

Projetos Integrados de Sistemas de Águas Pluviais e Esgotos Sanitários

INSTITUTO DE ENGENHARIA



Eng. Luiz Fernando Orsini Yazaki
26 de maio de 2010

Objetivos

- Mostrar que, no Brasil:
 - As obras de saneamento têm melhorado muito pouco a qualidade dos corpos hídricos urbanos
 - A eficiência das redes coletoras de esgotos e AP na redução da poluição hídrica é baixa
 - O padrão de urbanização dificulta a implantação de sistemas separadores
 - Existem alternativas que devem ser mais bem estudadas e desenvolvidas
-

Exemplo 1

Rio Iguaçu, PR

População atendida por rede

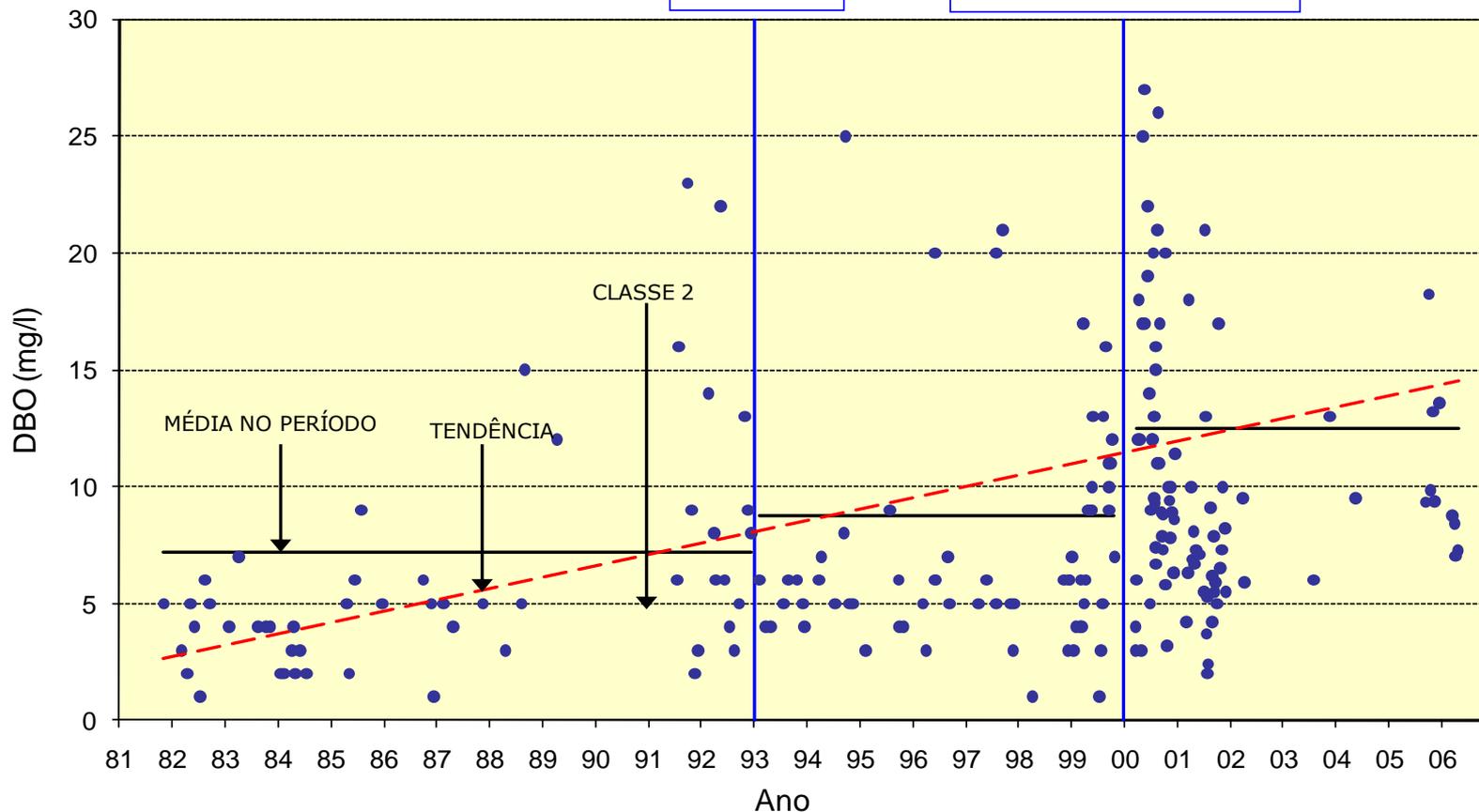
2001 47%

2004 54%

RIO IGUAÇU
PONTO P5 - POSTO GUAJUVIRA

PROSAM

Plano de Despoluição



Exemplo 2

Programa Guarapiranga, SP

- Período: 1996 a 2001
- Investimentos totais: U\$ 336 milhões
- Objetivos
 - Recuperar e conservar a qualidade das águas dos reservatórios Guarapiranga e Billings
 - Reduzir os efeitos da degradação do manancial

