



XII MOSTRA INTERNAZIONALE delle tecnologie per
il trattamento e la distribuzione dell'acqua potabile e il
trattamento delle acque reflue
22-24 OTTOBRE 2014 BOLOGNA



**Sistemi idraulici urbani: tra sostenibilità
ambientale e cambiamenti climatici**

Qualità delle acque di dilavamento di aree urbane residenziali

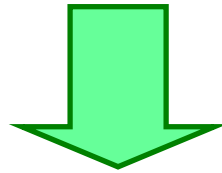
Sara Todeschini



*Università di Pavia
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura
Via Ferrata, 3 - 27100 Pavia*

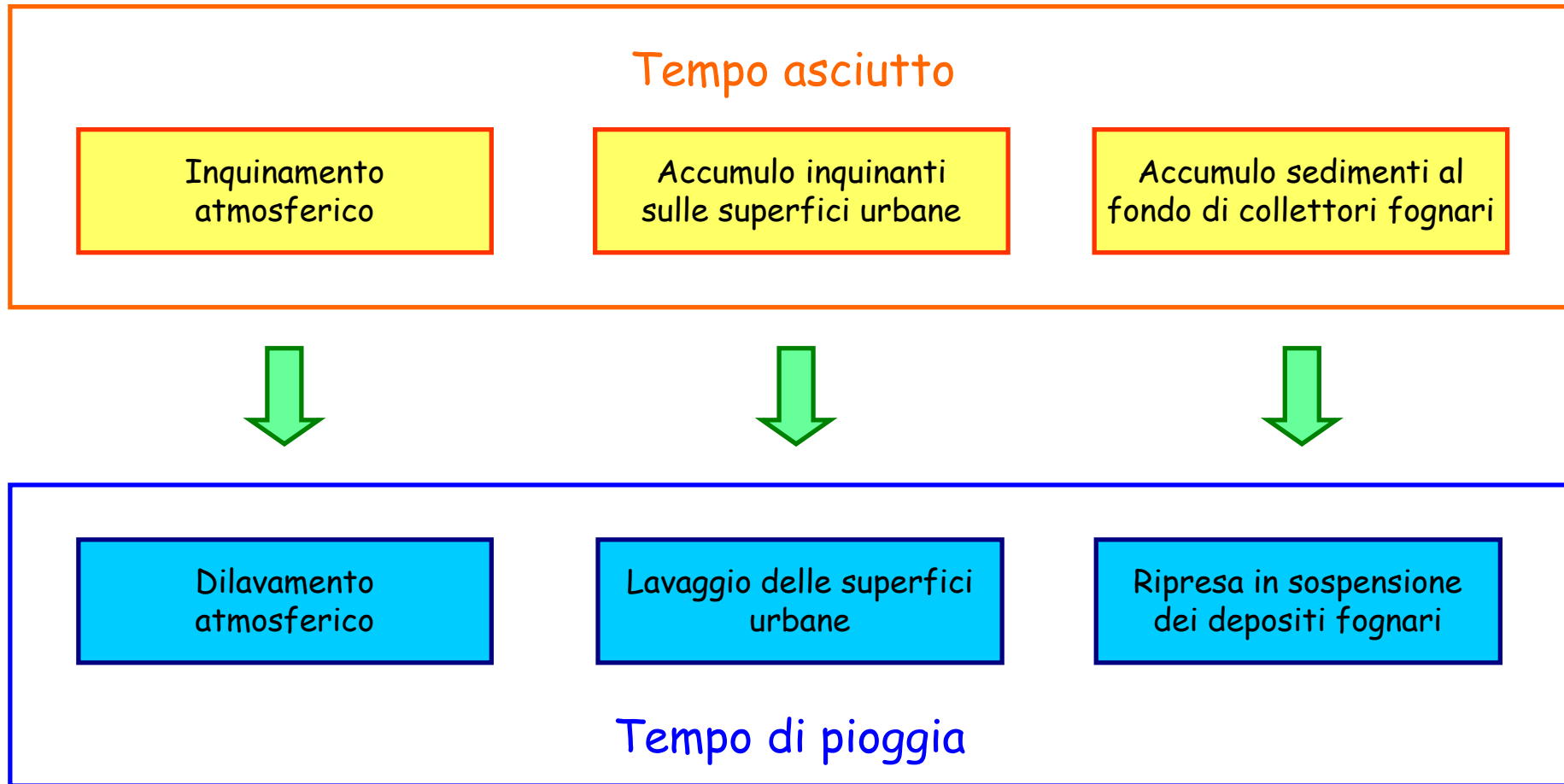


Qualità delle acque fognarie in tempo di pioggia



**Progettazione mirata ed efficace delle opere
destinate alla protezione ambientale dei ricettori**

Dinamica degli inquinanti nelle aree urbane

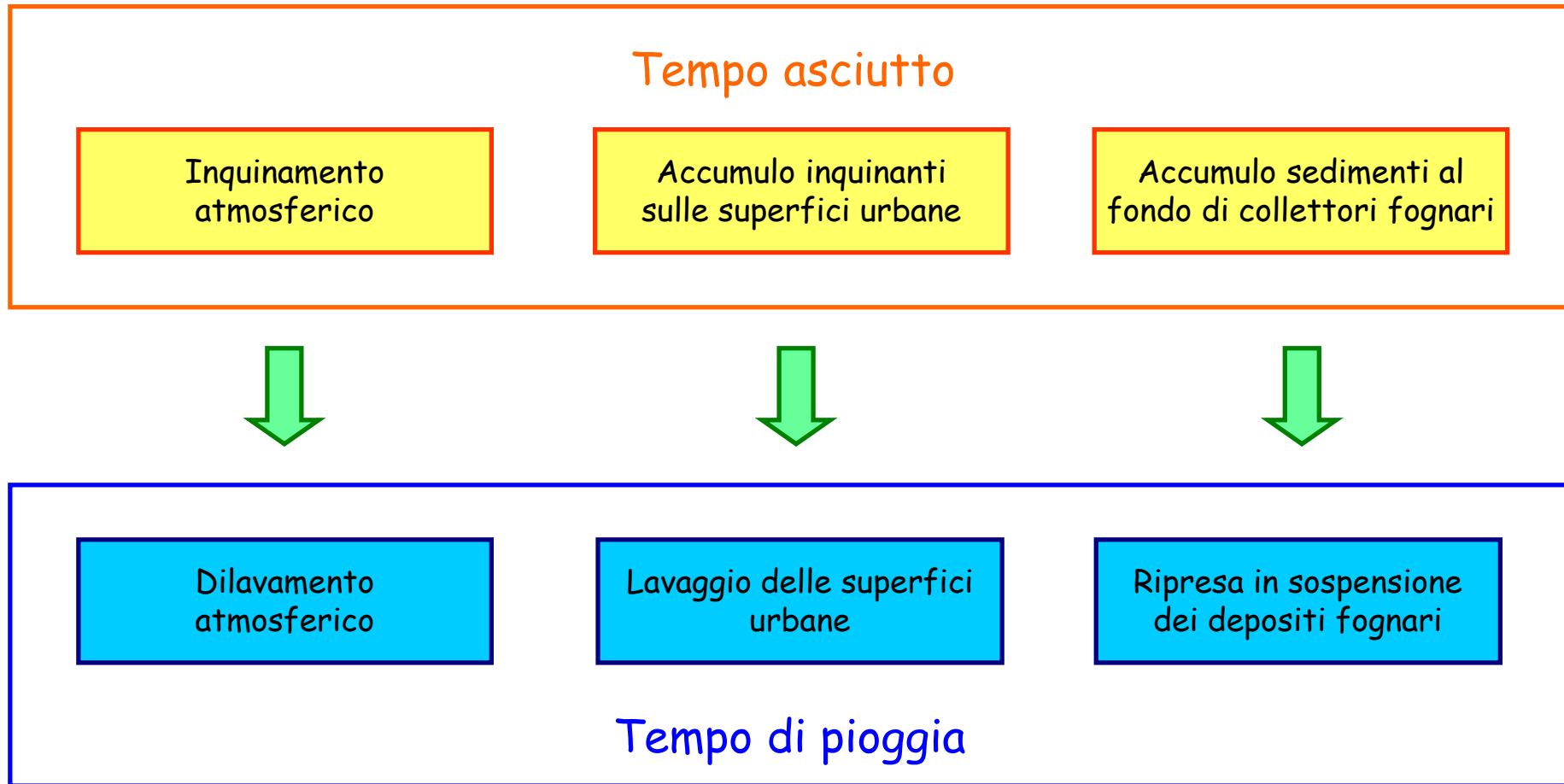


Dilavamento atmosferico

Concentrazione di metalli in campioni di acque piovane raccolti a Genova nel 1996 [Riganti et al., 1997].

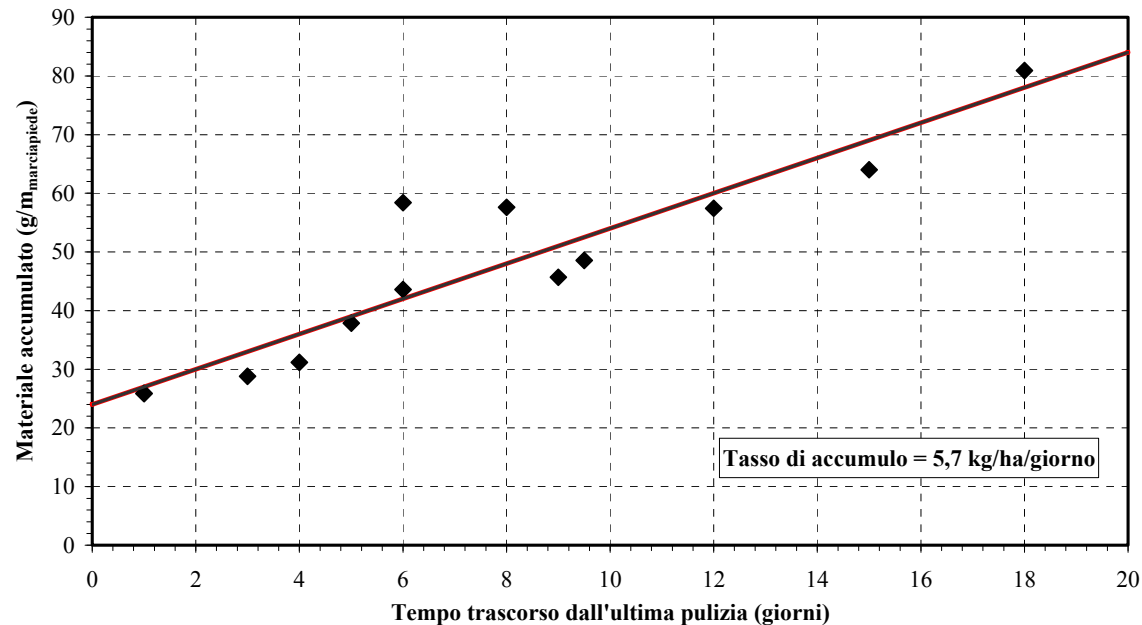
FRAZIONI	V [$\mu\text{g/l}$]	Cr [$\mu\text{g/l}$]	Ni [$\mu\text{g/l}$]	Cu [$\mu\text{g/l}$]	Zn [$\mu\text{g/l}$]	Cd [$\mu\text{g/l}$]	Pb [$\mu\text{g/l}$]
Sintesi							
Val. medio	1,6	0,5	2,0	132	472	0,3	11,6
Val. minimo	0,3	0,1	0,7	24,2	75,5	0,1	0,4
Val. massimo	7,3	5,6	8,2	452	1991	1,2	154

Dinamica degli inquinanti nelle aree urbane



Accumulo di inquinanti sulle superfici urbane

Accumulo dei rifiuti stradali in funzione del tempo secco antecedente determinati in una strada di Bologna [Maglionico e Pollicino, 2004].



