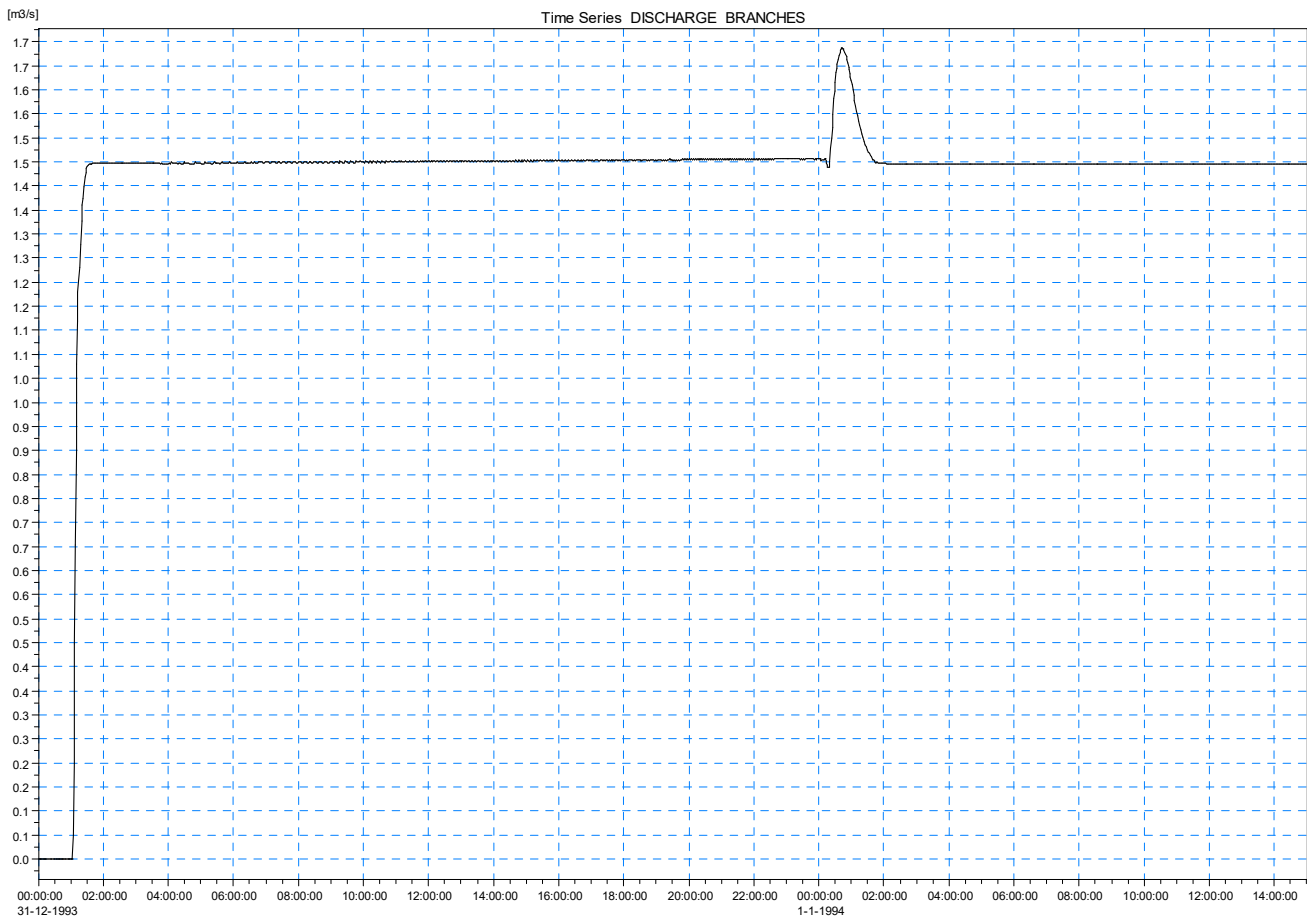
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



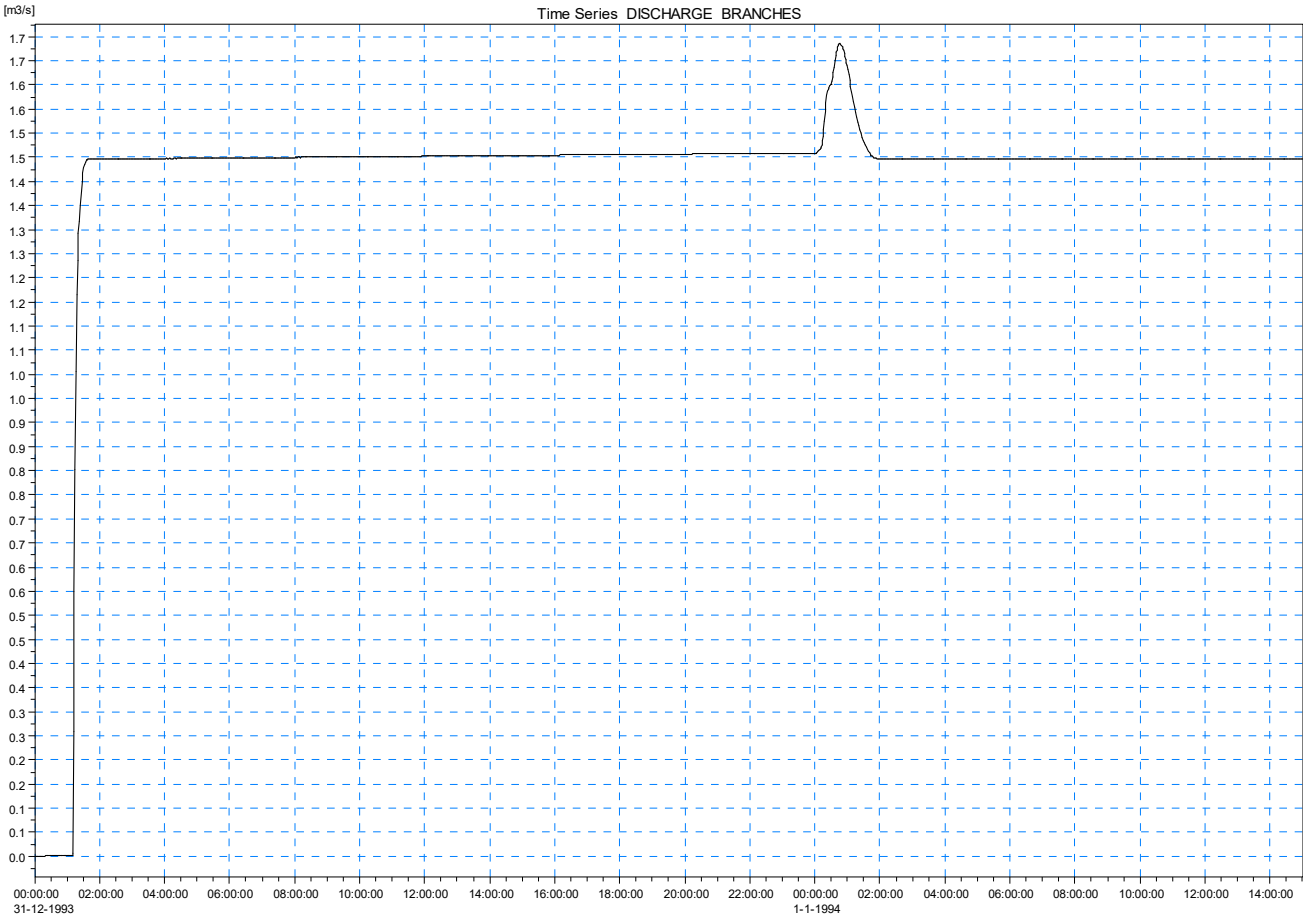
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



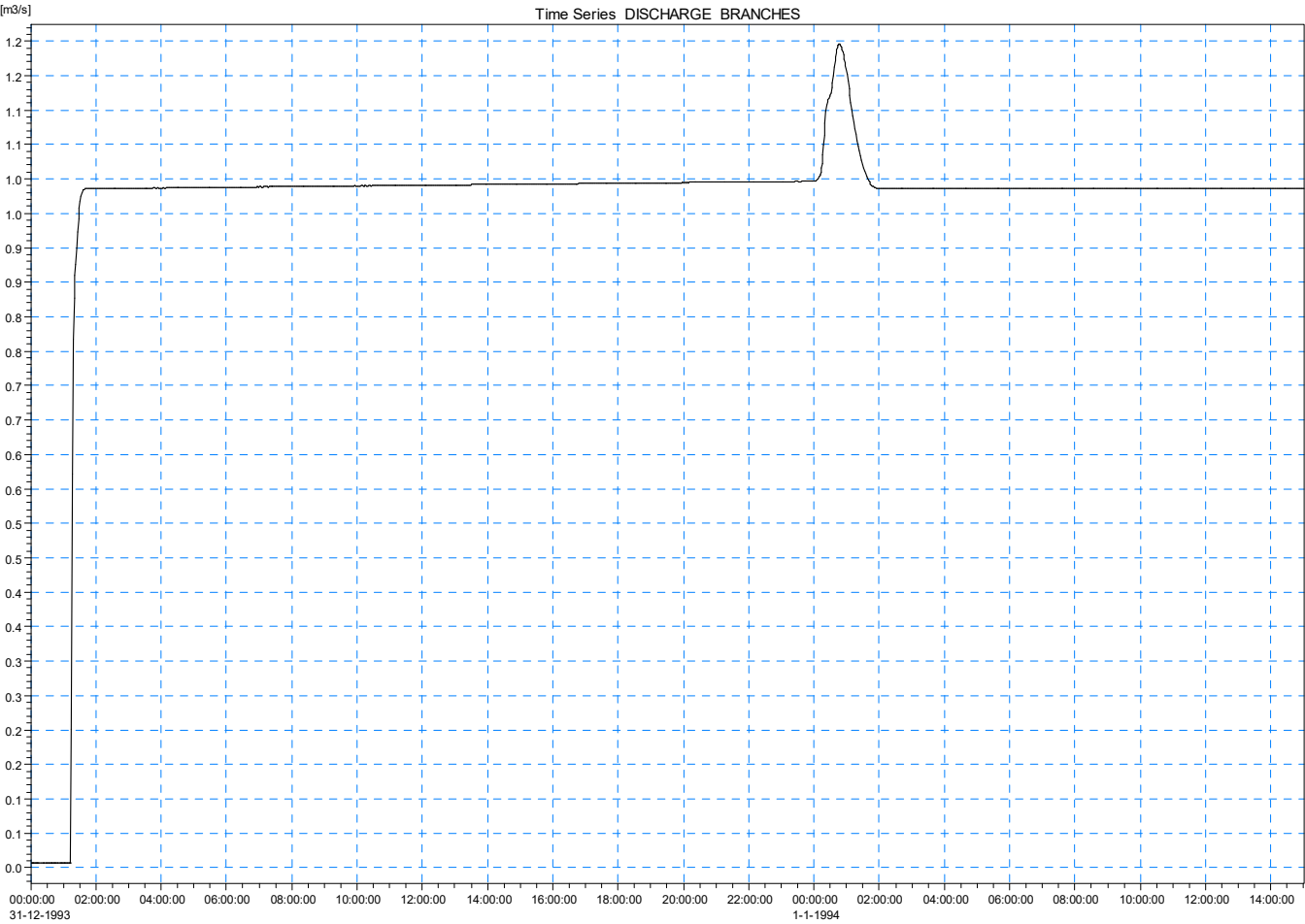
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



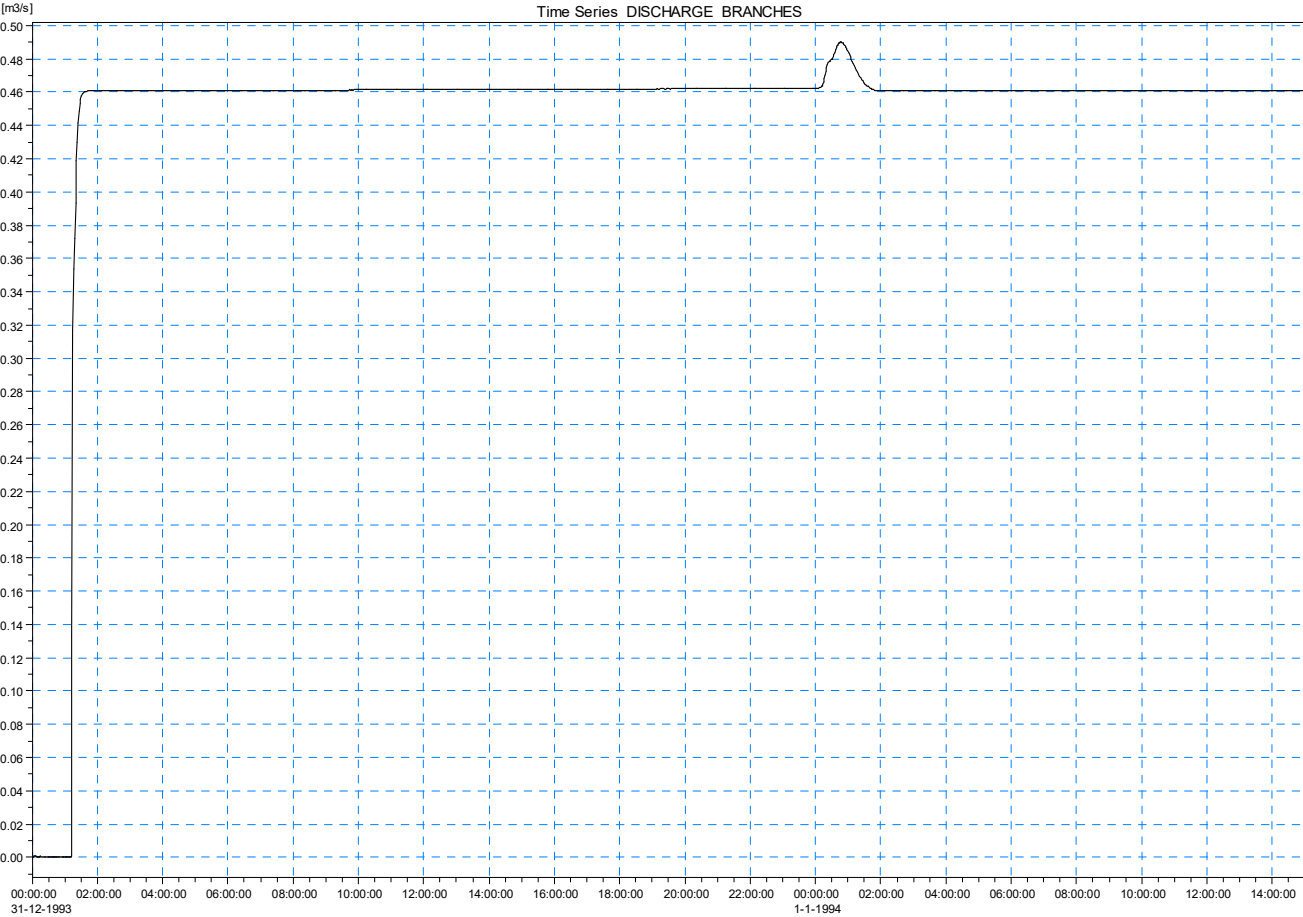
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



