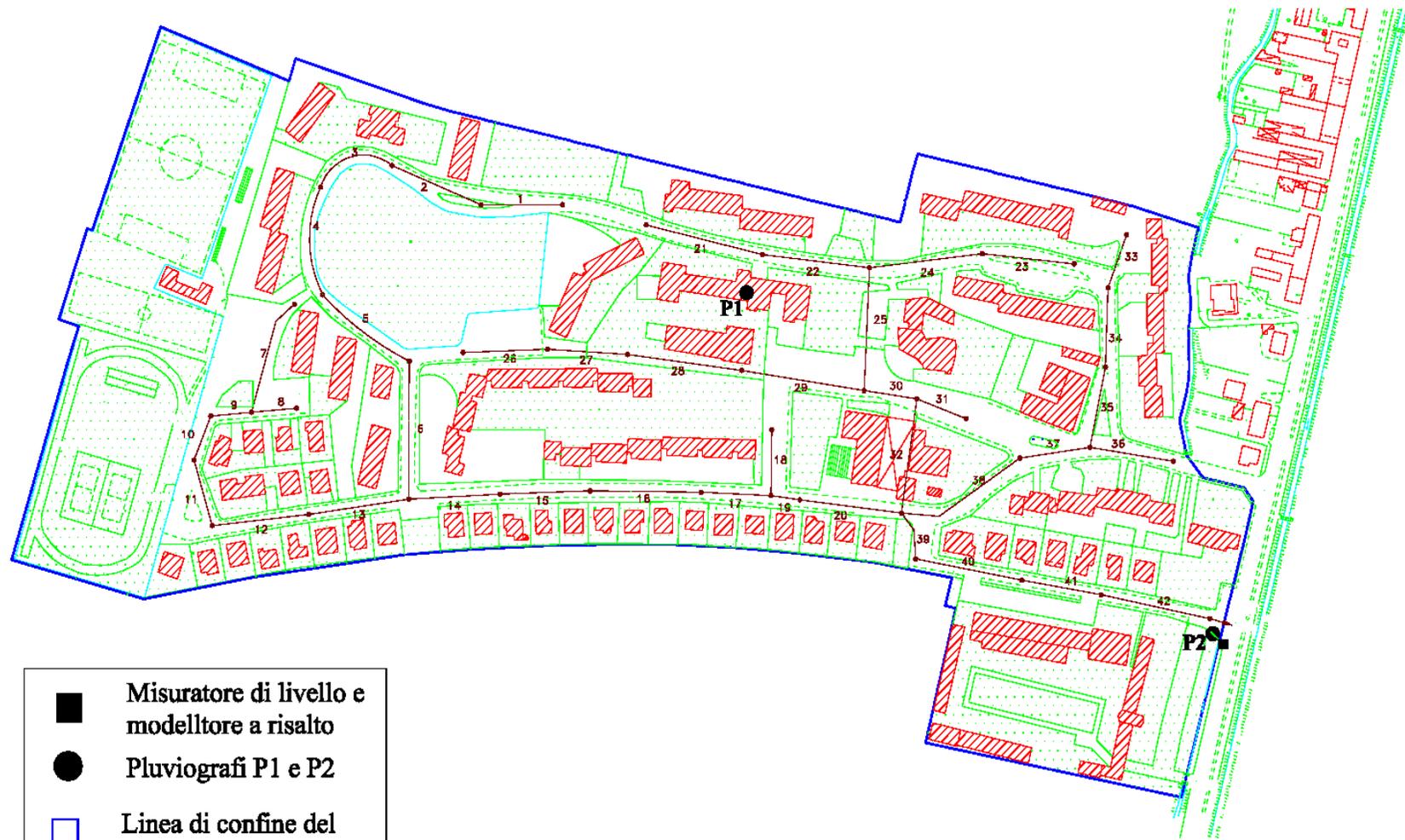


**QUALITA' DELLE ACQUE DEFLUENTI IN UNA RETE
FOGNARIA MISTA DURANTE EVENTI METEORICI E
CONTROLLO DEGLI SCARICHI NEI CORPI IDRICI
RICETTORI**

S. Papiri, O.J. Barco

*Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale,
Università degli Studi di Pavia*



- Misuratore di livello e modellatore a risalto
- Pluviografi P1 e P2
- Linea di confine del bacino
- ▨ Tetti
- ▤ Area permeabile
- Area non Contributiva
- Strade e piazzale

II BACINO SPERIMENTALE DI “CASCINA SCALA” (PAVIA) E LA SUA RETE DI DRENAGGIO

STRUMENTAZIONE

MISURA DELLA PRECIPITAZIONE

Due pluviografi SIAP a bascula con sensore di precipitazione UM 7505. Risoluzione 0,2 mm

MISURA DELLA PORTATA DI DEFLUSSO

- Modellatore a risalto realizzato mediante il restringimento della sezione ovoidale 70 x 105 cm.
- Misuratore di livello a bolle ISCO (modello 4230); sensore di pressione atmosferica che garantisce il continuo adeguamento della misura.

MISURA DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA

Sensore SIAP TM 9820. Precisione di misura $\pm 0,3 \%$ e sensibilità $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

PRELIEVO CAMPIONI

Campionatore automatico refrigerato ISCO 6700 FR; 24 bottiglie da 1 litro.

MISURA IN CONTINUO DEI PARAMETRI DI TEMPERATURA E DI CONDUCIBILITÀ SPECIFICA

Sonda multiparametrica YSI.

CAMPO DI VARIABILITÀ E VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ RELATIVI ALLE ACQUE DI TEMPO ASCIUTTO.