Altre indagini sperimentali (Alley, 1981; Alley e Smith, 1981; Bujon e Herremans, 1990) hanno evidenziato un tasso di accumulo variabile tra:

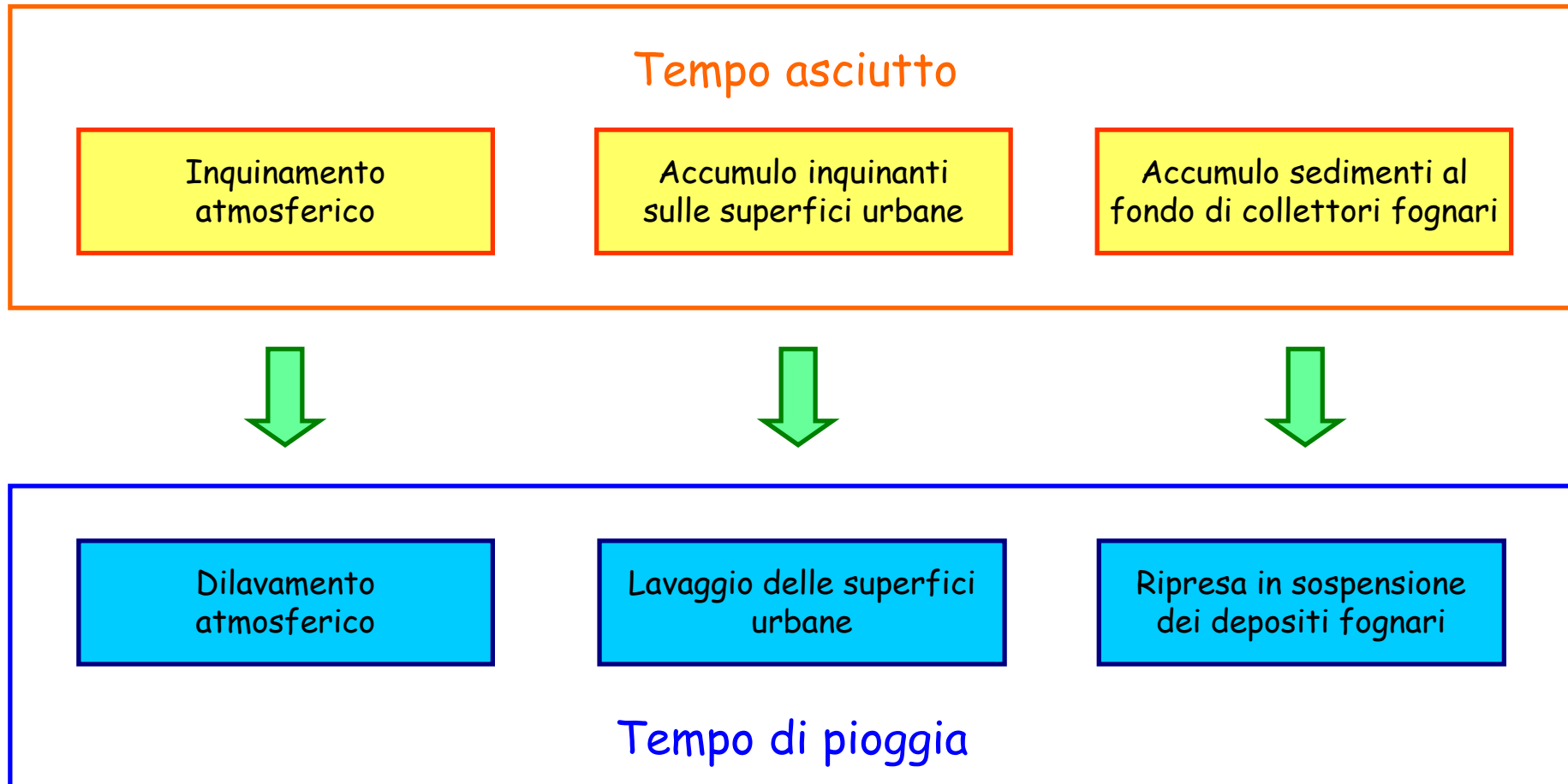
- 10÷25 kg/ha/giorno per zone residenziali altamente abitate;
- 5÷6 kg/ha/giorno per zone residenziali scarsamente abitate.