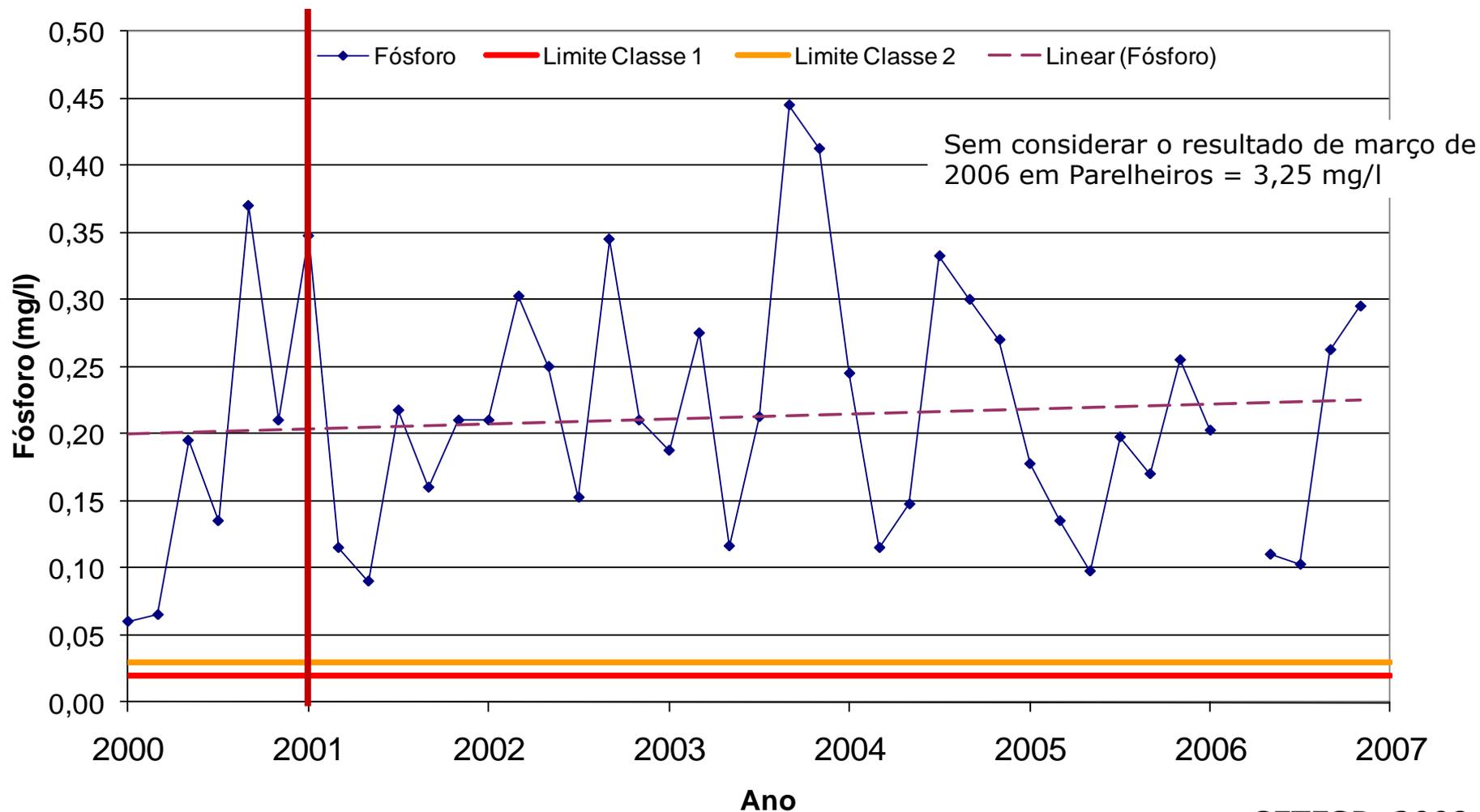
Exemplo 2

Programa Guarapiranga, SP

- Ações da SABESP
 - 390 km de redes coletoras, coletores-tronco e emissários
 - 26.700 novas ligações de esgoto (125 mil habitantes)
 - 8.050 ligações domiciliares em redes existentes (37 mil hab)
 - 2 ETEs no município de Embu-Guaçu
 - 20 estações elevatórias de esgoto
 - 1 sistema de remoção de nutrientes no Córrego
 - Aperfeiçoamento no tratamento das águas para o abastecimento
 - Monitoramento sistemático da qualidade das águas em 13 pontos situados nos tributários, 8 pontos no reservatório e controle da água captada