Parametro	Unità di misura	Valore Medio	Valore Minimo	Valore Massimo
Conducibilità specifica	μS/cm	713	550	980
COD	mg/l	544	146	1037
BOD5	mg/l	462	125	720
Idrocarburi	mg/l	1,90	0,45	5,76
Solidi totali	mg/l	300	20	680
Solidi sedimentabili	ml/l	33	<1	62
Azoto totale	mg/l	43,4	27,8	99,0
Azoto ammoniacale	mg/l	30,8	19,5	75,0
Fosforo	mg/l	4,10	2,10	7,94
Piombo	mg/l	0,040	0,013	0,150
Zinco	mg/l	0,40	0,10	0,74

LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEGLI EVENTI METEORICI CAMPIONATI

Evento	Data	Durata di pioggia [min]	Altezza di pioggia [mm]	Portata massima meteorica [l/s]	Volume di deflusso meteorico [m ³]
1	10/06/00	11	12,8	969 (*)	634 (*)
2	11/06/00	423	35,4	939 (*)	1655 (*)
3	11/06/00	197	11,8	290	452
4	13/06/00	30	2,0	36	28
5	23/06/00	108	16,4	553	764
6	28/06/00	23	15,6	850	752
7	08/07/00	50	7,0	325	232
8	10/07/00	64	11,0	376	438
9	11/07/00	215	10,6	190	466
10	13/03/01	247	3,8	33	131
11	17/03/01	478	26,2	281	1416
12	28/03/01	443	18,6	263	935
13	10/03/01	110	8,4	157	444
14	20/04/01	380	15,8	257	861
15	02/03/03	100	4,8	106	164
16	09/04/03	862	18,0	34	492
17	11/04/03	964	23,4	128	766
18	28/06/03	162	38,8	1050(*)	2600(*)
19	24/07/03	248	12,6	240	485
20	31/07/03	231	16,20	210	775
21	24/09/03	445	8,6	60	224

(*) Valore stimato mediante simulazione perché la rete è andata in pressione

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DI DEFLUSSO NEGLI EVENTI METEORICI CAMPIONATI

Evento	Data	Numero di campioni prelevati	Tempo secco antecedente [giorni]	Masse [kg]		EMC [mg/l]		Range delle concentrazioni [mg/l]	
				SS	BOD5	SS	BOD5	SS	BOD5
1	10/06/00	1	4,2	-	-	-	-	2120	1150
2	11/06/00	5	0,4	-	-	-	-	60-290	16-271
3	11/06/00	3	0,5	-	-	-	-	40-160	8-105
4	13/06/00	1	0,8	-	-	-	-	270	247
5	23/06/00	18	10,8	288,7	129,4	364	163	80-890	29-765
6	28/06/00	12	4,8	-	-	-	-	280-1360	70-400
7	08/07/00	8	3,3	351,9	78,3	1430	318	800-2960	160-550
8	10/07/00	12	1,8	118,0	26,3	242	54	40-1000	18-380
9	11/07/00	4	0,9	-	-	-	-	40-180	55-120
10	13/03/01	12	0,3	-	-	-	-	50-840	50-600
11	17/03/01	24	3,9	165,9	98,4	108	64	20-1280	24-880
12	28/03/01	24	11,0	126,3*	108,4*	120*	103*	80-2360	64-1780
13	10/04/01	16	3,3	201,3	117,0	420	244	120-1420	55-900
14	20/04/01	22	0,0	366,5	197,3	377	203	50-1190	23-2120
15	02/03/03	7	0,6	151,6	124,7	748	615	180-2430	320-1300
16	09/04/03	5	5,7	-	-	-	-	450-1000	220-720
17	11/04/03	19	1,2	197,9	69,5	195	69	20-1400	28-500
18	28/06/03	20	29,9	995,3	488,2	378	185	70-1605	70-1000
19	24/07/03	12	25,9	247,0	97,9	442	175	116-1770	85-700
20	31/07/03	20	6,8	180,4	91,2	213	108	36- 1470	34- 850
21	24/09/03	9	14,2	126,0	61,0	365	177	198-3880	115-720

- La distribuzione temporale dei campioni non consente una corretta stima delle masse e del EMC

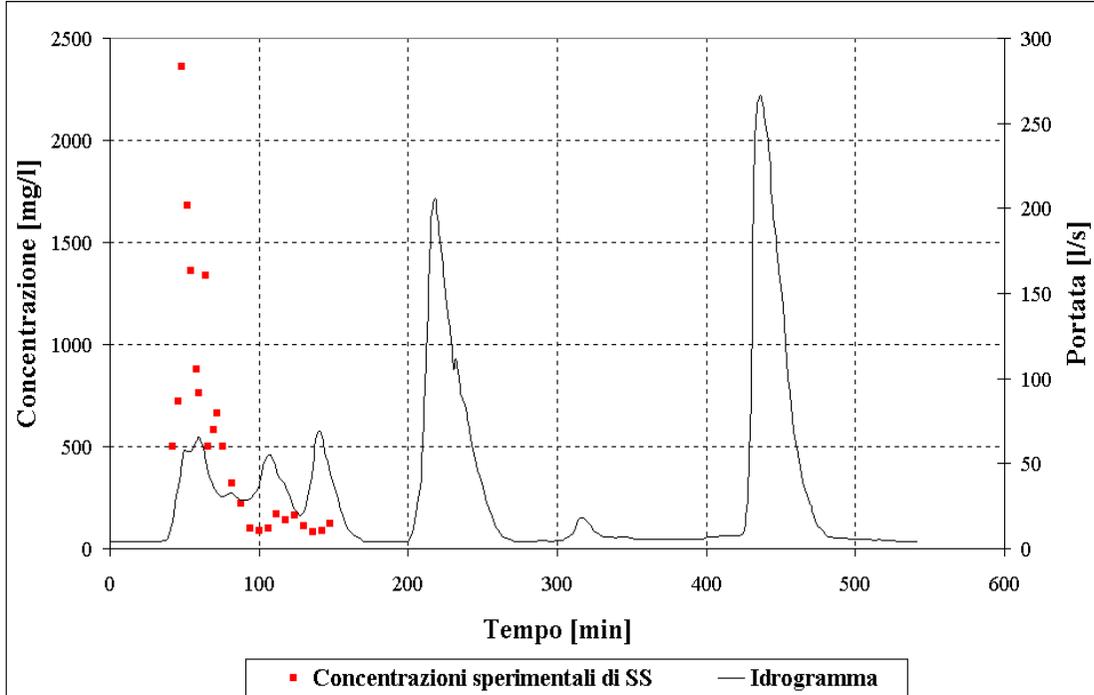
* Valore affetto da incertezza per indisponibilità di campioni nella seconda parte dell'idrogramma