Qualità delle acque meteoriche di dilavamento di superfici urbane

Concentrazioni medie di alcuni inquinanti nelle acque di dilavamento del bacino del Fossolo [Maglionico, 1998].

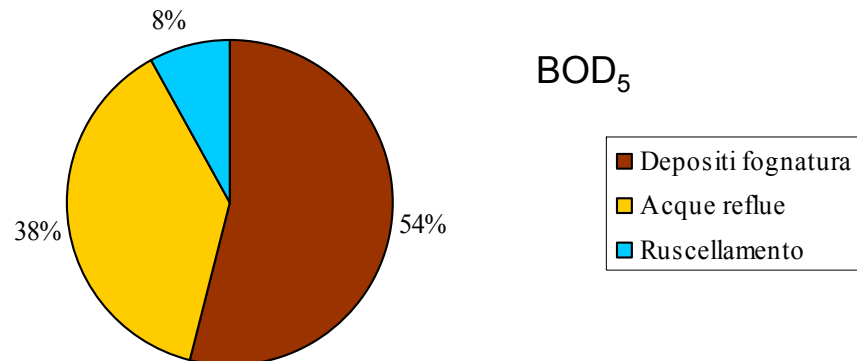
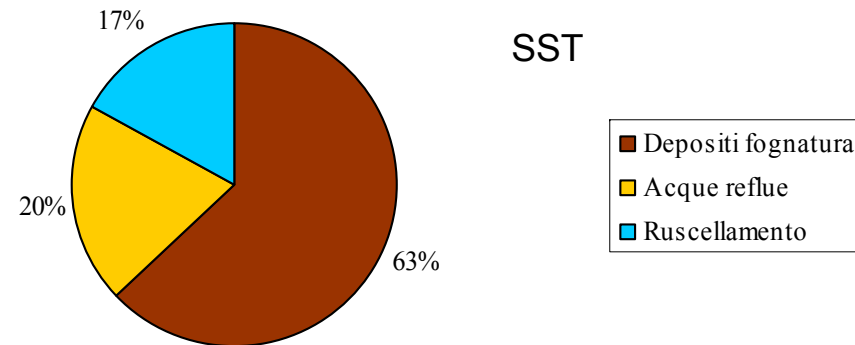
Data	TSA [ore]	SST [mg/L]		COD [mg/L]		Oli minerali [mg/L]	
		Caditoia 1	Caditoia 2	Caditoia 1	Caditoia 2	Caditoia 1	Caditoia 2
05/06/96	177	1212	1304	809	766	-	-
25/06/96	48	244	212	489	329	0,65	1,24
28/08/96	64	512	1162	327	647	9,9	10,2
11/11/96	72	504	372	443	370	0,9	3,42

Dinamica degli inquinanti nelle aree urbane



Ripresa in sospensione dei depositi fognari

Contributo medio delle diverse fonti ai carichi inquinanti di SST e BOD₅ in uscita dal quartiere del Marais a Parigi [Gromaire-Mertz, 1998]