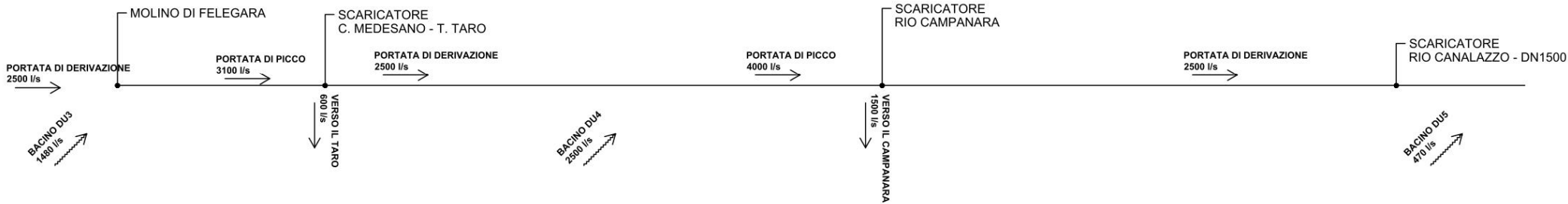
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



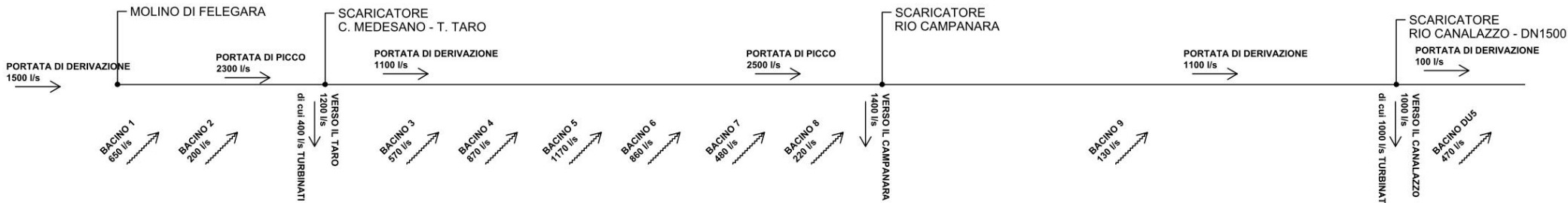
3.3 SCHEMI E SIMULAZIONI IDRAULICHE – PORTATA DERIVAZIONE 1500 L/S

PORTATA DERIVATA	PORTATA TURBINATA 1° IMPIANTO	PORTATA TURBINATA 2° IMPIANTO	TEMPI DI RITORNO	PORTATA RILASCIATA VERSO VALLE
1500 l/s	400 l/s	1000 l/s	25 anni e 100 anni	100 l/s

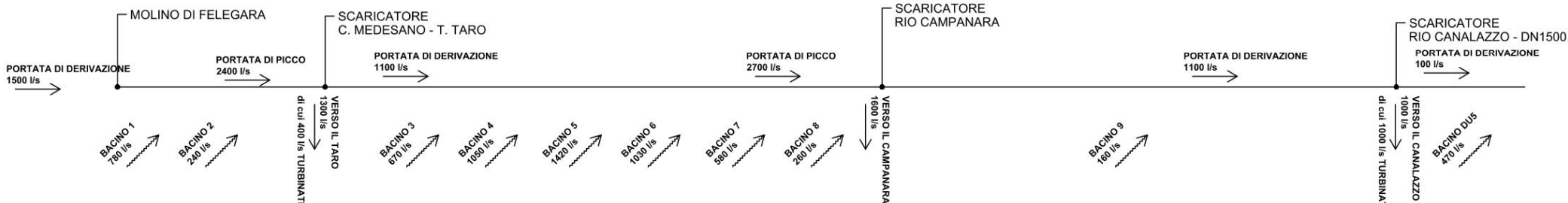
SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROGETTO ESECUTIVO HYDRODATA
PORTATA DI DERIVAZIONE 2500 l/s e PIOGGE CON Tr25



SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA
PORTATA DI DERIVAZIONE 1500 l/s e PIOGGE CON Tr25



SCHEMA CANALE DEL DUCA - PROPOSTA
PORTATA DI DERIVAZIONE 1500 l/s e PIOGGE CON Tr100



I tre schemi riportati a sinistra riportano:

1. la configurazione del Progetto Esecutivo – Hydrodata;
2. la configurazione proposta con piogge con tempi di ritorno di 25 anni;
3. la configurazione proposta con piogge con tempi di ritorno di 100 anni;

Nelle pagine successive si sono allegati i profili longitudinali e gli idrogrammi di piena per sollecitazioni meteoriche di 25 anni e 100 anni di tempo di ritorno.

Gli idrogrammi di piena fanno riferimento:

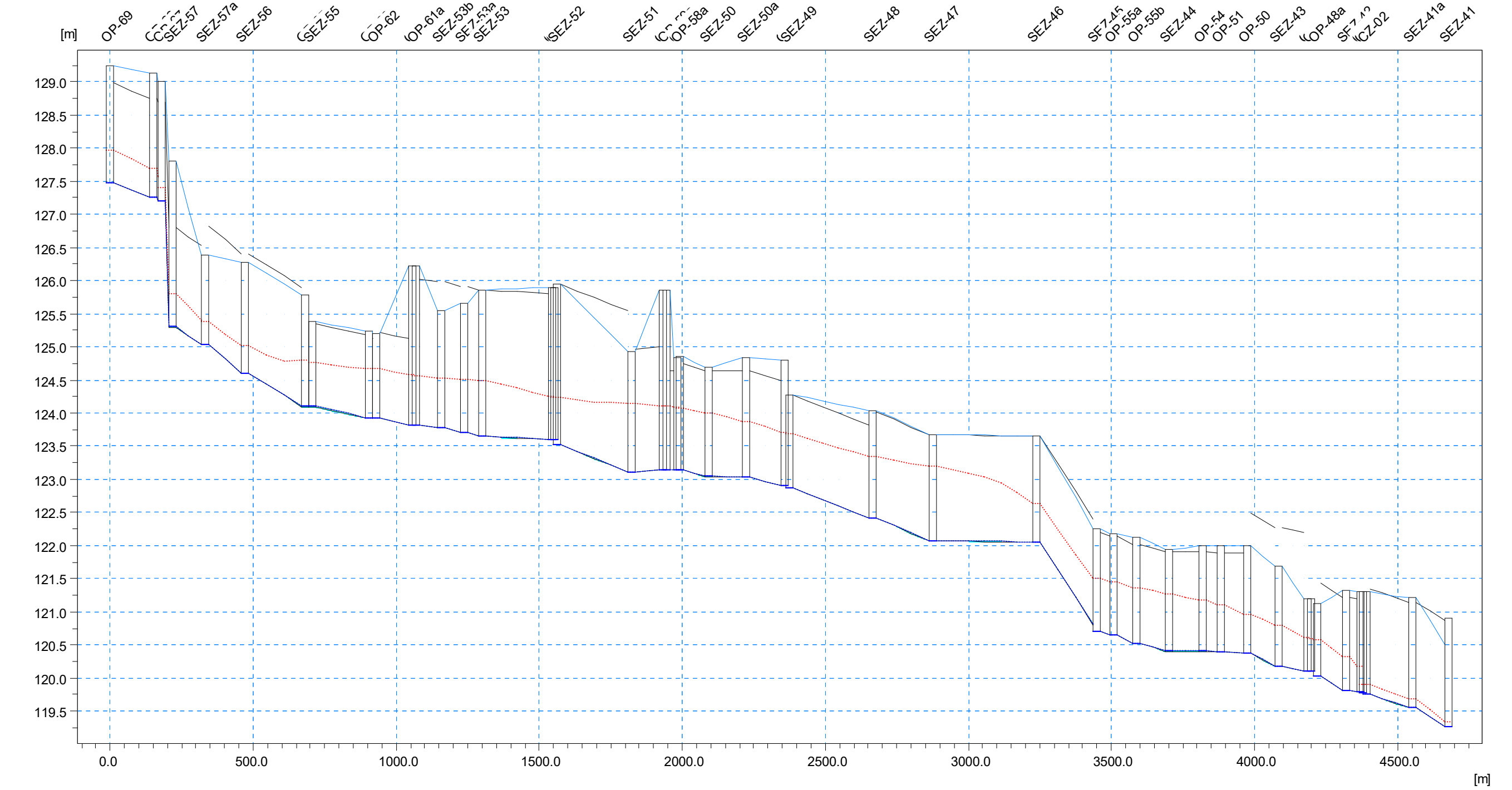
1. allo scaricatore verso il Canale di Medesano-Taro;
2. allo scaricatore verso il Rio Campanara;
3. allo scaricatore verso il Rio Canalazzo.

Per ciascun scaricatore si sono allegati tre idrogrammi di piena corrispondenti rispettivamente a:

- a) Idrogramma a monte;
- b) Idrogramma a valle;
- c) Idrogramma della portata sfiorata.

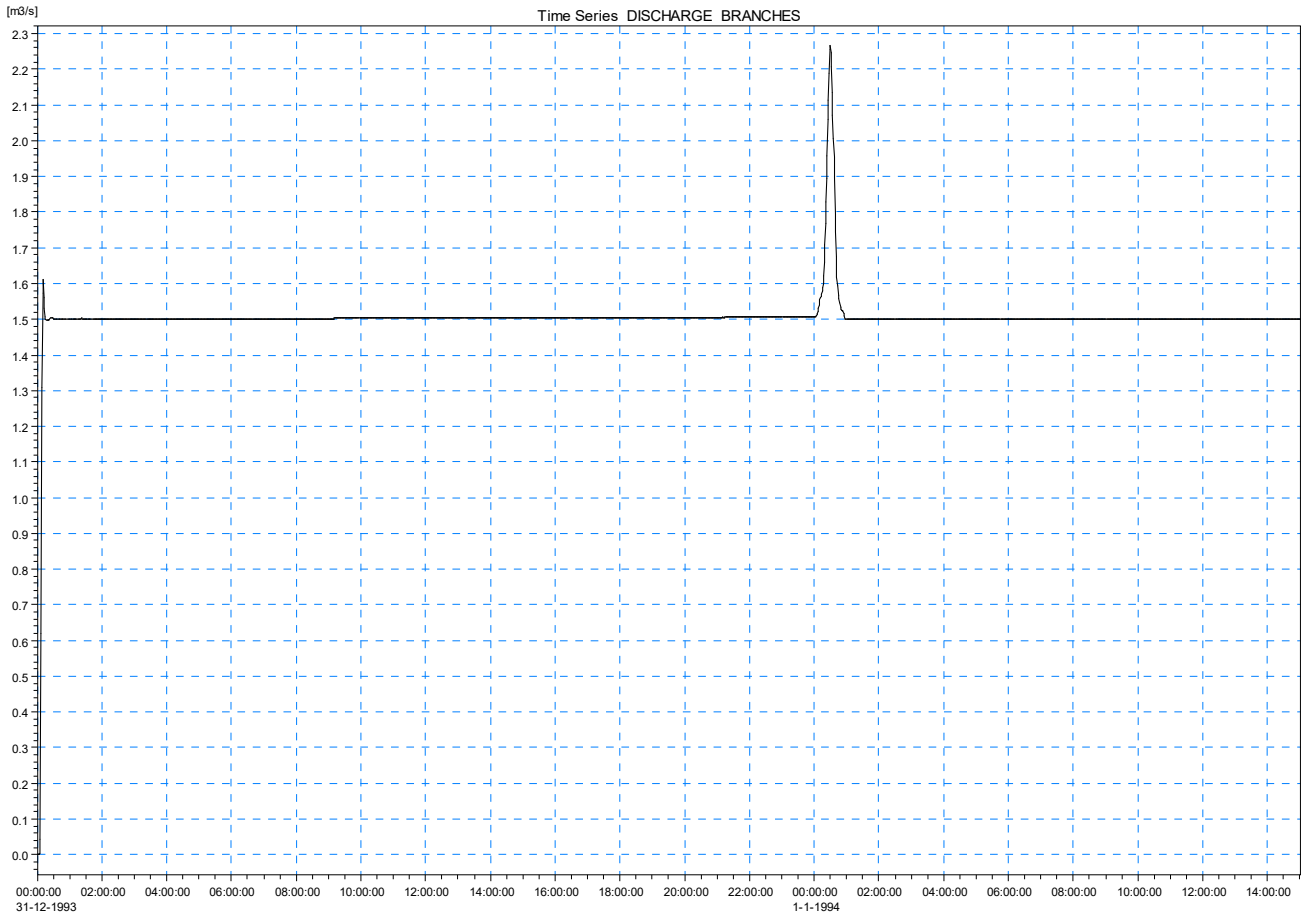
WATER LEVEL BRANCHES - 31-12-1993 00:00:00 PROPOSTA-15-25.PRF