QUALITÀ DELLE ACQUE DEFFLUENTI NEL SISTEMA FOGNARIO MISTO EVENTO 17 del 11/04/2003

Camp.	Cond. μS/cm	COD mg/l	BOD ₅ mg/l	Idroc mg/l	SS tot mg/l	SS sed ml/l	N tot mg/l	N am mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
1	116	674	230	2,06	700	8,6	14,3	4,05	2,26	0,14	0,25
2	233	1104	260	9,29	1150	32,9	20,8	4,89	4,74	0,18	0,46
3	239	768	370	7,60	1400	22,9	17,6	3,38	4,95	0,23	0,46
4	218	917	380	11,40	700	20,0	20,6	3,33	4,48	0,22	0,44
5	197	973	500	1,71	1000	20,0	23,5	3,29	4,78	0,24	0,52
6	164	693	250	2,40	800	13,3	21,7	2,60	3,64	0,18	0,32
7	144	674	250	12,60	850	11,4	37,8	1,83	2,50	0,18	0,27
8	127	337	130	1,60	600	11,4	28,4	2,53	2,93	0,18	0,23
9	106	243	120	2,38	333	5,7	17,9	2,59	1,41	0,14	0,18
10	93	131	76	2,28	80	2,1	38,3	2,01	0,71	0,21	0,13
11	79	112	44	1,99	40	1,4	11,0	1,26	0,60	0,04	0,10
12	94	75	32	5,17	20	1,3	6,5	2,37	0,53	0,04	0,12
13	88	56	28	7,76	20	0,7	9,3	2,36	0,38	0,06	0,12
14	82	131	34	5,03	40	0,8	5,6	2,23	0,46	0,04	0,11
15	80	187	105	5,40	20	0,7	14,1	2,90	0,31	0,04	0,13
16	85	94	30	9,84	20	0,1	10,4	2,30	0,39	0,04	0,14
17	78	94	45	2,10	60	1,1	6,9	2,10	1,17	0,13	1,36
18	74	150	95	5,93	60	1,6	9,9	2,10	0,31	0,04	0,12
19	76	112	46	7,04	20	0,7	8,2	2,49	0,47	0,04	0,14

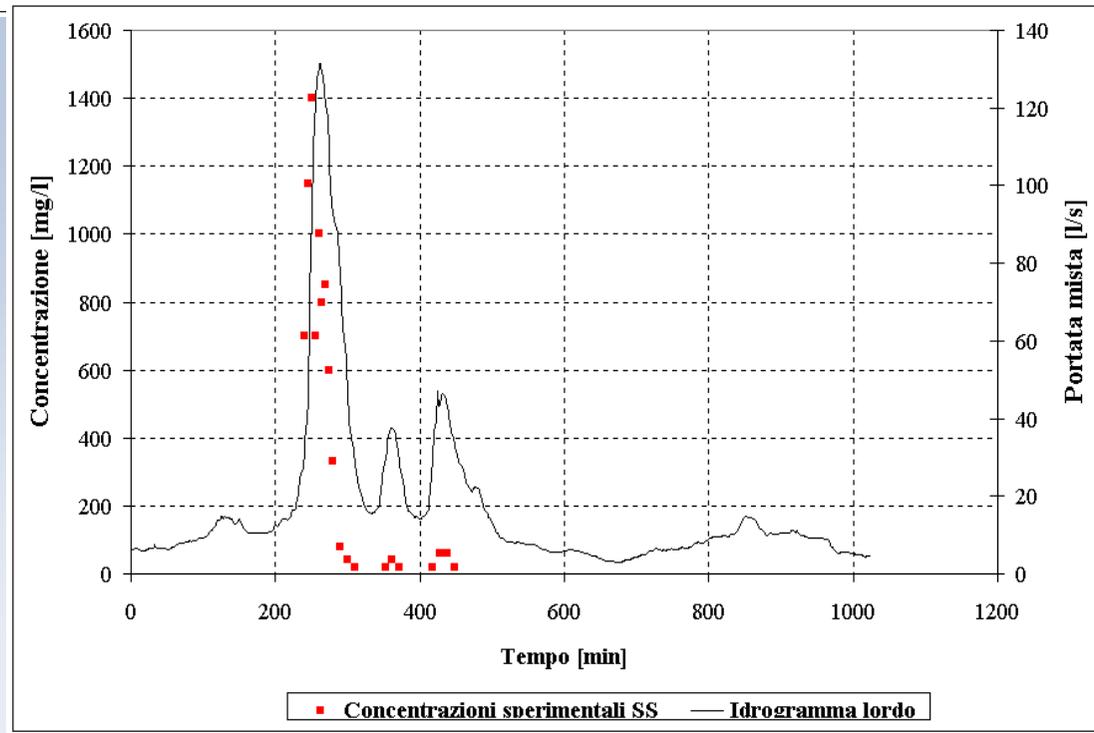
EVENTO DEL 31 LUGLIO 2003
INQUINANTI DISCIOLTI E ADESI
NELLA PRIMA FRAZIONE DELL'EVENTO

Parametri	Concentrazione sul tal quale [mg/l]	Matrice liquida (ML)		Matrice solida (MS)	
		Concentr. [mg/l]	%	Concentr. [mg/l]	%
Campioni 1-2					
COD	1720	575	33	1145	67
BOD₅	850	270	32	580	68
Fosforo	11,36	4,55	40	6,81	60
Piombo	0,125	<0,01	0	0,125	100
Zinco	0,678	0,10	15	0,578	85
Campioni 3-4					
COD	1101	417	38	684	62
BOD₅	550	190	35	360	65
Fosforo	7,46	2,44	33	5,02	67
Piombo	0,118	<0,01	0	0,118	100
Zinco	1,05	0,48	46	0,57	54
Campioni 5-6					
COD	741	337	45	404	55
BOD₅	370	160	43	210	57
Fosforo	3,96	1,71	43	2,25	57
Piombo	0,088	<0,01	0	0,088	100
Zinco	0,40	0,02	5	0,38	95