Qualità delle acque fognarie in tempo di pioggia

Concentrazione media di alcuni parametri inquinanti nelle acque meteoriche di dilavamento di superfici a diversa destinazione d'uso in USA, Europa e Australia (Ellis, 1985)

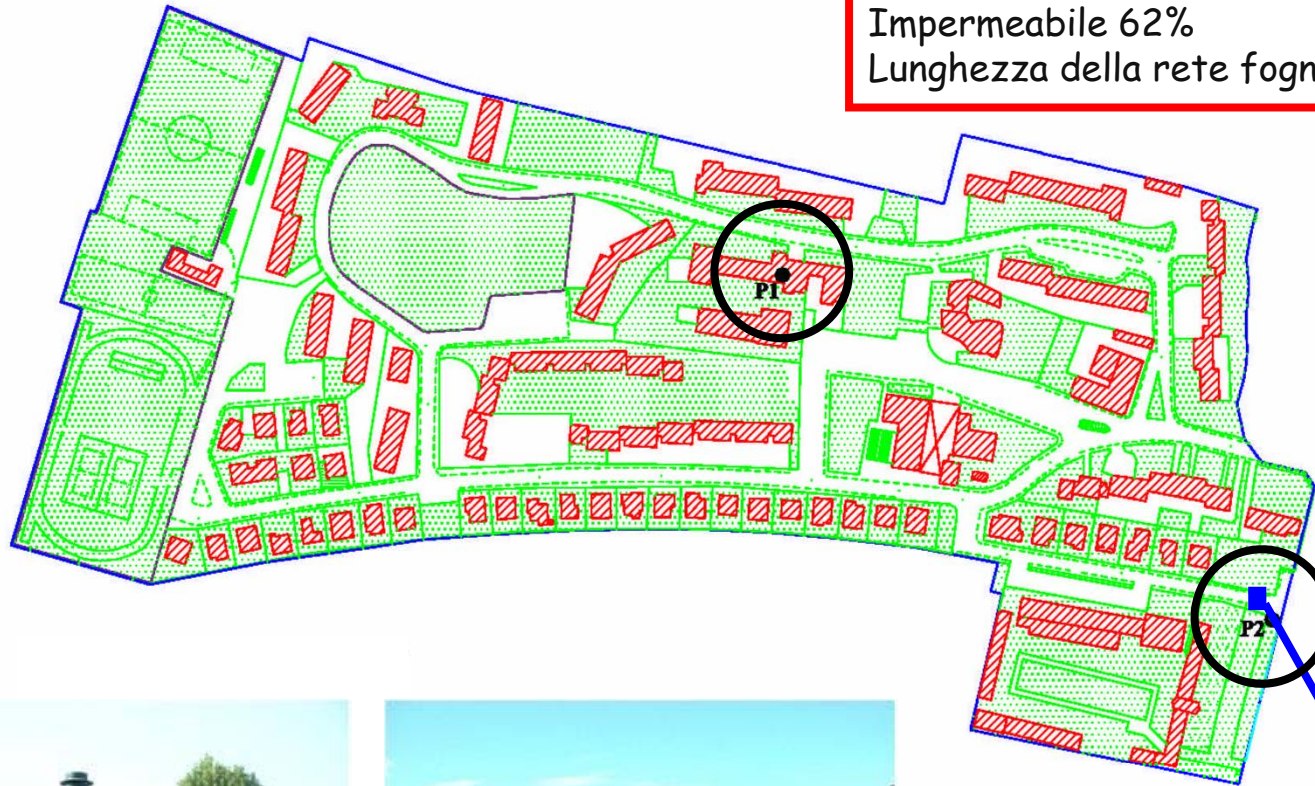
	Concentrazione media per evento (mg/L)				
	SST	BOD ₅	COD	NH ₄	Pb
Autostrade	28-1178	12-32	128-171	0,02-2,1	0,15
Zona residenziale	112-1104	7-56	37-120	0,3-3,3	0,06-0,85
Zona commerciale	230-1894	5-17	74-160	0,03-5,1	0,09-0,44
Industrie	45-375	8-12	40-70	0,2-1,1	0,1-0,4
Scaricatore di piena di sistema fognario unitario	237-635	43-95	120-560	2,9-4,9	0,15-2,9