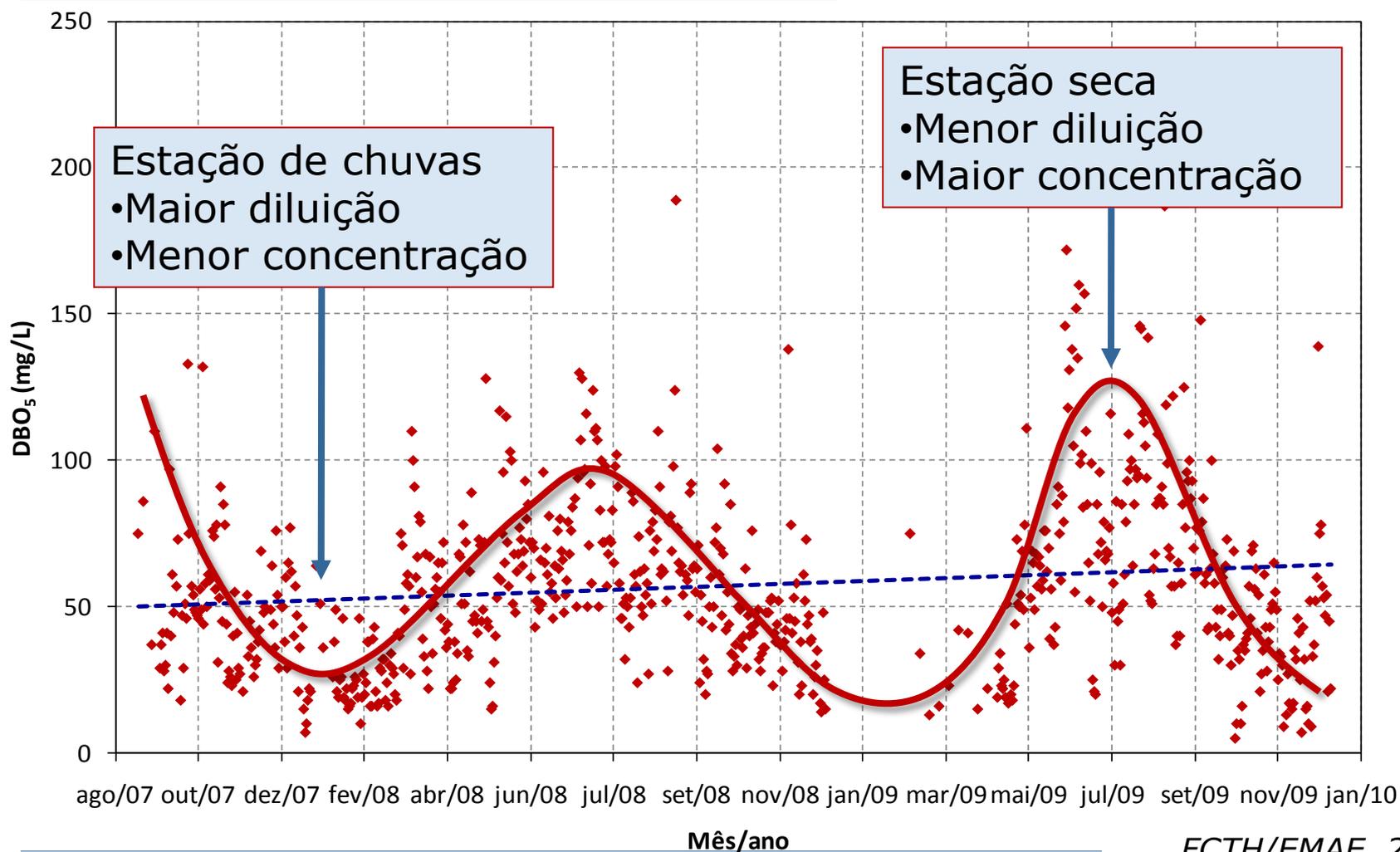
Exemplo 2

Programa Guarapiranga, SP



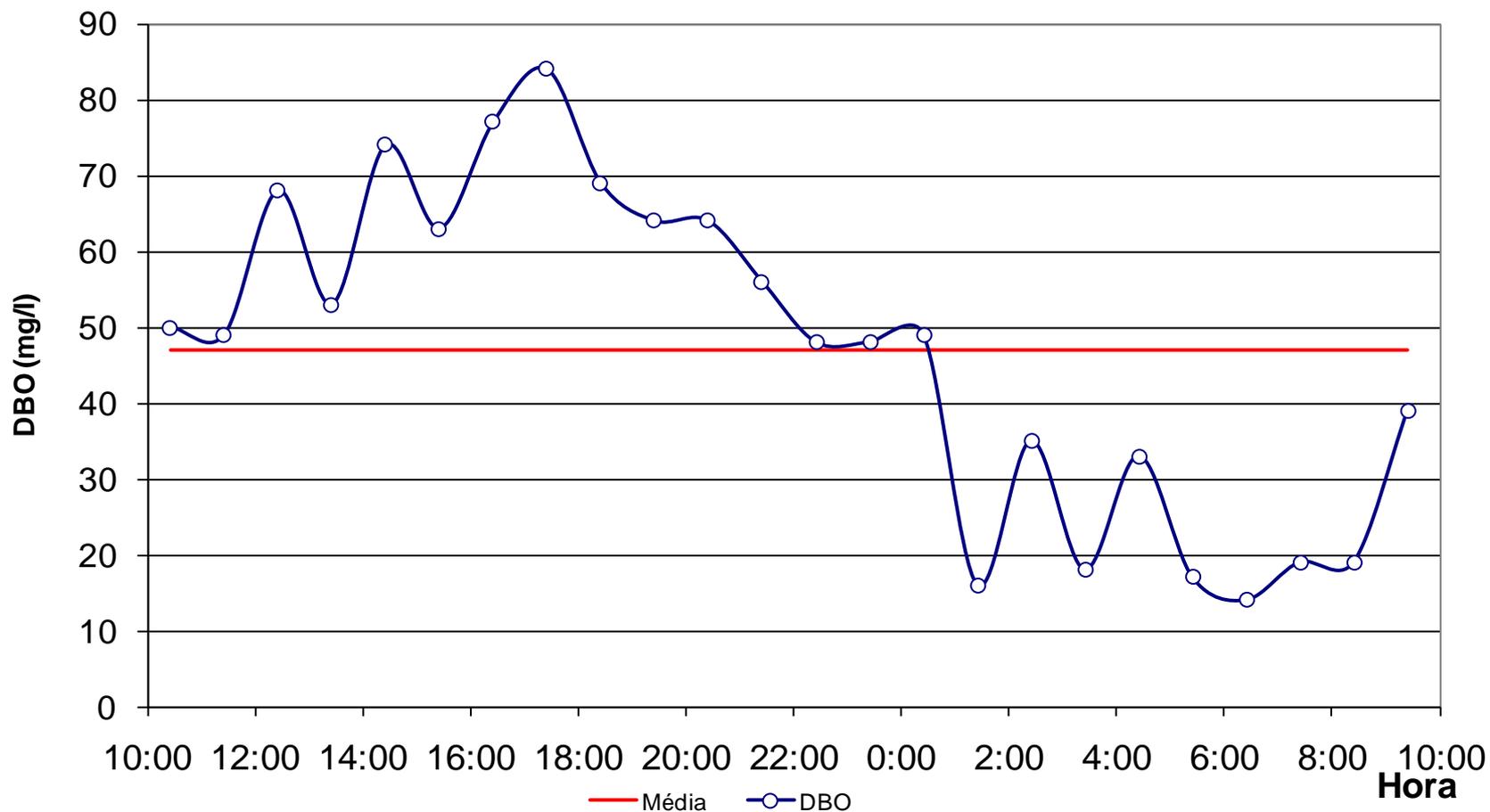
Exemplo 4

Rio Pinheiros, Foz do Zavuvus, SP



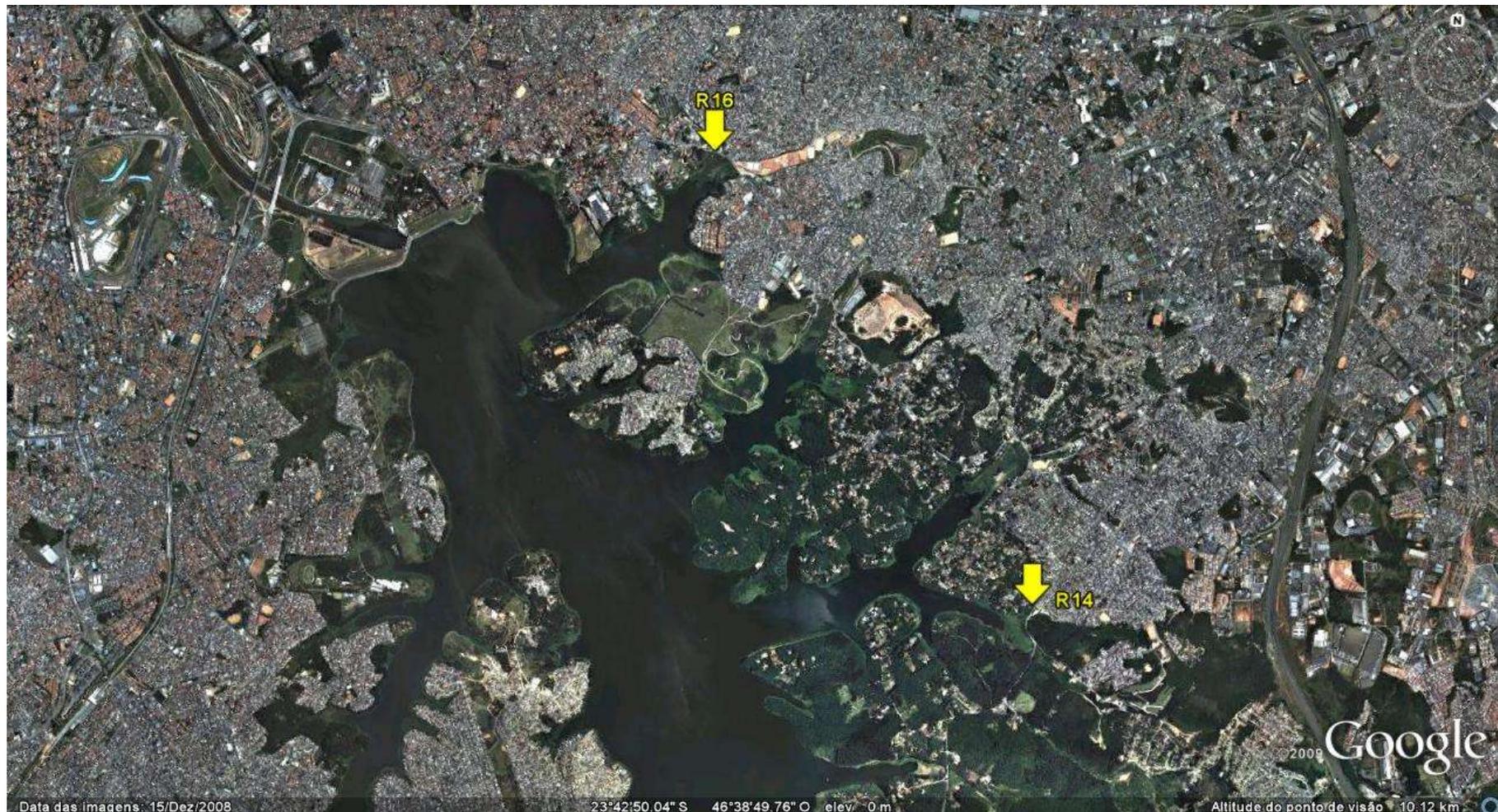
Exemplo 5

Córrego do Sapateiro, São Paulo



Exemplo 6

Afluentes do Billings, São Paulo



Exemplo 6

Afluentes do Billings, São Paulo



Emerson Zamprogno

Bacia do R16
Alvarenga



Lua Paiva

Bacia do R14
Córr. do Pereira

Exemplo 6

Afluentes do Billings, São Paulo

Ponto	Área (km ²)	Data Hora	Q (L/s)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	N _{amon} (mg/L)	P _{total} (mg/L)
R14	4,1	03/03/09 12h00	2	0,9	209	61	5,30
R14	4,1	23/04/09 12h30	76	2,6	177	19	0,16
R16	1,4	03/03/09 14h40	13	0,9	106	6	1,00
R16	1,4	23/04/09 14h25	152	2,4	128	19	1,60
Classe 2				> 5,0	< 5,0	< 3,7	< 0,05