Discharge	0.001			0.002	0.002		0.001	0.000				0.000		0.001				0.000	0.000		0.001	0.000	0.000		0.001			0.000					0.000	0.001	m3/s
-----------	-------	--	--	-------	-------	--	-------	-------	--	--	--	-------	--	-------	--	--	--	-------	-------	--	-------	-------	-------	--	-------	--	--	-------	--	--	--	--	-------	-------	------

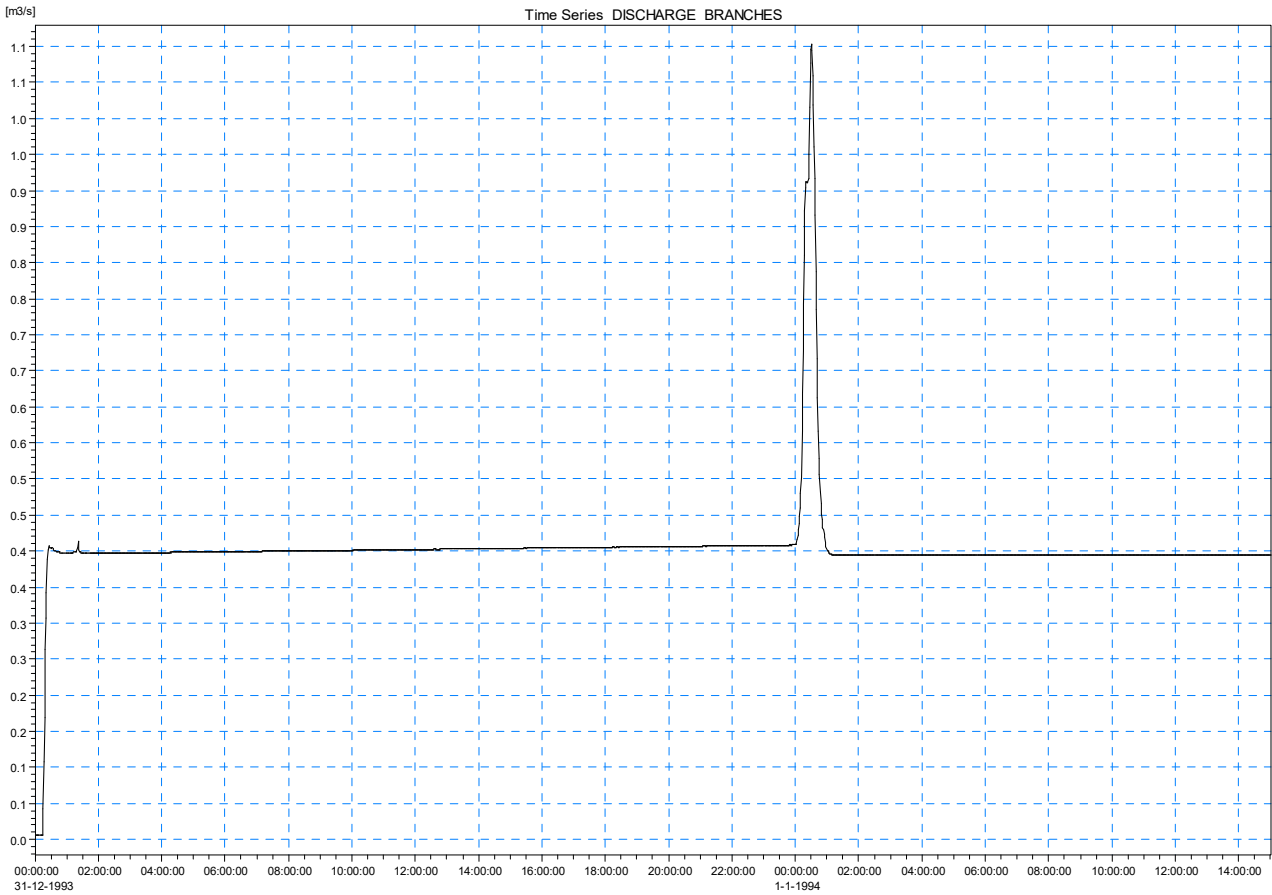


Ground Lev.	129.24	129.13	126.38	126.27	125.78	125.24	126.22	125.55	125.65		125.90	124.93	125.86	124.69	124.84	124.80		124.04	123.68		123.65	122.26	122.12	121.94	122.00	122.00	121.68	121.20	121.32		121.21		[m]
Invert lev.	127.48	127.26	125.03	124.60	124.10	123.93	123.82	123.78	123.70		123.60	123.11	123.14	123.04	123.03	122.90		122.42	122.07		122.05	120.70	120.52	120.40	120.40	120.38	120.17	120.10	119.81		119.55		[m]
Length				212.21	200.00					242.70	260.00						291.24	212.19	363.07	210.54											159.33		[m]
Diameter	1.50	1.50	1.80	1.80	1.25	1.30				2.21	2.43	1.86		1.60	1.60		1.40	1.60	1.60	1.60			1.50	1.50		2.10					1.60	1.60	[m]
Slope o/oo	1.45	2.33	3.12	2.36	0.85	0.80				0.21	1.58	0.27		0.08	0.96		1.55	1.65	0.06	5.94			1.04	0.00		1.91					1.26	2.20	

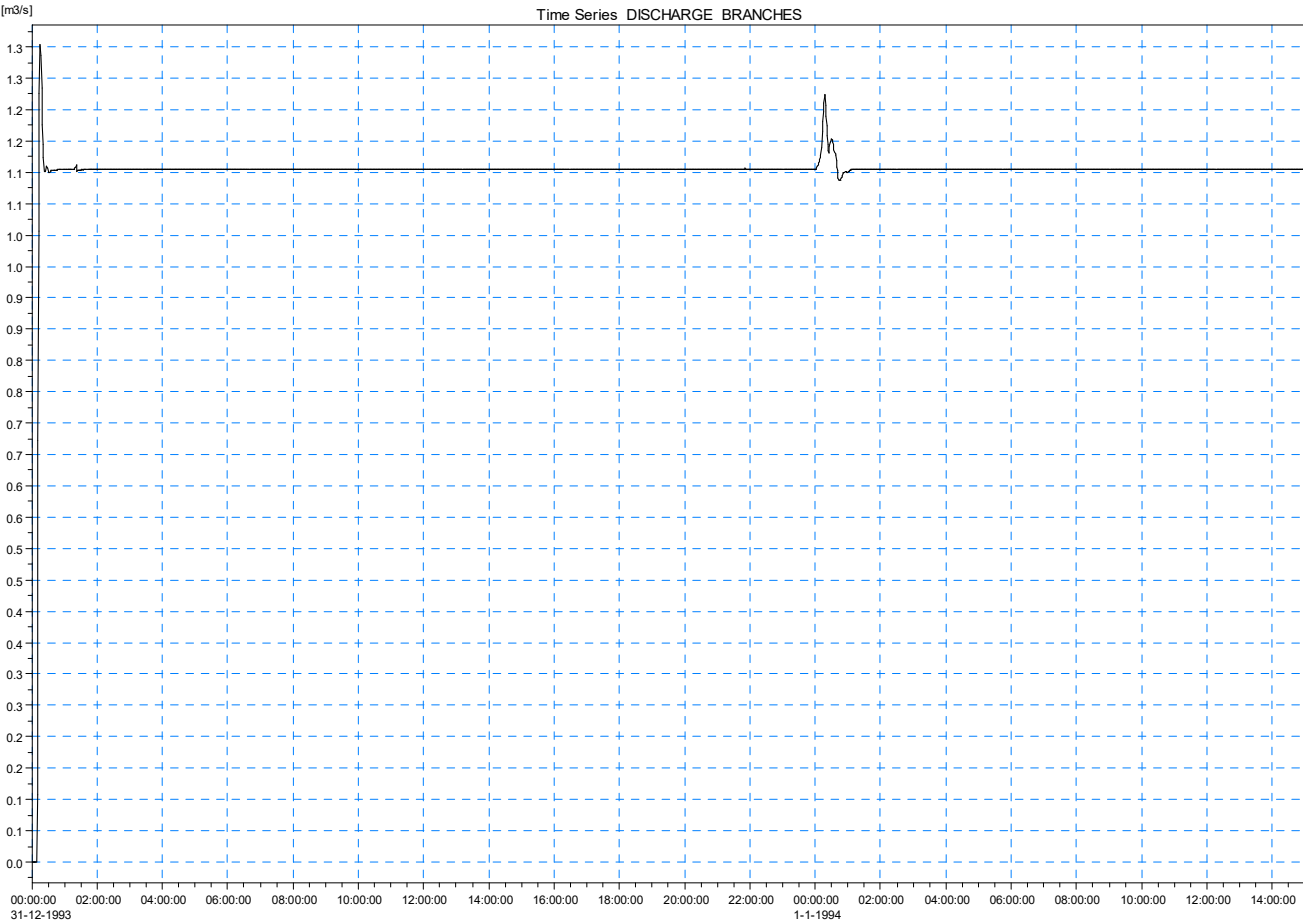
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



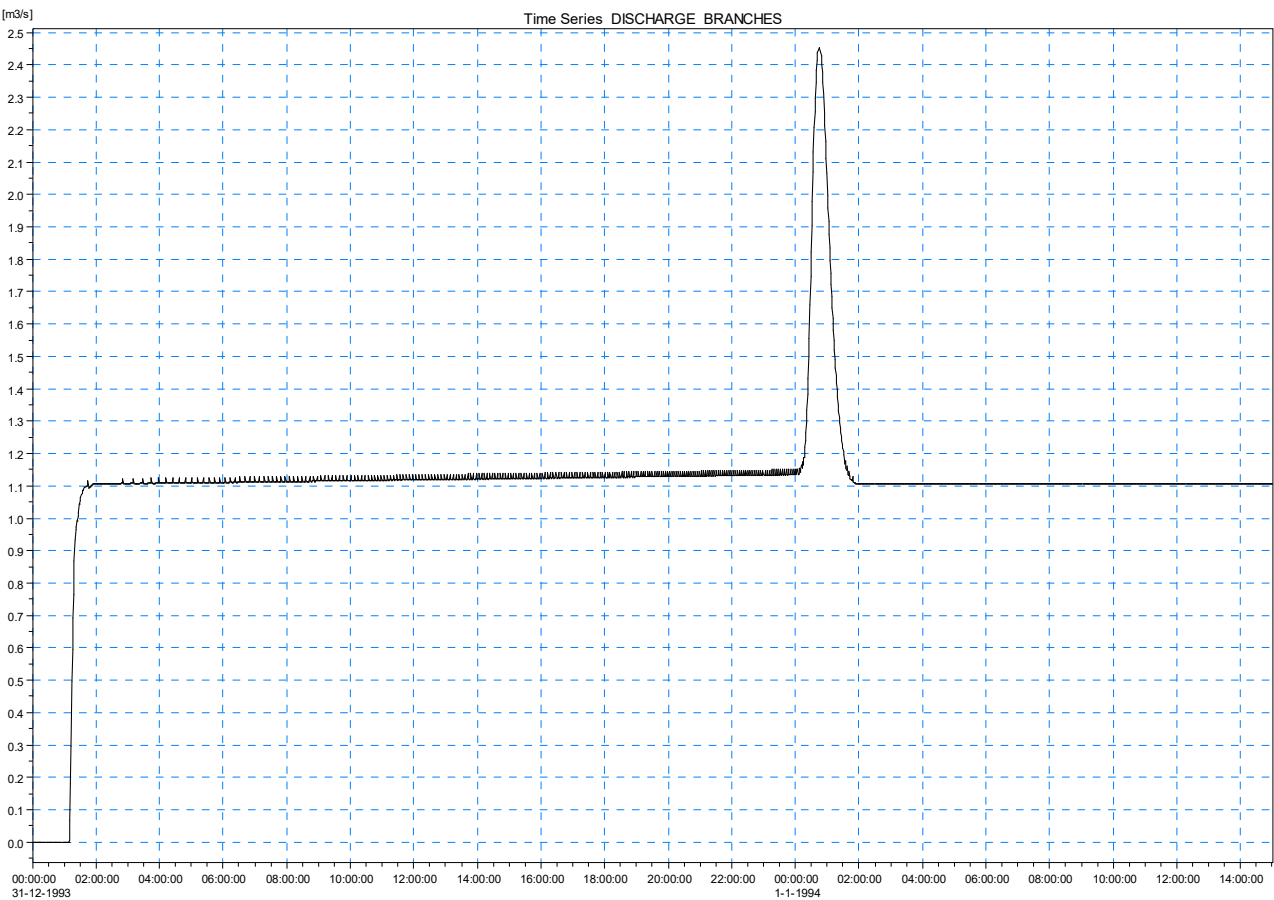
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