Il bacino residenziale di Cascina Scala



Il bacino residenziale di Cascina Scala

Estensione: 12,68 ha
Impermeabile 62%
Lunghezza della rete fognaria 2 km



Misuratore di livello e
modellatore a risalto
Campione automatico
refrigerato

Caratteristiche principali degli eventi monitorati

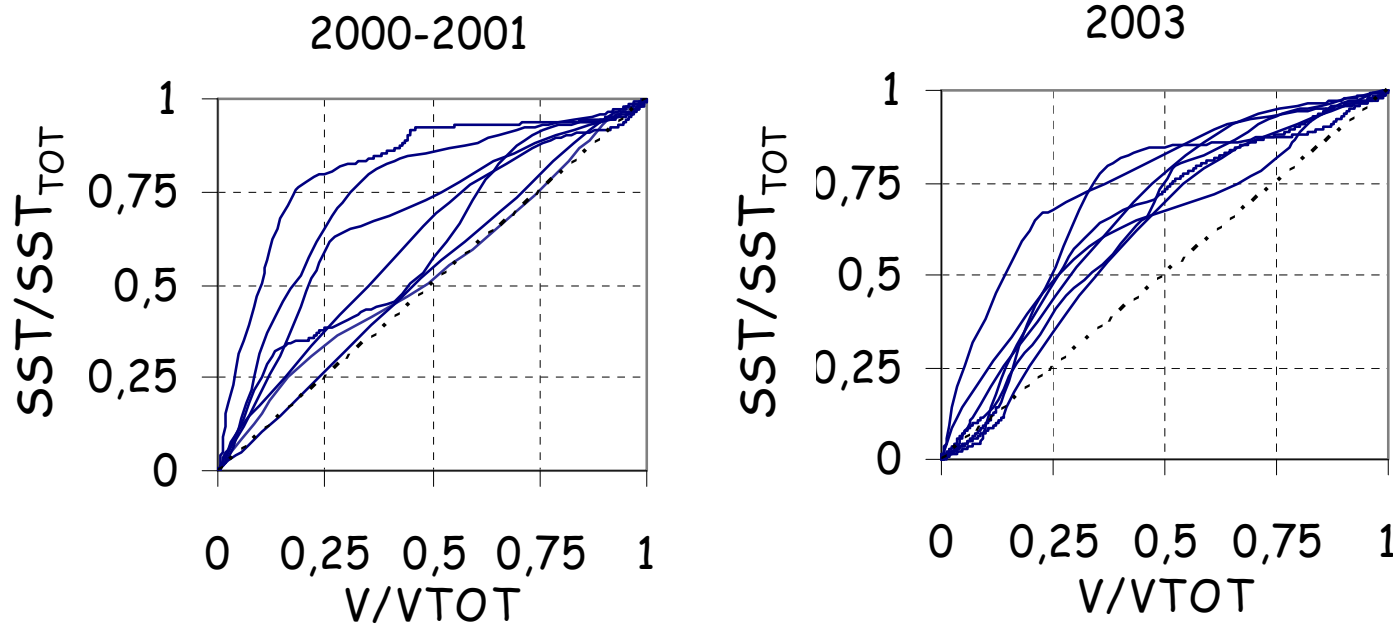
Evento	Data	Durata pioggia [min]	Altezza pioggia [mm]	Altezza massima 5 minuti [mm]	Altezza massima 10 minuti [mm]	Volume di deflusso [m ³]	Tempo secco antecedente [d]	N. campioni prelevati
1	10/06/00	11	12,8	8,8	12,4	646 (*)	4,2	1
2	11/06/00	423	35,4	10,7	14,7	1766 (*)	0,4	5
3	11/06/00	197	11,8	2,7	4,3	502	0,5	3
4	13/06/00	30	2,0	0,8	0,9	40	0,8	1
5	23/06/00	108	16,4	4,5	7,6	793	10,8	18
6	28/06/00	23	15,6	7,5	12,9	779 (*)	4,8	12
7	08/07/00	50	7,0	5,1	5,8	249	3,3	8
8	10/07/00	64	11,0	3,4	5,7	472	1,8	12
9	11/07/00	215	10,6	1,3	2,4	531	0,9	4
10	13/03/01	247	3,8	0,4	0,5	195	0,3	12
11	17/03/01	478	26,2	1,8	3,3	1537	3,9	24
12	28/03/01	443	18,6	1,7	2,7	1053	11,0	24
13	10/04/01	110	8,4	1,0	1,8	480	3,3	16
14	20/04/01	380	15,8	2,3	3,3	974	0,0	22
15	02/03/03	100	4,8	0,8	1,4	189	0,6	7
16	09/04/03	862	18,0	0,4	0,7	692	5,7	5
17	11/04/03	964	23,4	0,8	1,4	990	1,2	19
18	28/06/03	162	38,8	9,4	17,4	2639 (*)	29,9	20
19	24/07/03	248	12,6	2,0	3,5	560	25,9	12
20	31/07/03	231	16,2	1,5	2,5	831	6,8	20
21	24/09/03	445	8,6	1,8	2,2	345	14,2	9
22	27/10/03	727	10,4	0,3	0,5	520	1,6	5
23	30/10/03	1132	39,8	0,8	1,5	2873	1,6	22