Metas da Comunidade Europeia classificação dos corpos hídricos

Estado Ecológico	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Estado Químico < EQS	Elevado	Bom	Suficiente	Pobre	Péssimo
Estado Químico > EQS	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Péssimo

- ❑ Estado ecológico: função de macrodescritores químicos, físicos, biológicos e do índice biótico
 - ❑ Estado químico: função de um estado químico de referência (corpo hídrico imune à impactos antrópicos)
-

Metas da Comunidade Europeia classificação dos corpos hídricos

□ Até **31 de dezembro de 2008**

- Manutenção do nível *bom* ou *elevado*, onde existente;
- Requalificação do sistema hídrico para nível *suficiente* nos outros casos.

□ Até **31 de dezembro de 2016**

- Manutenção do nível *bom* ou *elevado*, onde existente;
 - Requalificação do sistema hídrico para nível *bom* nos outros casos
-

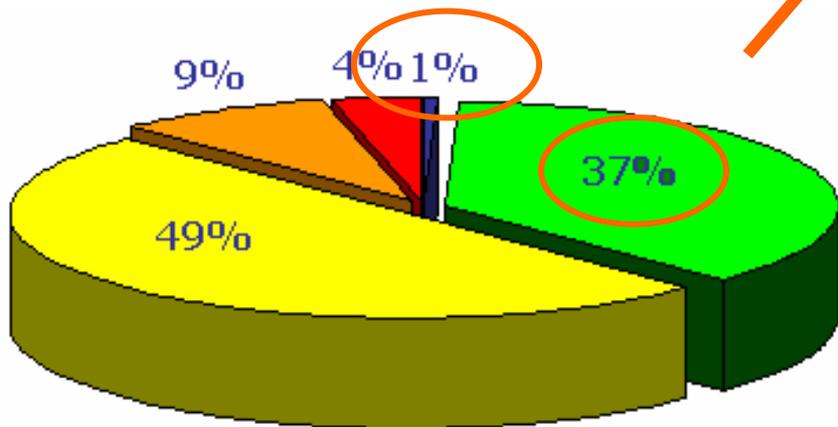
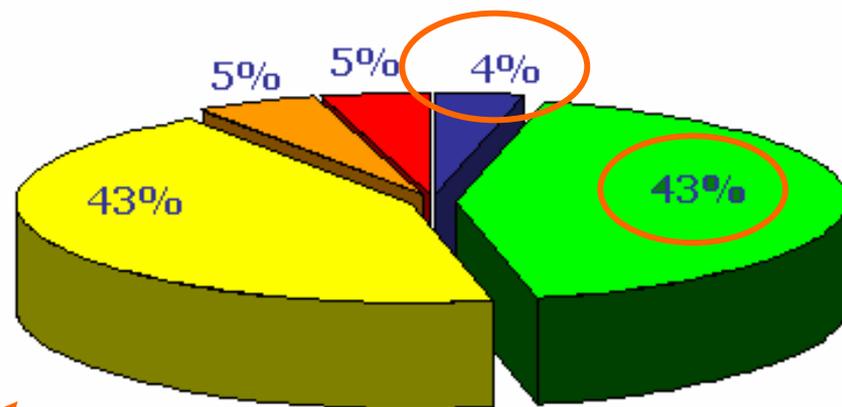
Metas da Comunidade Europeia