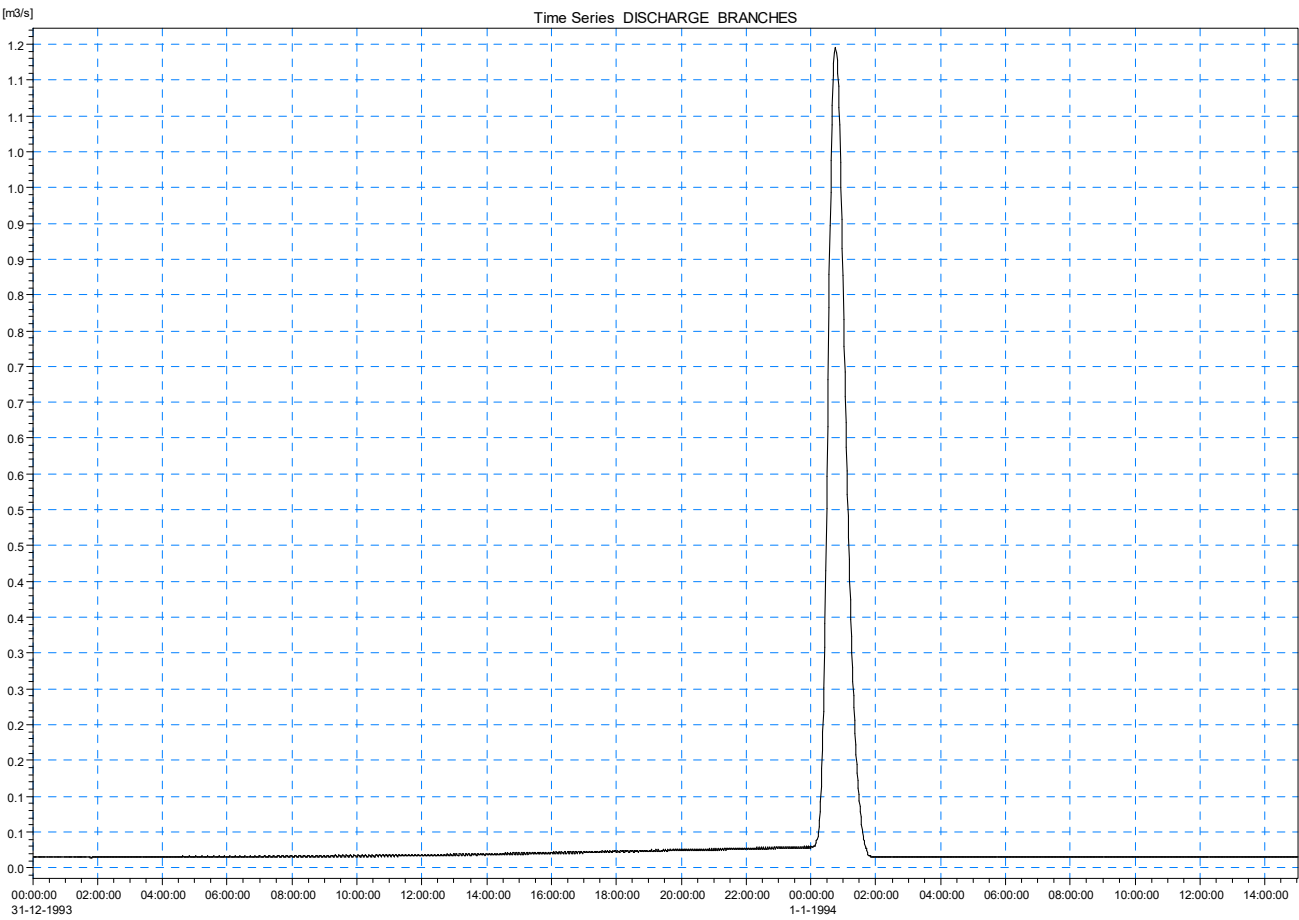
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



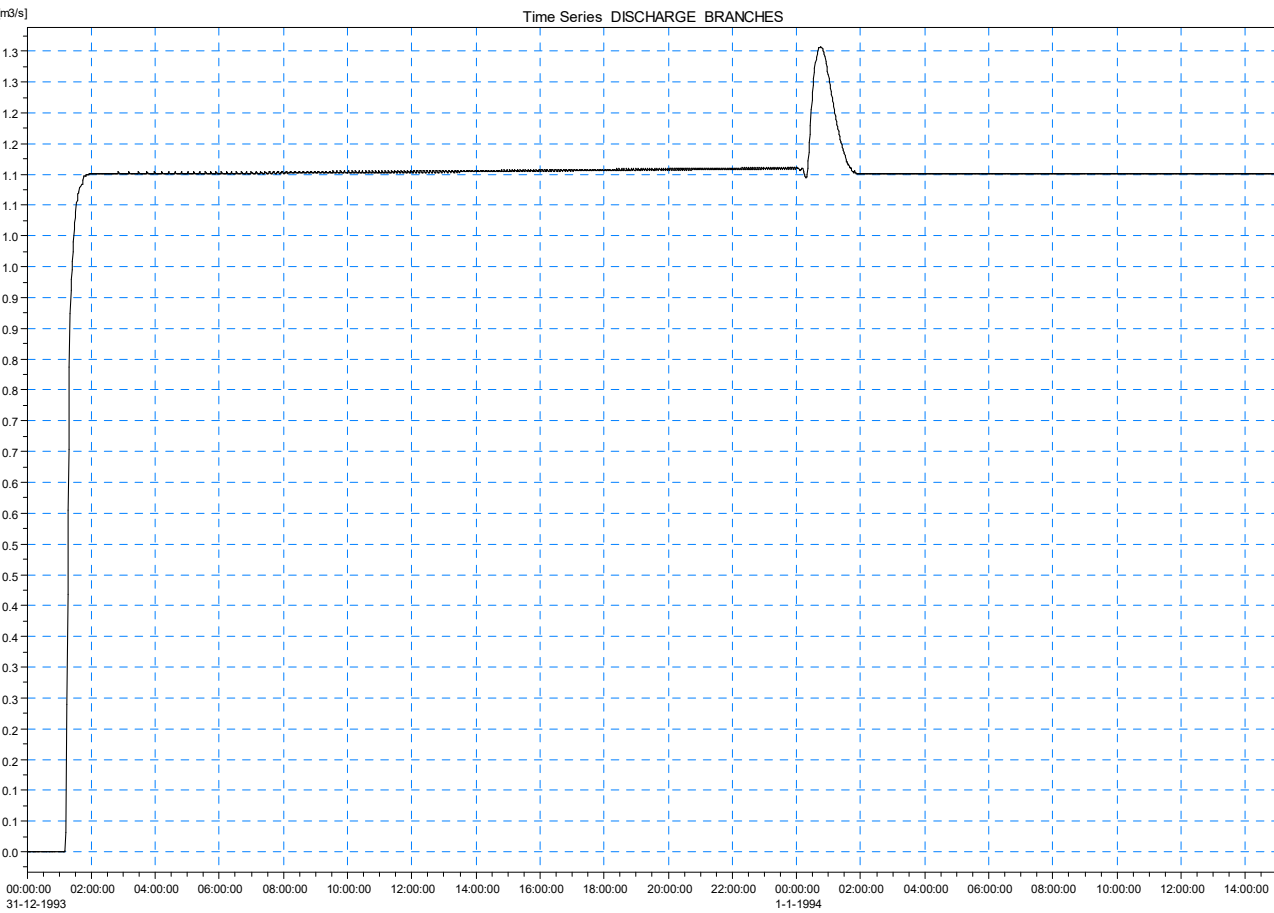
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



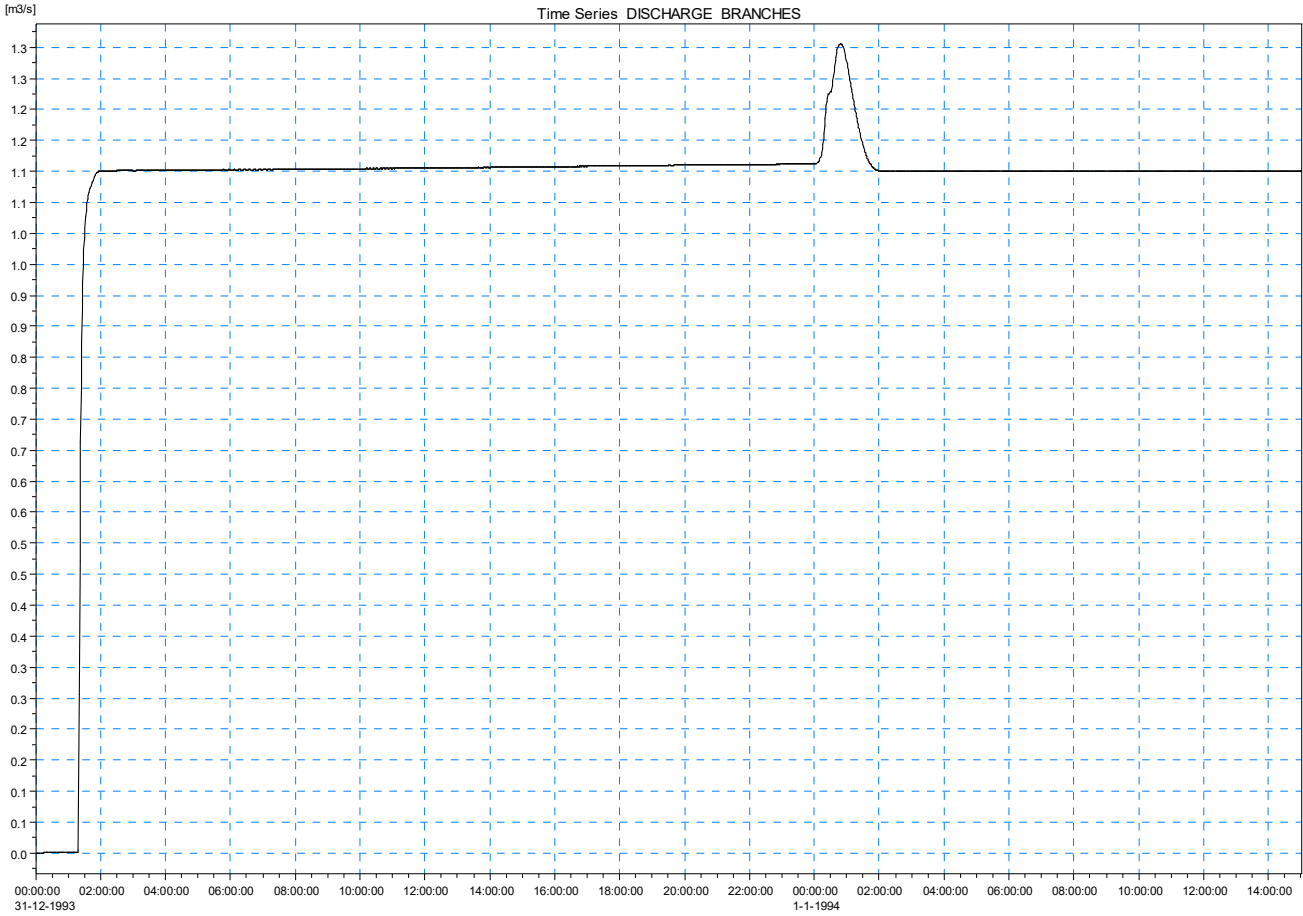
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



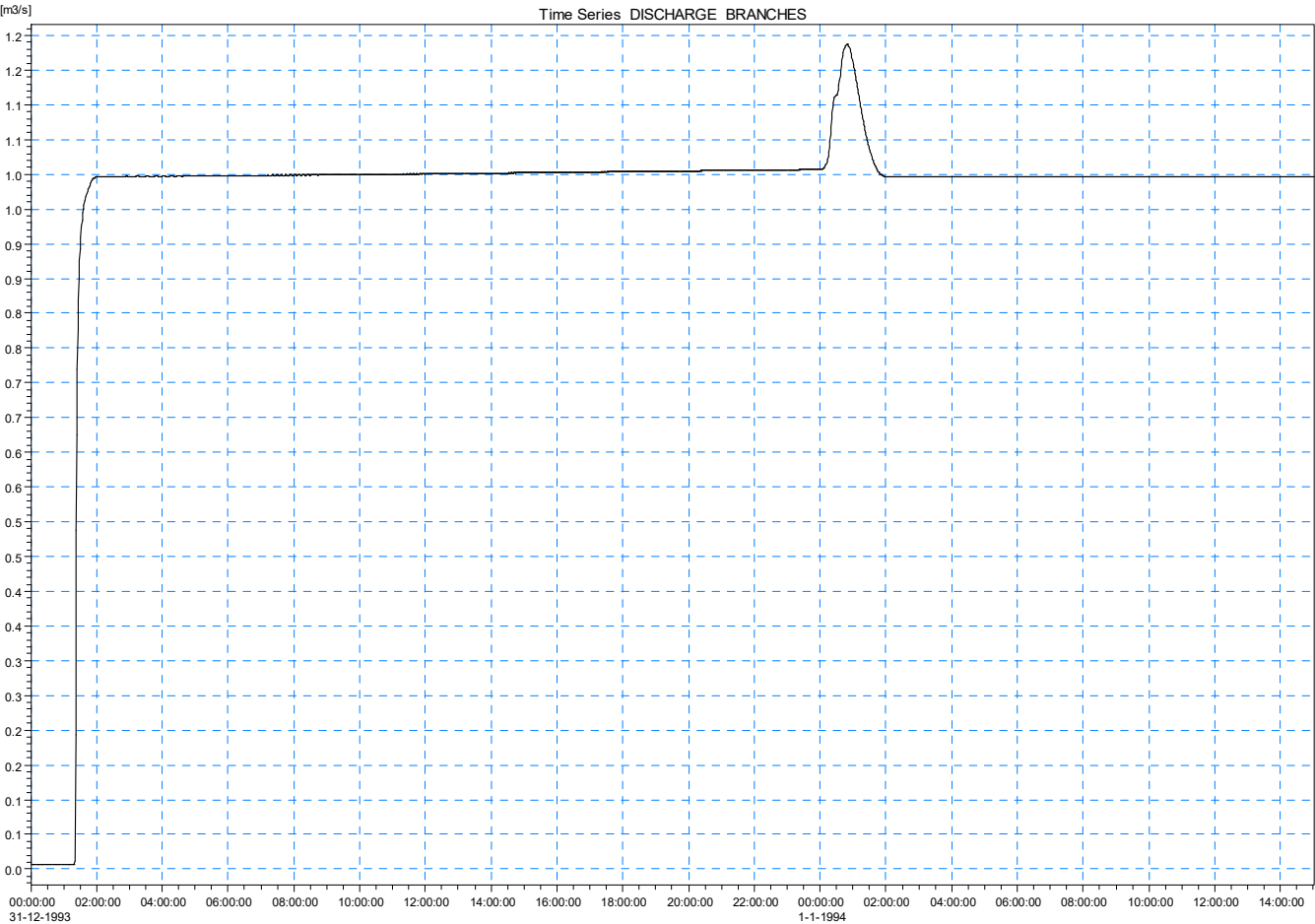
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