Masse inquinanti dilavate e concentrazioni medie per evento EMC

Evento	Data	M_{SST} [kg]	M_{BOD5} [kg]	M_{COD} [kg]	EMC_{SST} [mg/L]	EMC_{BOD5} [mg/L]	EMC_{COD} [mg/L]
5	23/06/00	311	142	307	393	180	387
7	08/07/00	352	83	282	1428	336	1143
8	10/07/00	187	41	121	383	84	248
13	10/04/01	200	117	261	417	243	544
14	20/04/01	367	197	423	384	207	443
17	11/04/03	264	109	257	257	106	250
19	24/07/03	247	98	242	486	192	475
20	31/07/03	248	129	266	242	126	259

Fenomeno del first flush

Cascina Scala - 23 eventi



La maggior quantità di carico inquinante transita in fognatura durante la prima parte del deflusso di pioggia

Cascina Scala - Evento n.20 31/07/2003

Inquinanti disciolti e adesi nella prima frazione dell'evento

Parametri	Conc. sul tal quale [mg/l]	Conc. matrice liquida [%]	Conc. matrice solida [%]	Conc. sul tal quale [mg/l]	Conc. matrice liquida [%]	Conc. matrice solida [%]	Conc. sul tal quale [mg/l]	Conc. matrice liquida [%]	Conc. matrice solida [%]
	Campioni 1-2			Campioni 3-4			Campioni 5-6		
COD	1720	33	67	1101	38	62	741	45	55
BOD ₅	850	32	68	550	35	65	370	43	57
Fosforo	11,36	40	60	7,46	33	67	3,96	43	57
Piombo	0,125	0	100	0,118	0	100	0,088	0	100
Zinco	0,678	15	85	1,05	46	54	0,40	5	95

Conclusioni

- **Le acque meteoriche di dilavamento di aree residenziali sono fortemente contaminate e costituiscono una fonte importante di inquinamento dei corsi d'acqua ricettori**
- **Tipicamente, la maggior quantità del carico inquinante veicolato in tempo di pioggia è associato alla prima parte dell'idrogramma di piena**
- **I parametri inquinanti sono in prevalenza associati alla matrice solida**



**Implicazioni per la scelta delle opere destinate
alla protezione ambientale dei corpi idrici ricettori**

Grazie per l'attenzione