situação no Piemonte

maioria das cidades com sistemas unitários

- ELEVADO
- BOM
- SUFICIENTE
- POBRE
- PÉSSIMO

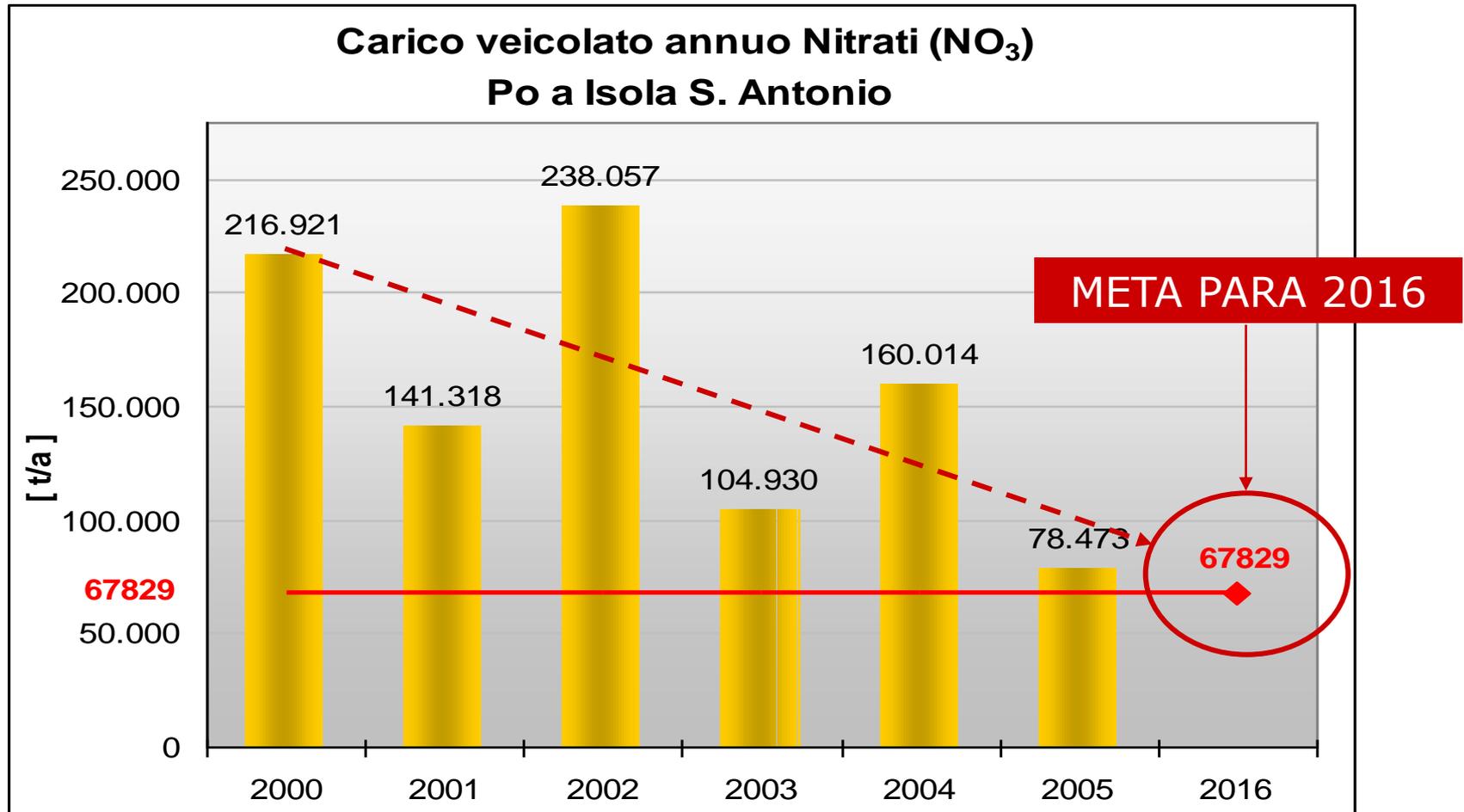
2005 - 2006



2001 - 2002

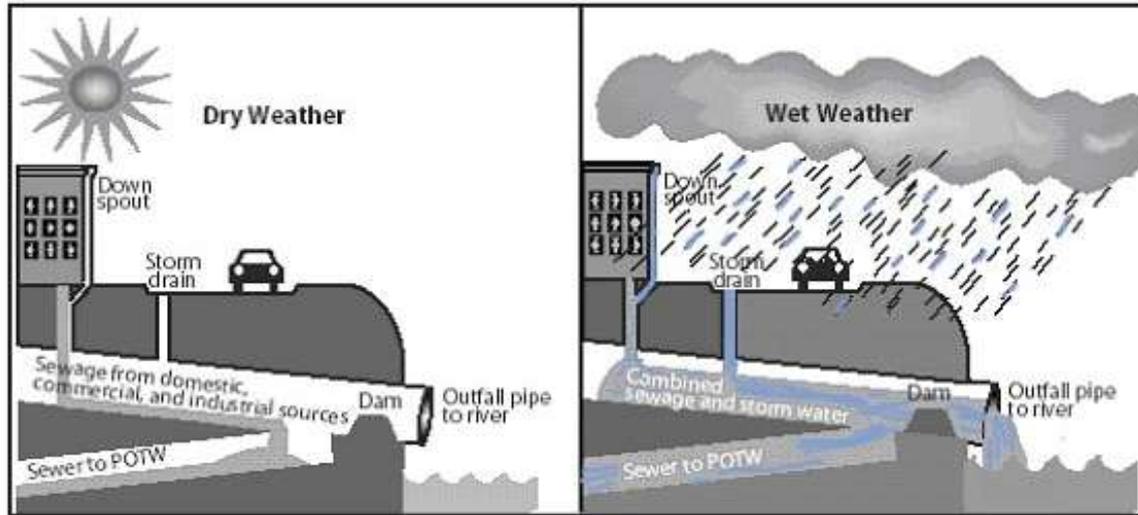
Exemplo

Carga anual no rio Pó em Turim

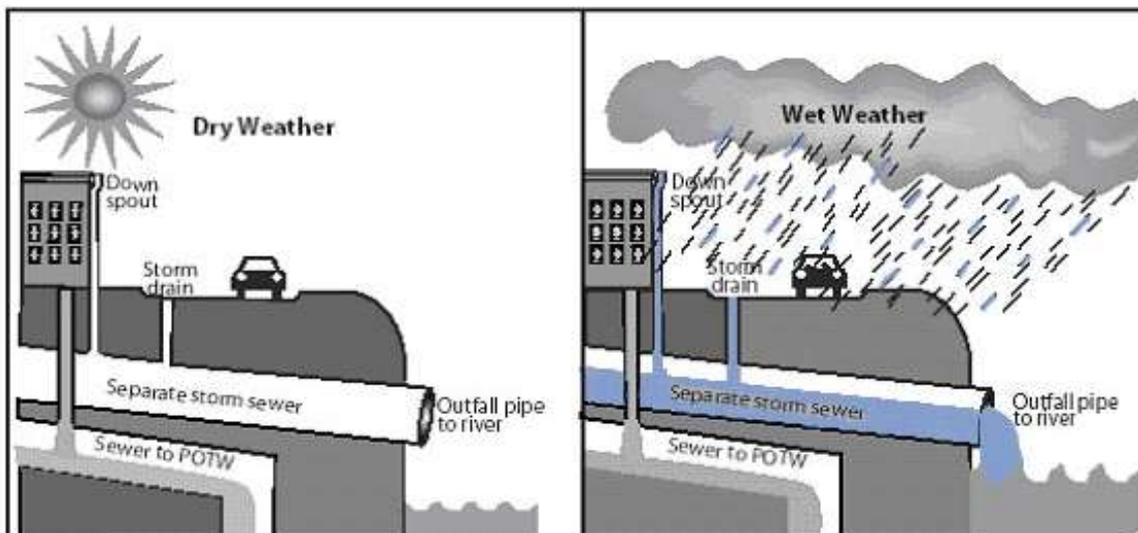


Sistema separador ou unitário?

Princípios:



Sistema unitário



Sistema separador

Sistema separador ou unitário?

□ Cidade IDEAL

- Urbanização planejada
- Esgotos e águas pluviais coletados e transportados separadamente desde a origem
- Esgotos são tratados antes do lançamento nos corpos hídricos
- Carga difusa desprezível

□ Cidade REAL

- Urbanização não planejada
 - Esgotos e águas pluviais misturados
 - Cargas difusas significativas
-