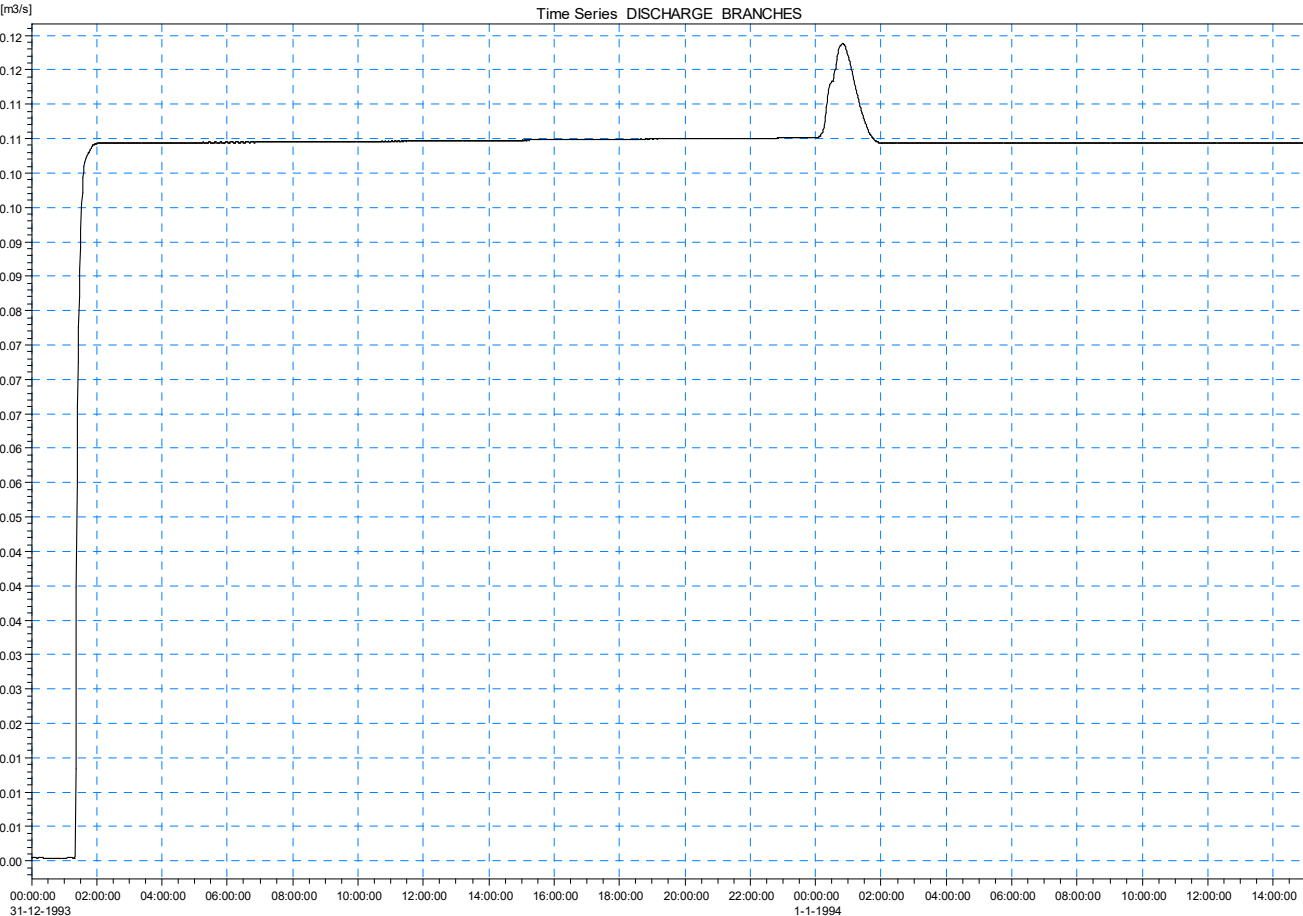
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO