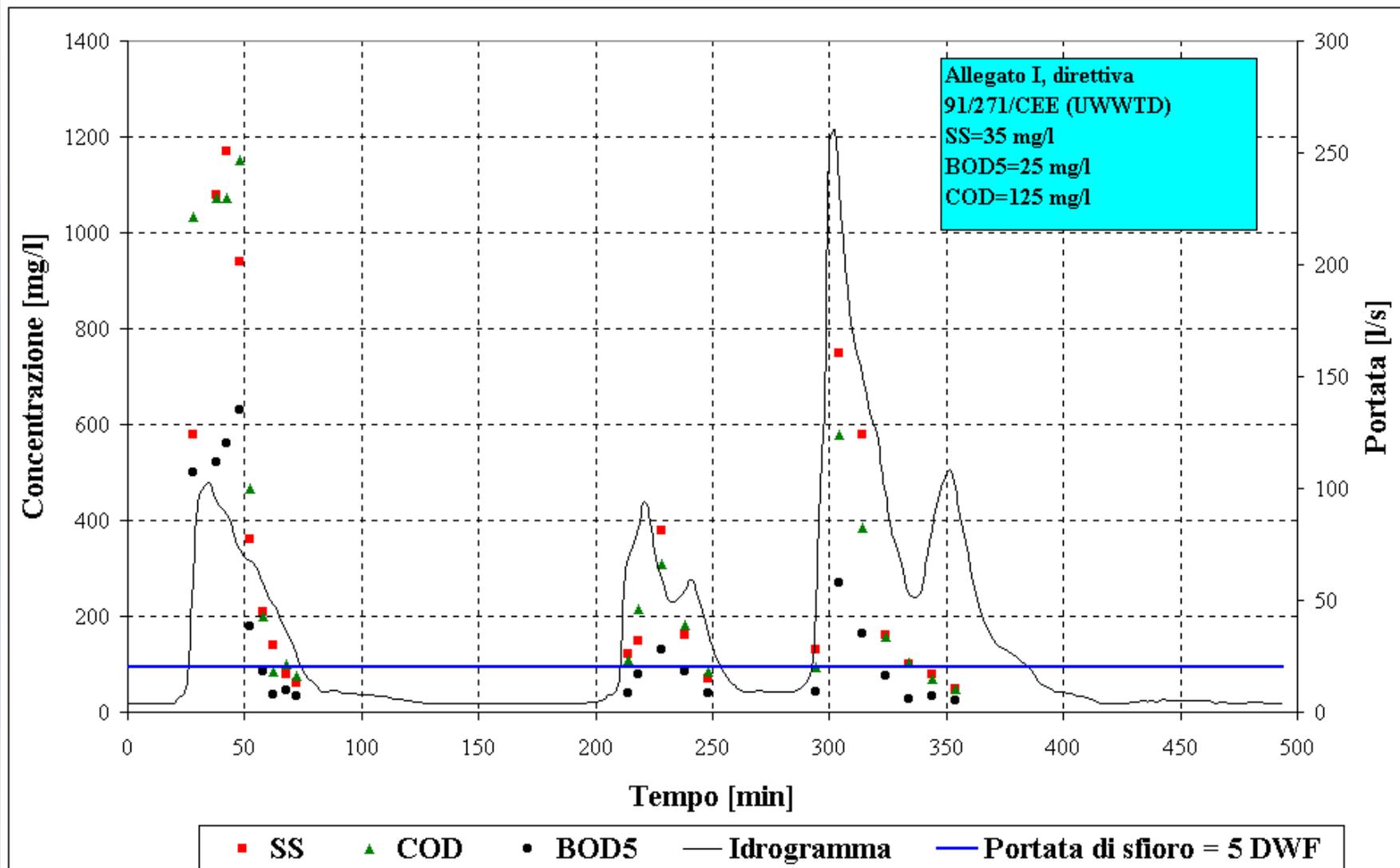


**EVENTO DEL
28 MARZO 2001**

**EVENTO DEL
11 APRILE 2003**

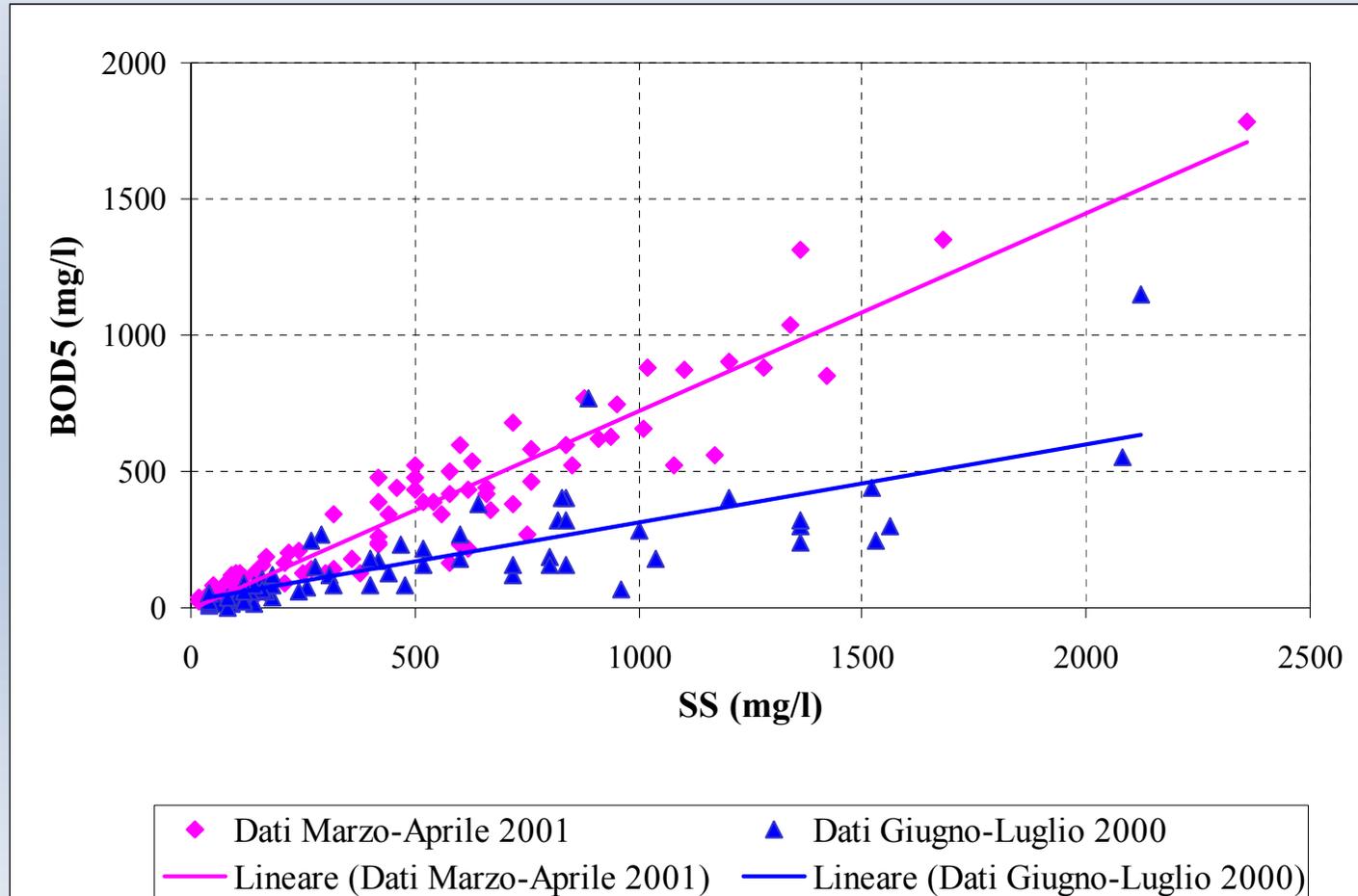


EVENTO DEL 20 APRILE 2001



Idrogramma lordo; portata di sfioro pari a 5 volte la portata media di tempo secco; concentrazioni di SS, BOD₅ e COD

ANALISI STATISTICA DEI DATI DI QUALITA' DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO

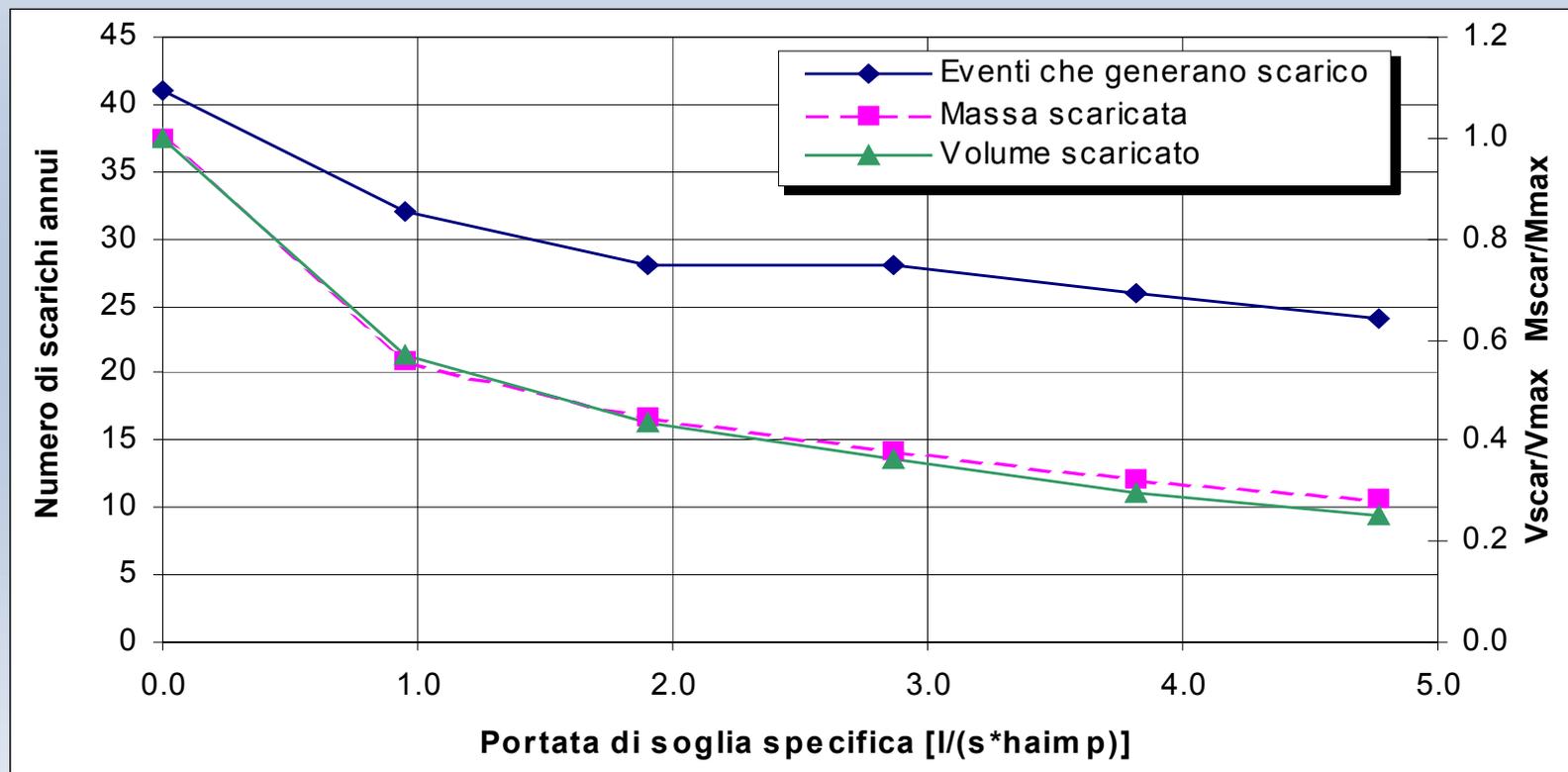


IL CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO

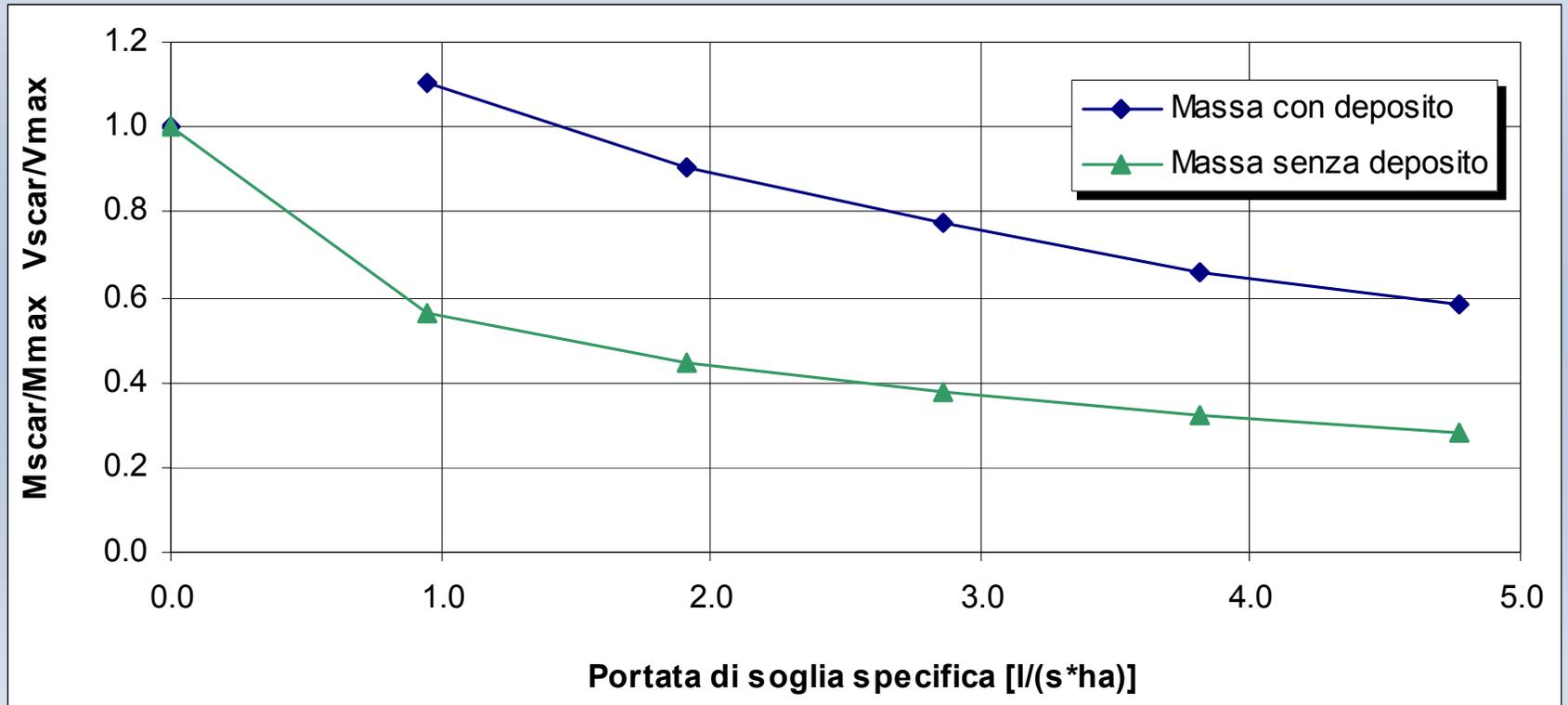
SIMULAZIONI CONTINUE DEGLI EVENTI METEORICI DEL 1997 MEDIANTE MODELLO SWMM

- ➔ Prima simulazione: sistema fognario separato; determinazione dei pollutogrammi dovuti alle sole acque di origine meteorica.
- ➔ Seconda simulazione: sistema fognario misto con la reale variabilità media, durante il giorno, della portata delle acque reflue di tempo asciutto; assenza di fenomeni di sedimentazione e di risospensione in rete durante il tempo secco; valutazione del mero effetto sui pollutogrammi in tempo di pioggia della miscelazione delle acque di origine meteorica con le acque reflue.
- ➔ Terza simulazione: sistema fognario misto in presenza dei fenomeni di deposito e risospensione in rete; valutazione degli effetti sulle concentrazioni e sulle masse di inquinanti scaricate nei corpi idrici ricettori della risospensione dei sedimenti presenti in fognatura operata dalle portate meteoriche.