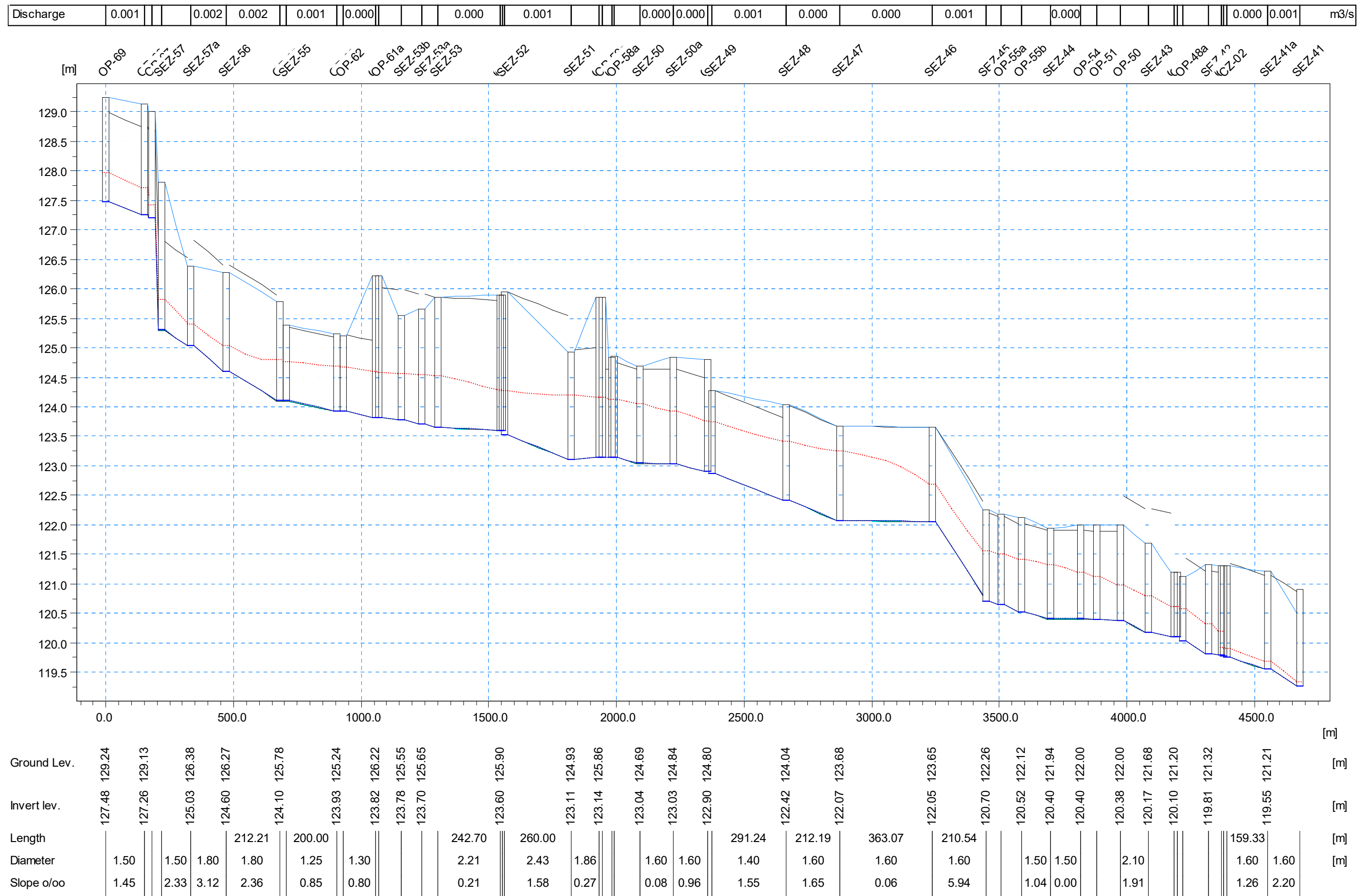


IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO

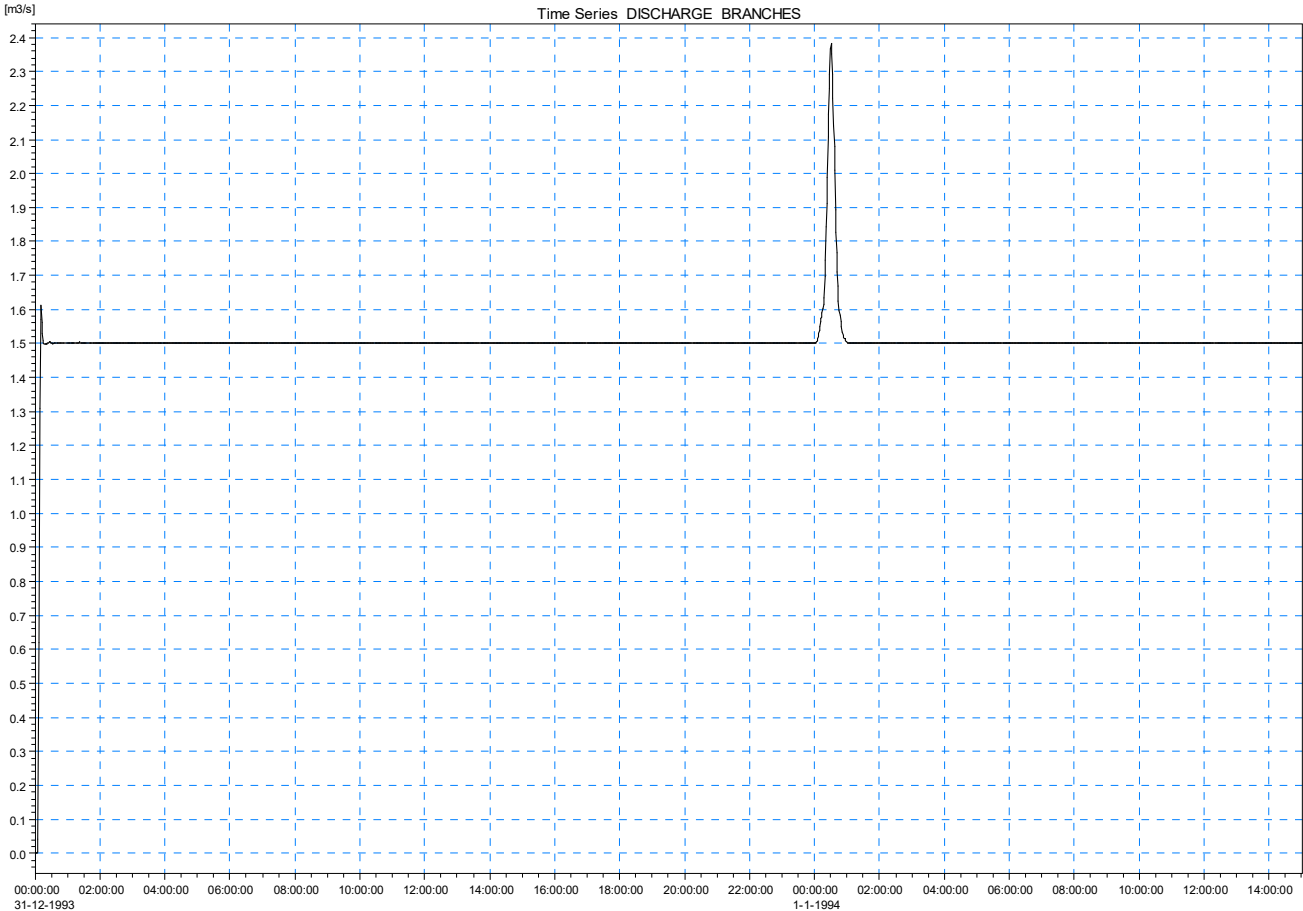


PROFILO LONGITUDINALE – PORTATA DERIVAZIONE 1500 l/s PIOGGE Tr 100 ANNI

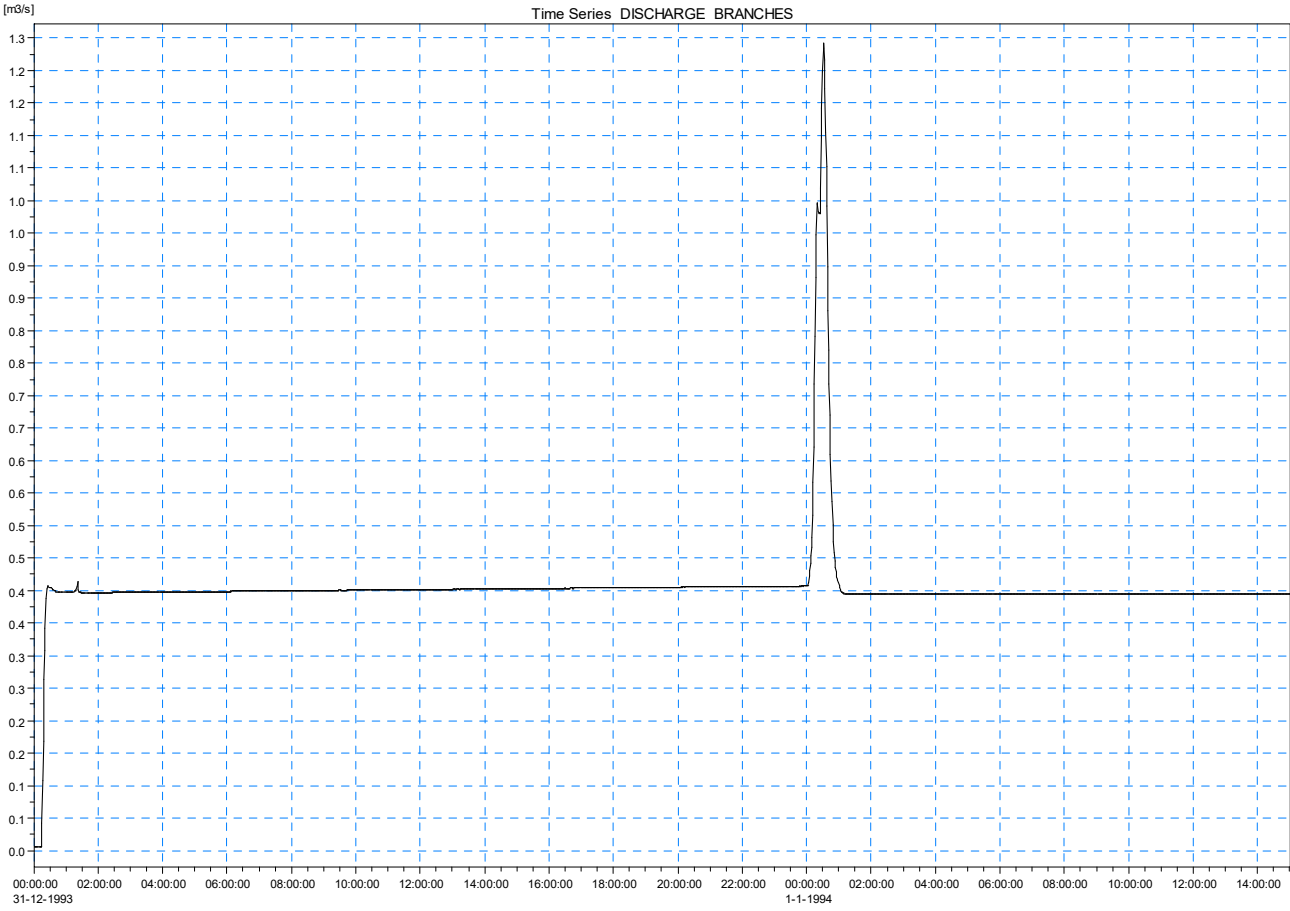
WATER LEVEL BRANCHES - 31-12-1993 00:00:00 PROPOSTA-15-100.PRF



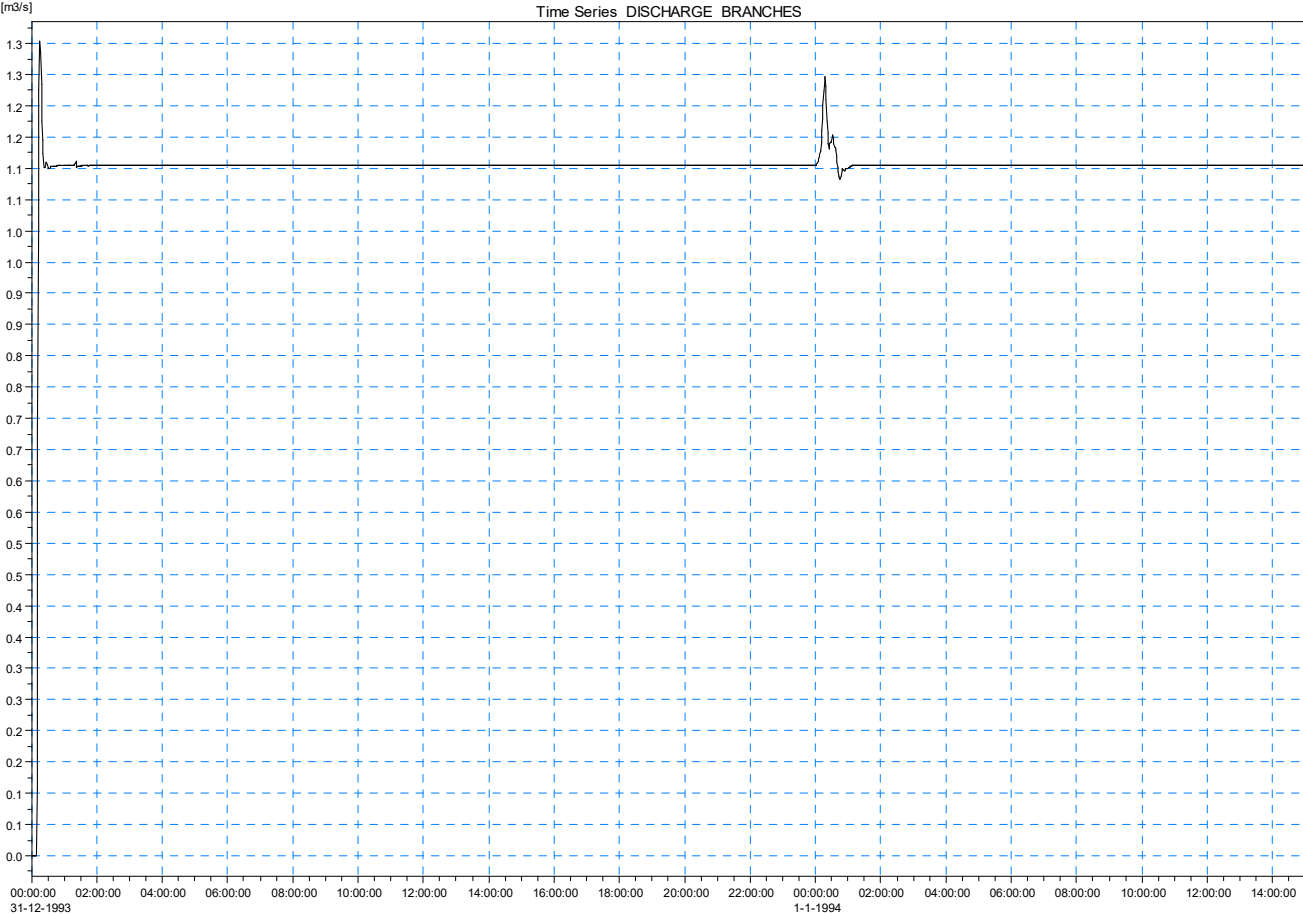
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



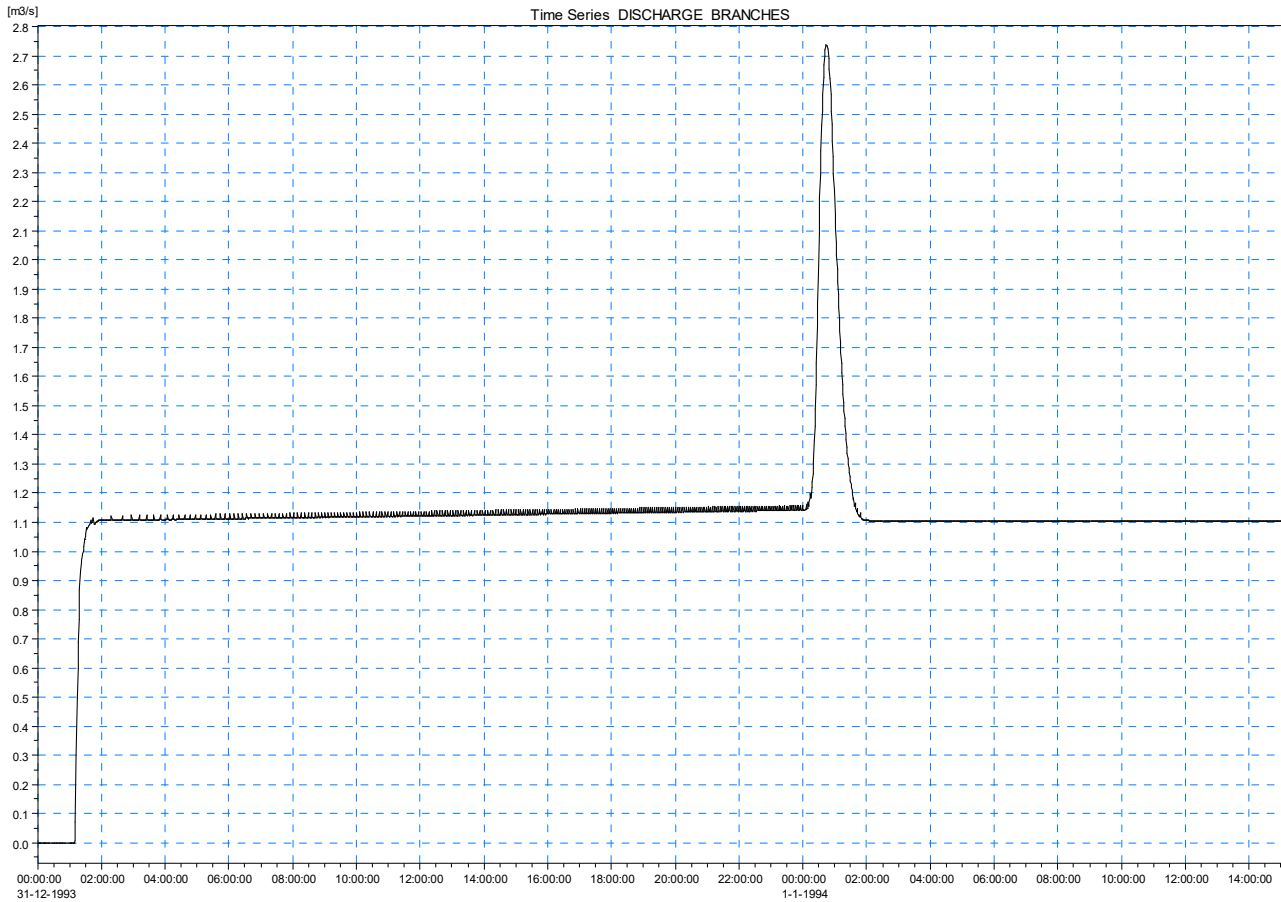
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



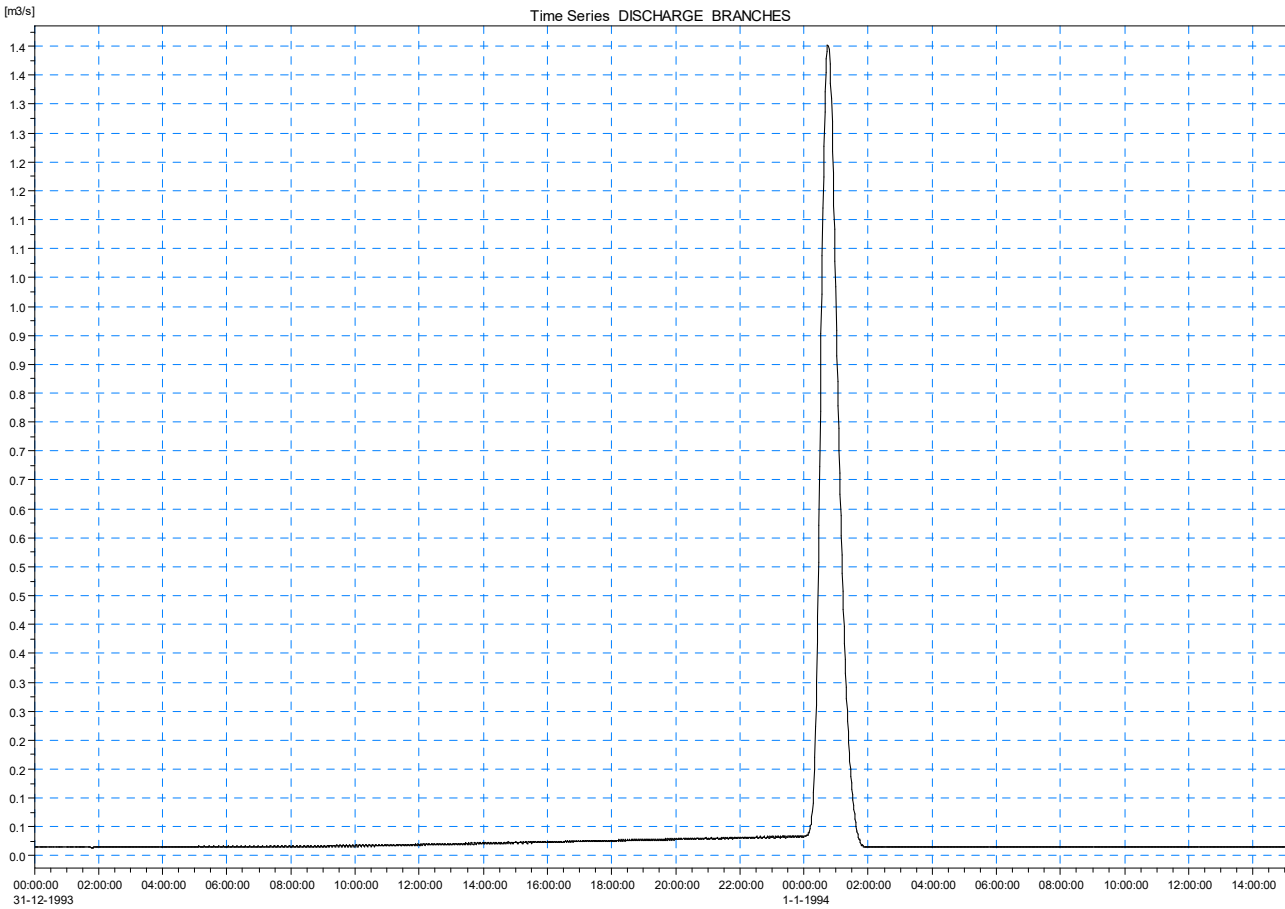
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL CANALE MEDESANO – T. TARO



IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



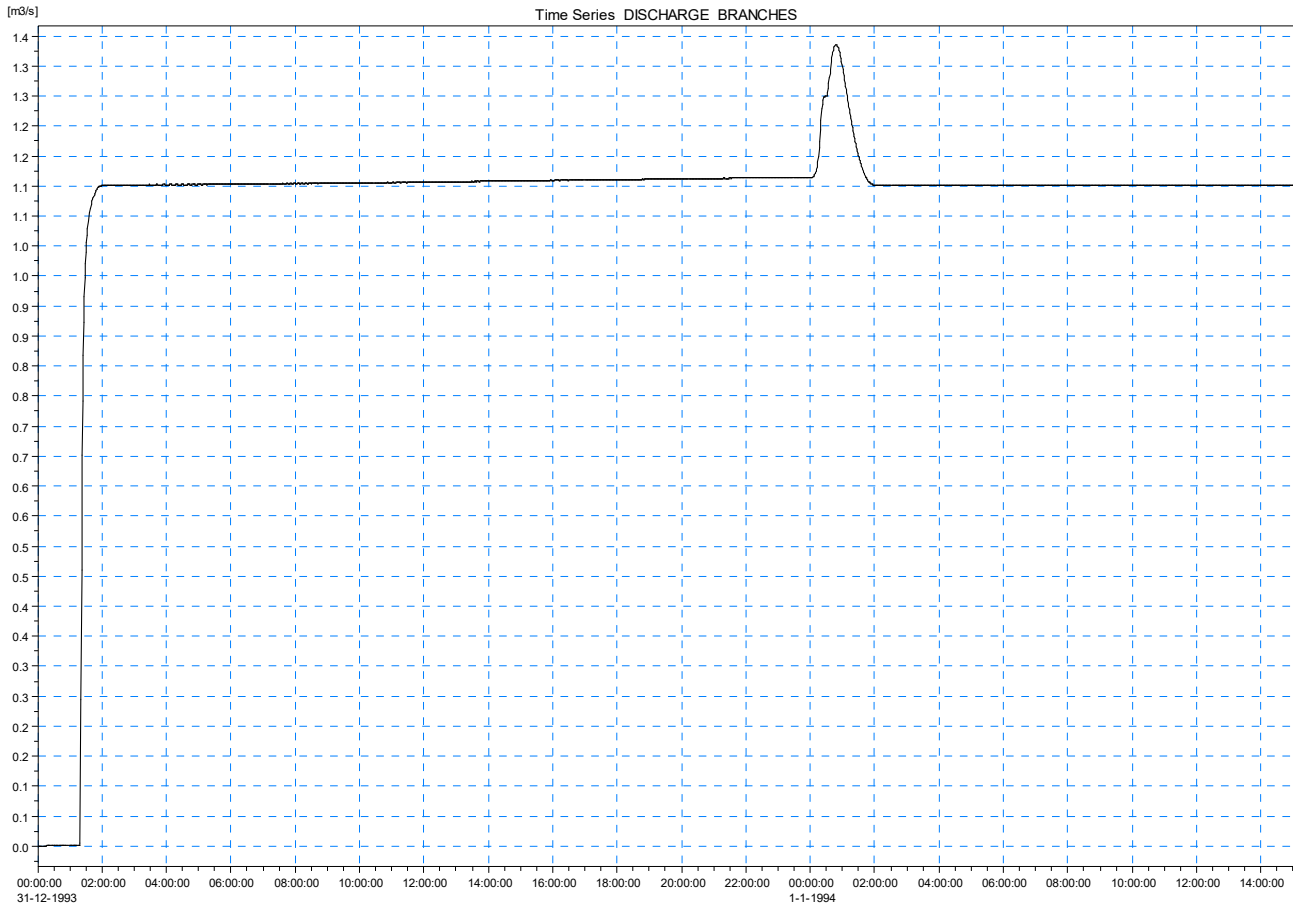
IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



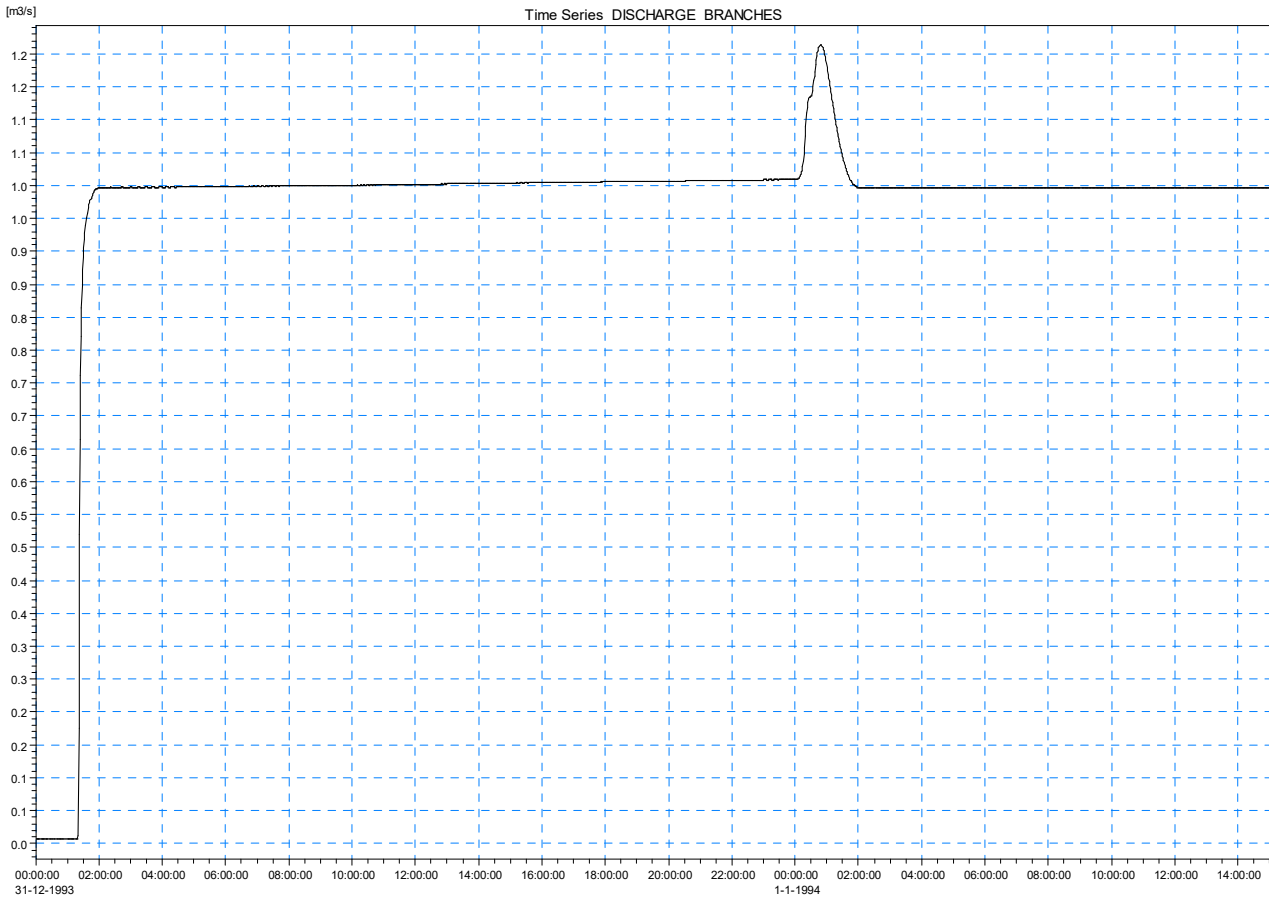
IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CAMPANARA



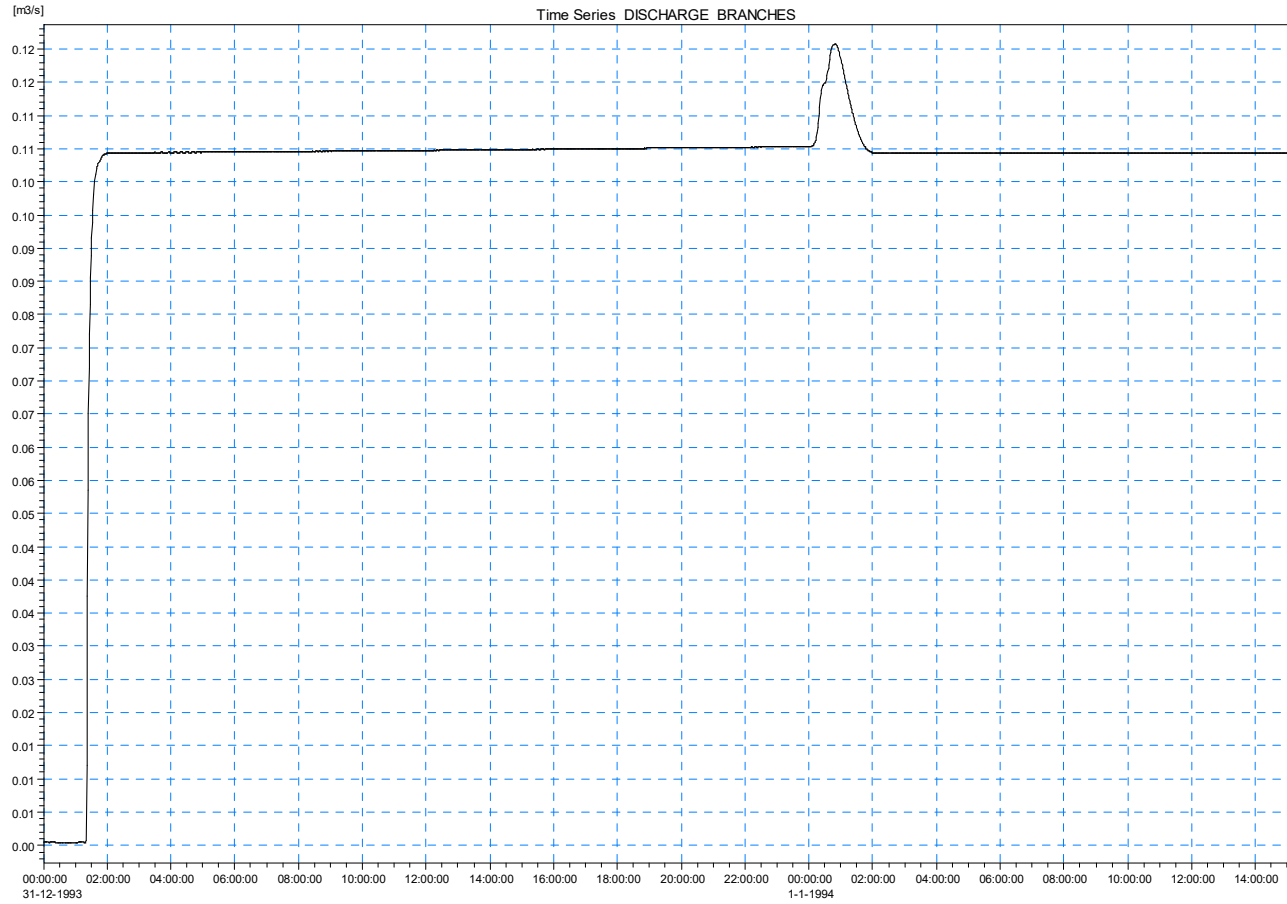
IDROGRAMMA A MONTE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



IDROGRAMMA DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



IDROGRAMMA A VALLE DELLO SCARICATORE NEL RIO CANALAZZO



ALLEGATO 2: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

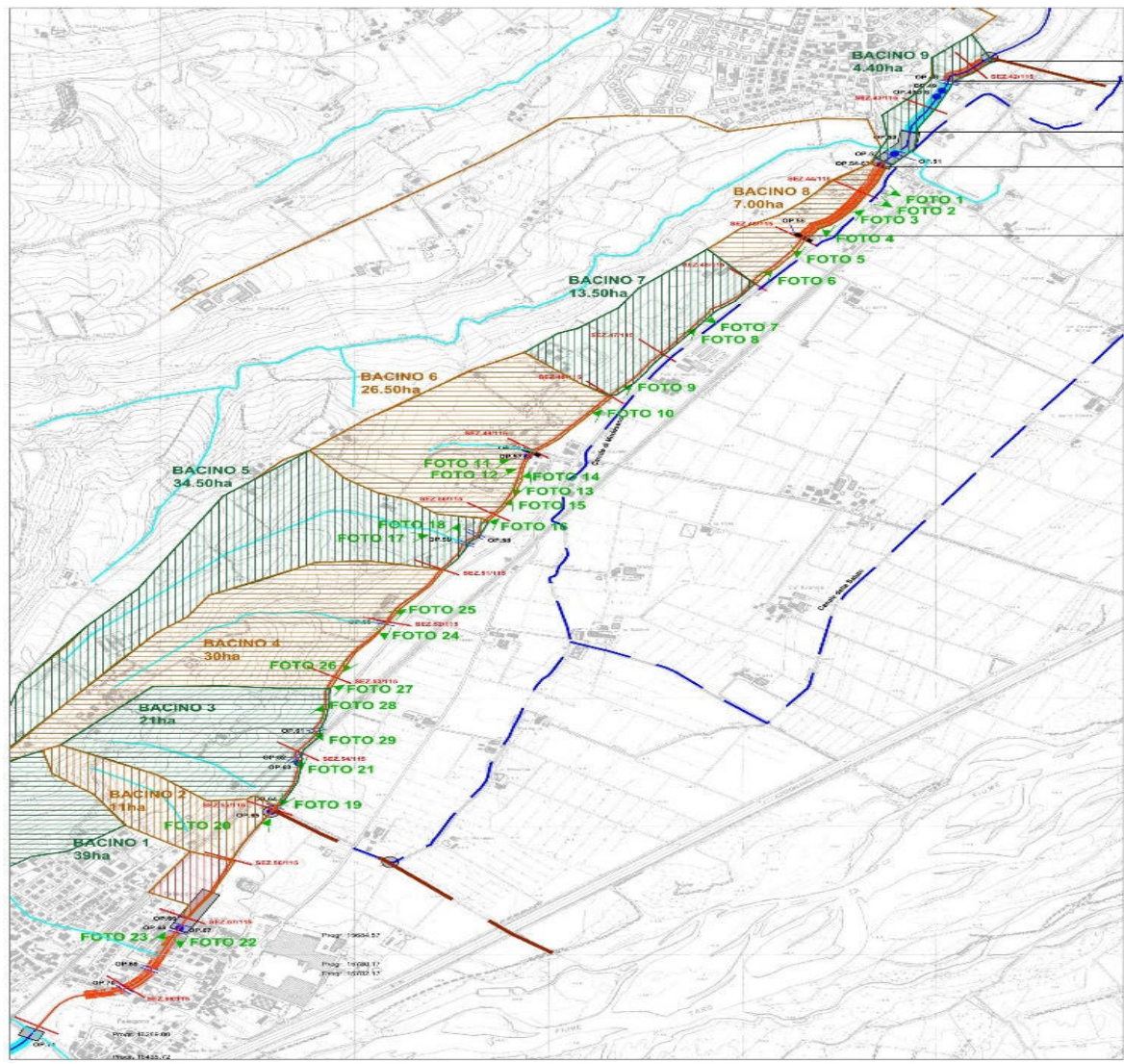




FOTO-1

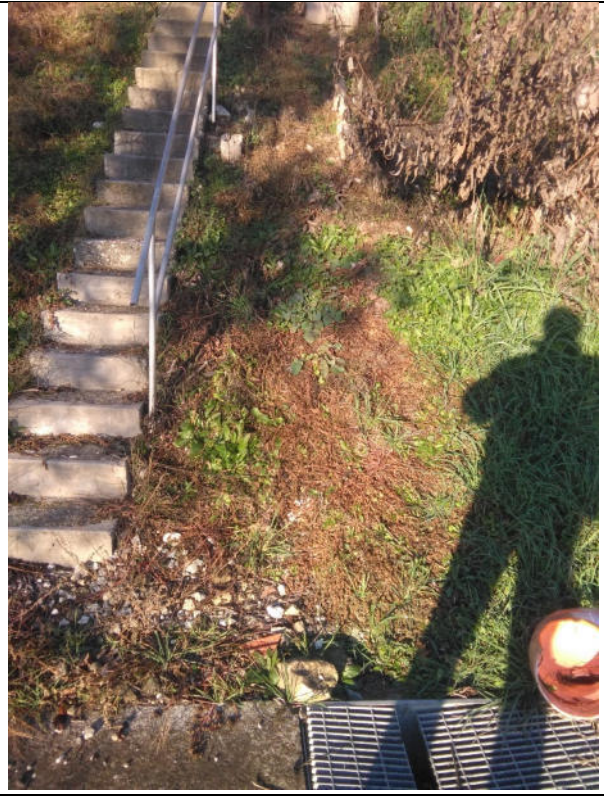


FOTO-2



FOTO-3



FOTO-4



FOTO-5



FOTO-6



FOTO-7

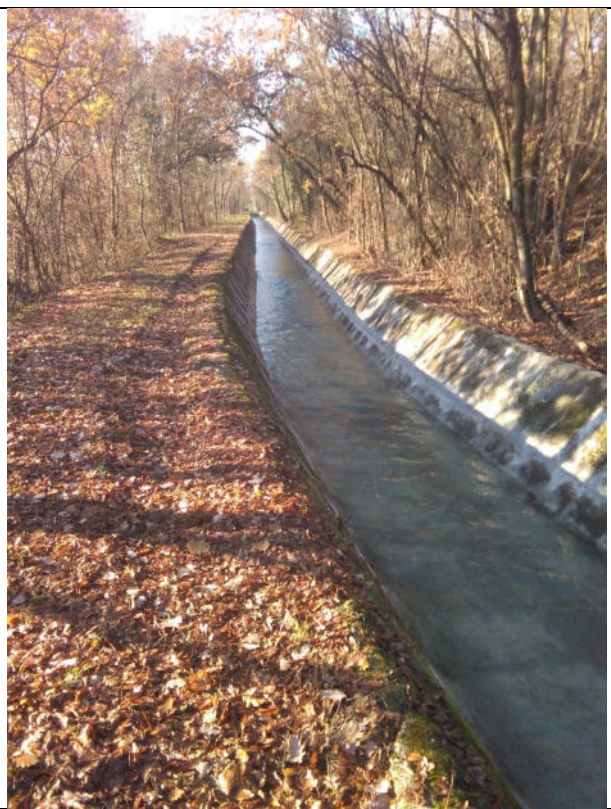


FOTO-8



FOTO-9



FOTO-10



FOTO-11



FOTO-12



FOTO-13



FOTO-14



FOTO-15



FOTO-16

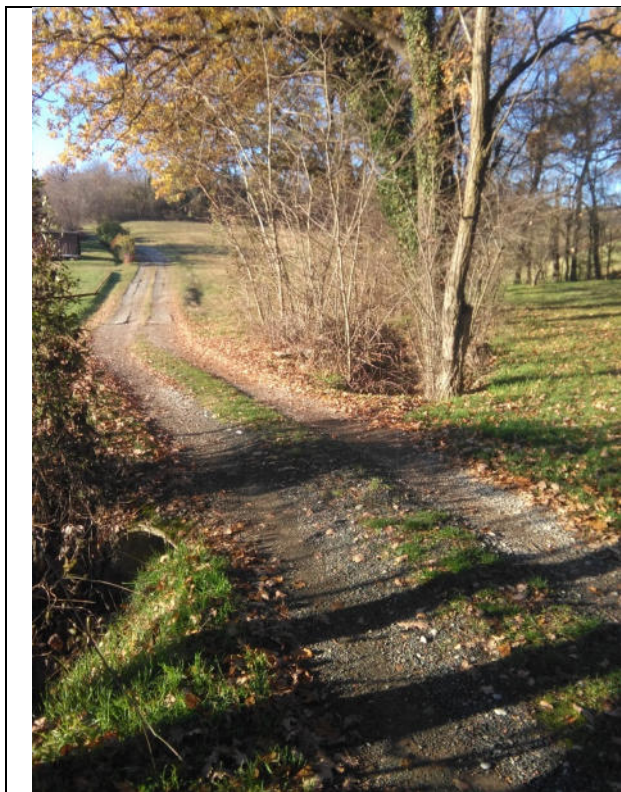


FOTO-17

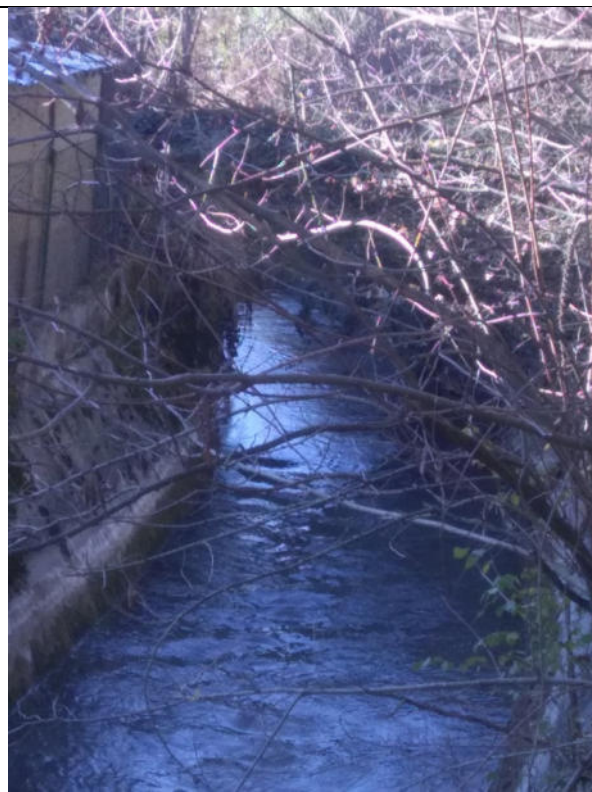


FOTO-18



FOTO-19



FOTO-20



FOTO-21



FOTO-22



FOTO-23



FOTO-24



FOTO-25



FOTO-26

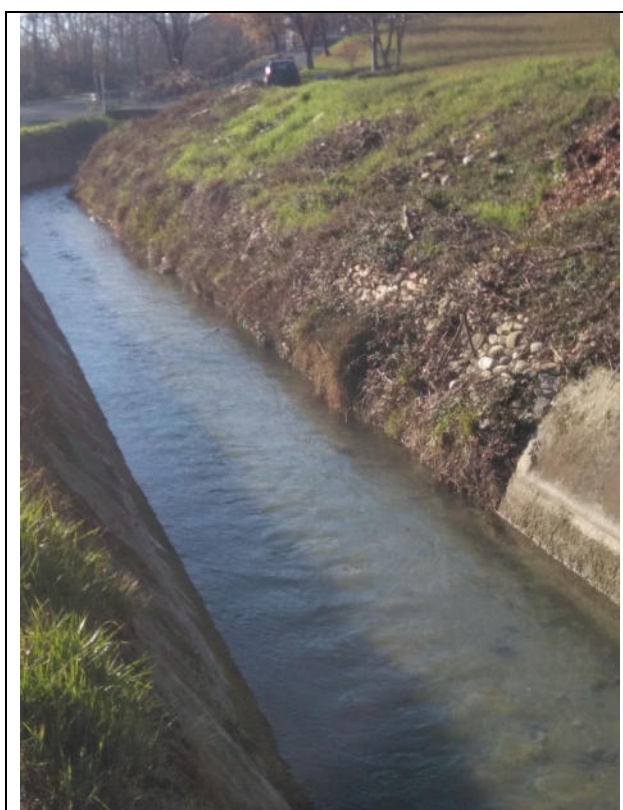


FOTO-27



FOTO-28

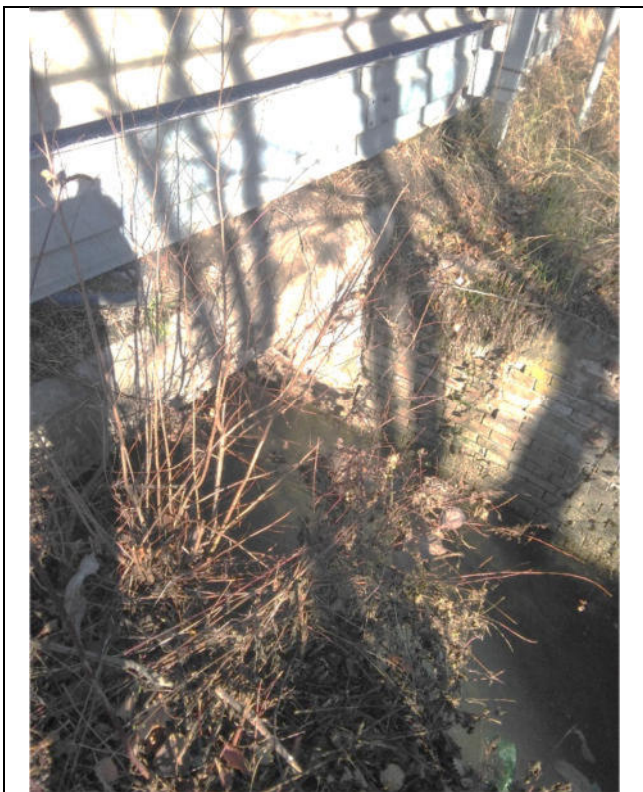


FOTO-29