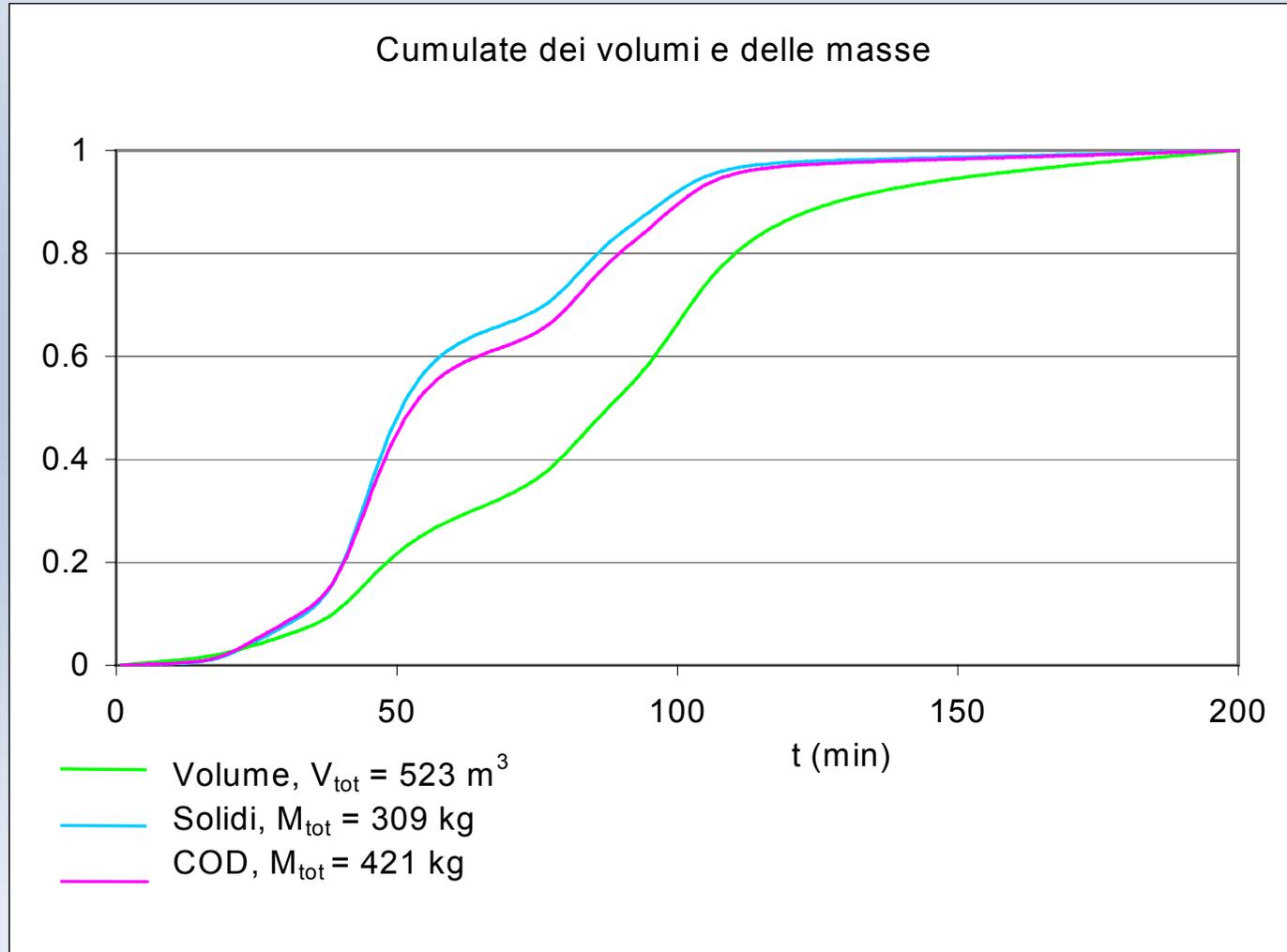
NUMERO DI SCARICHI ANNUI; VOLUMI IDRICI E MASSE DI SS SCARICATI, NORMALIZZATI, IN ASSENZA DI DEPOSITI IN RETE MISTA



CONFRONTO FRA MASSE NORMALIZZATE DI SS SCARICATE IN PRESENZA E IN ASSENZA DI DEPOSITO IN RETE MISTA



IL FENOMENO DEL FIRST FLUSH IN UN EVENTO SIMULATO CON SWMM



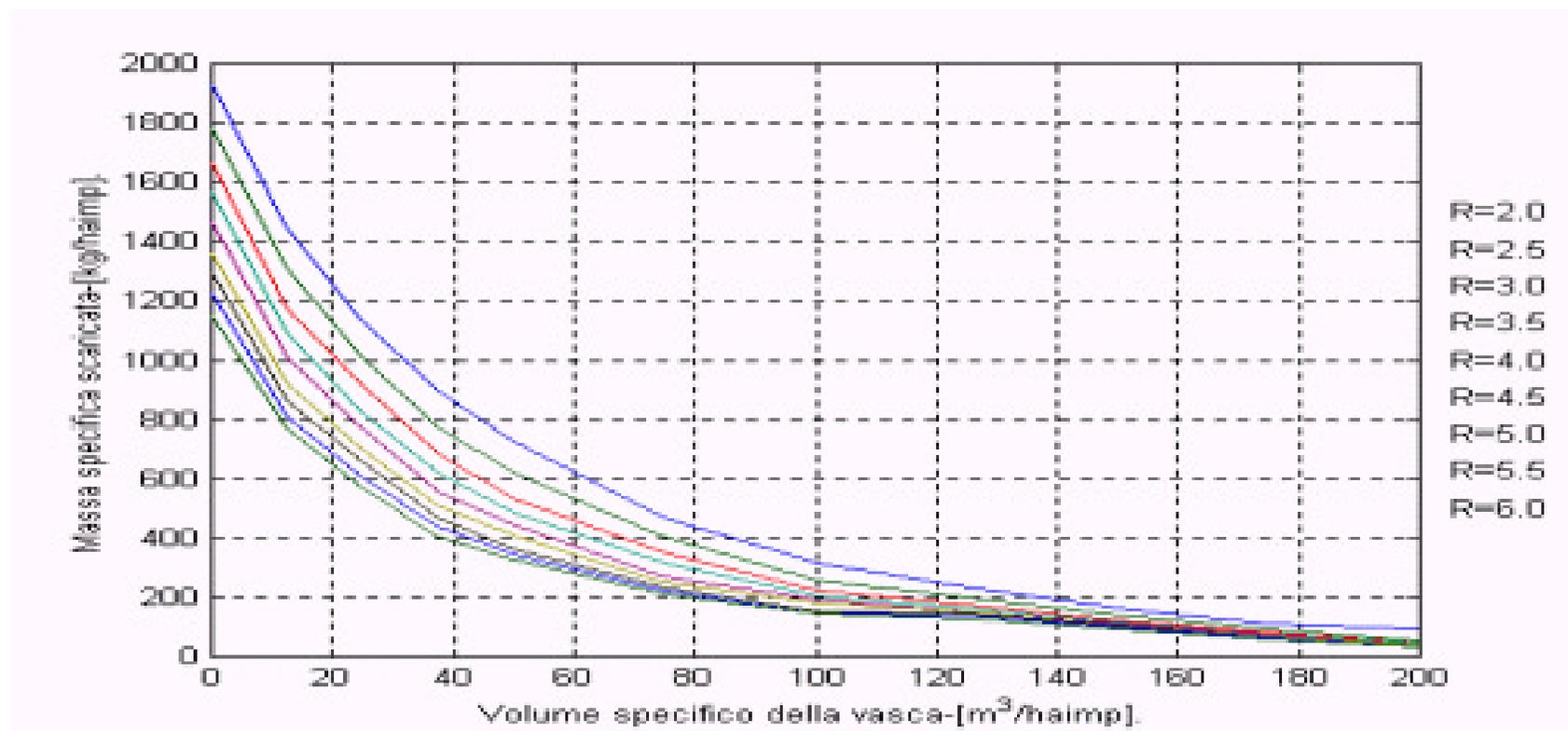


Figura 11: Sistema fognario separato con scaricatore ideale e vasca offline, con by-pass a completo riempimento. Massa specifica scaricata [kg/ha_{anno}] in funzione del rapporto di diluizione R e del volume specifico della vasca di prima pioggia [m³/ha_{anno}] per un sistema di fognatura in cui i fenomeni di deposizione e di risollevarimento dei sedimenti non siano trascurabili.]

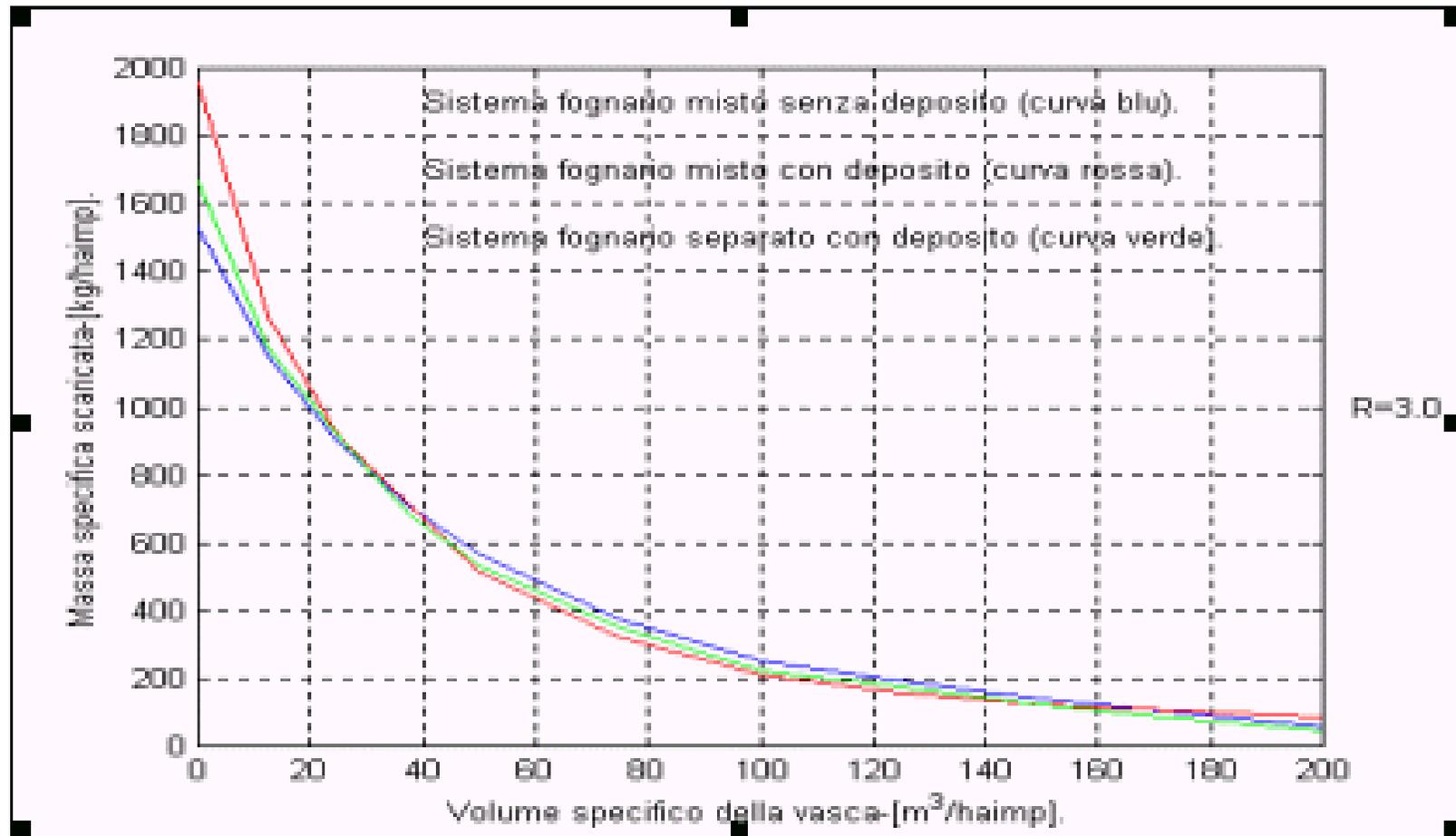


Figura 12: Vasca di cattura fuori linea. Massa specifica annua allo scarico [kg/ha_{imp}] in funzione della tipologia del sistema fognario e del volume specifico della vasca di prima pioggia [m^3/ha_{imp}] per un valore del rapporto di diluizione pari a 3.

Conclusioni

- Elevata aleatorietà nei processi di formazione, accumulo e rimozione degli inquinanti.
- Il numero di scarichi decresce poco all'aumentare della portata di soglia dello scaricatore e rimane sempre elevato anche per valori molto grandi di quest'ultima.
- Con valori molto elevati della portata di soglia specifica è possibile conseguire una consistente riduzione dei volumi idrici e delle masse di inquinante scaricate direttamente nel ricettore.
- Una drastica riduzione del carico inquinante versato nei ricettori può essere conseguita solo con l'adozione combinata di scaricatori di piena e invasi.
- La scelta fra sistema misto e sistema separato non può essere effettuata sulla base dell'efficacia di controllo dell'inquinamento dei corpi idrici ricettori.
- Nei sistemi fognari misti sembra ragionevole proporre lungo la rete l'impiego solo di scaricatori di piena dimensionati con valori molto elevati della portata di soglia specifica (dell'ordine di 5 l/s per ettaro contributivo) e comunque con valore del rapporto R di diluizioni dell'ordine di 10.
- In testa all'impianto di trattamento delle acque reflue si propone l'abbinamento di uno scaricatore di piena, dimensionato con valore di R dell'ordine di 2, e di una vasca di prima pioggia, dimensionata sulla base di un volume specifico dell'ordine di 50 m³/ha_{imp}.