Cidade Real - Brasil



Eldorado
Diadema

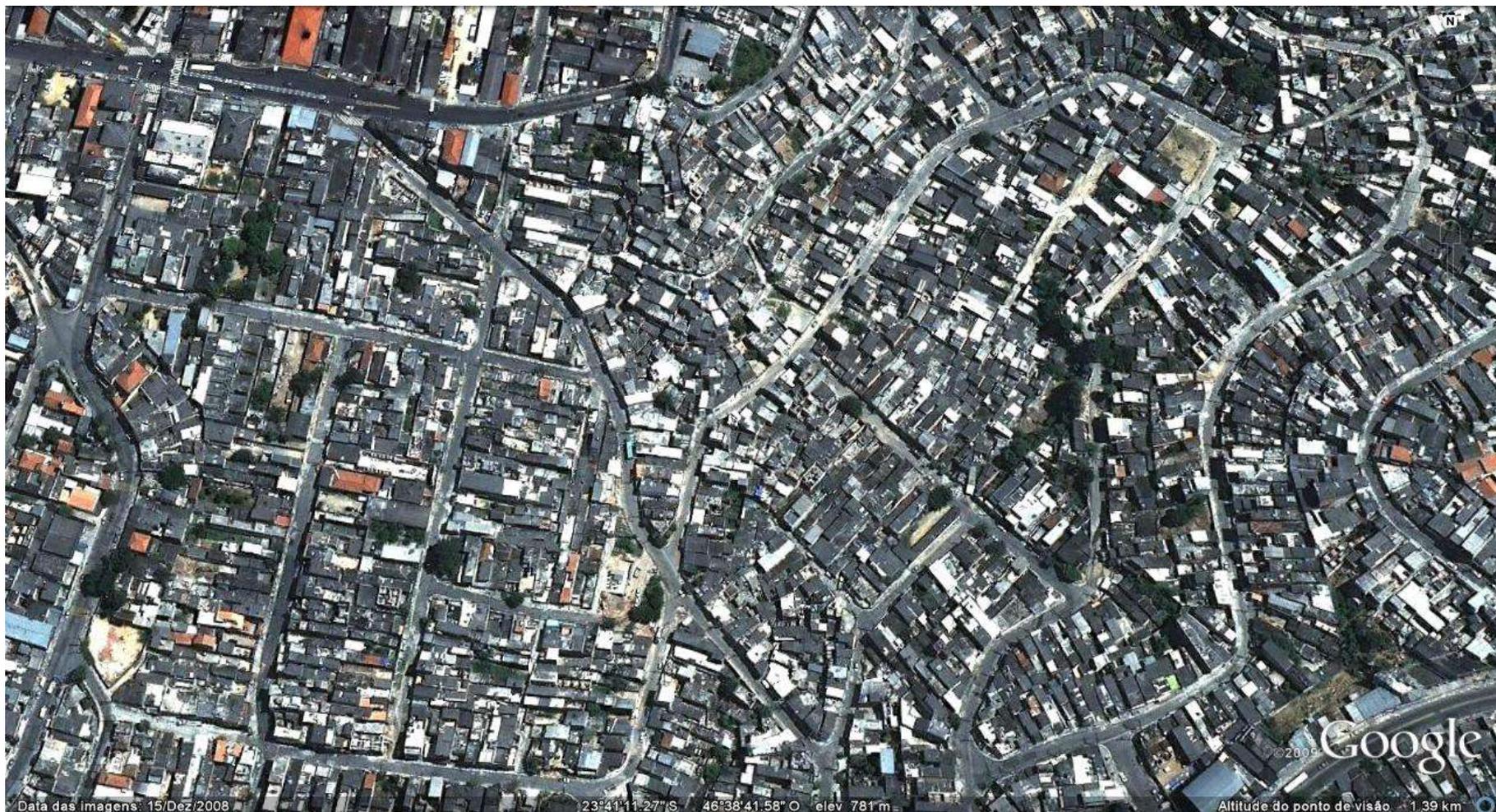
Cidade Real - Brasil



Al. Campinas
São Paulo

L F Orsini, 2006

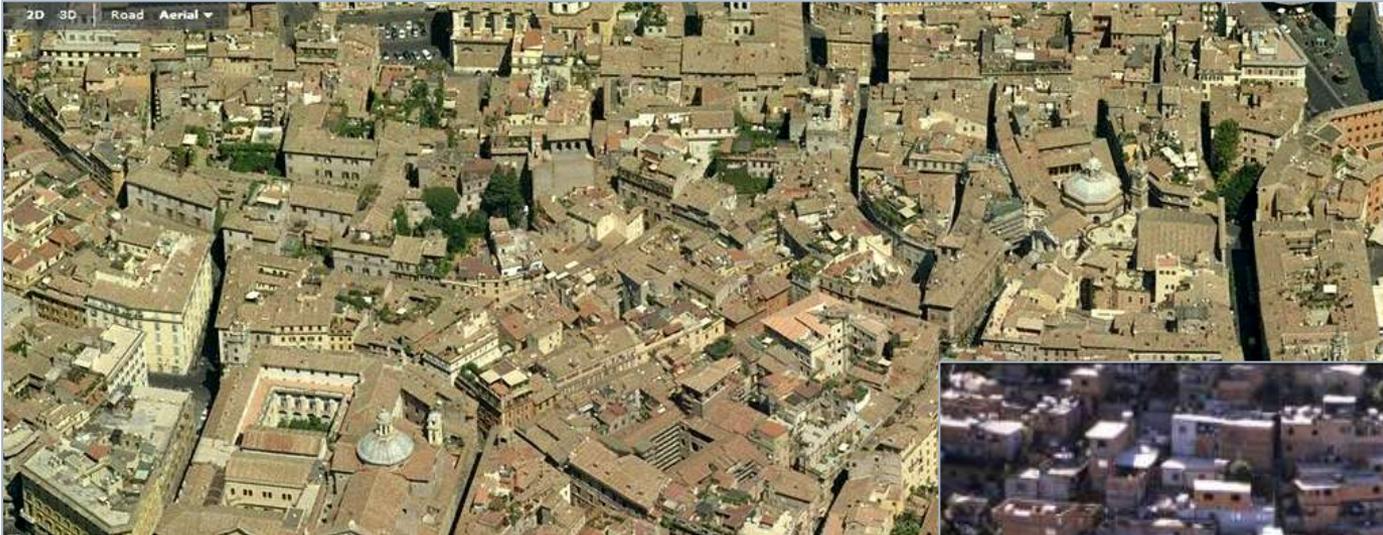
Cidade Real - Brasil



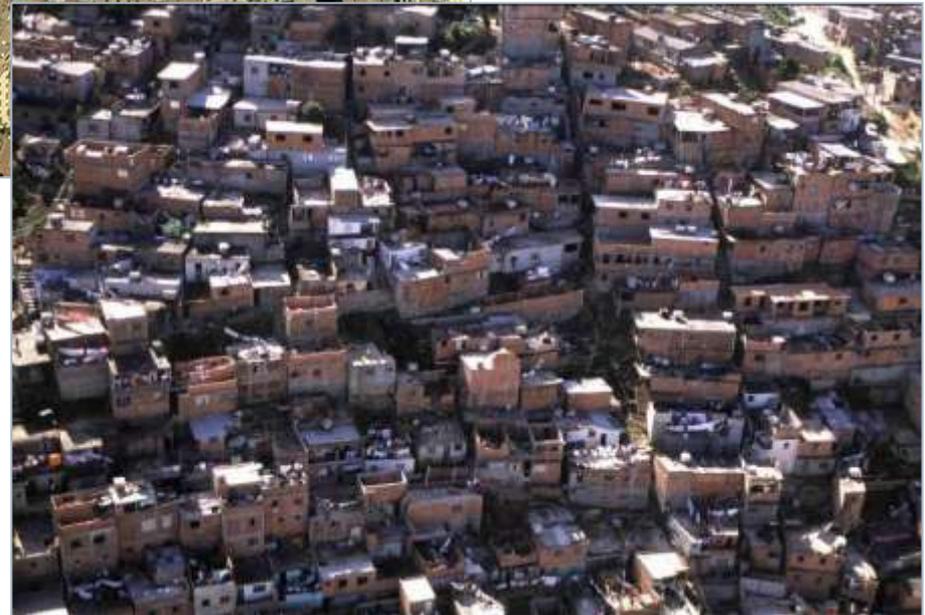
Cidade Real - Itália



Cidades Reais



Roma



São Paulo

Cidades Reais



Rio Tibre, Roma



Rio Tietê, São Paulo

Cidade Real - Brasil



N. Friburgo, RJ



Manaus, AM



S. Paulo, SP

Cidade Real - Itália



Brescia



Roma



Ilha dos Pescadores

Concepção de Sistemas de Esgotamento

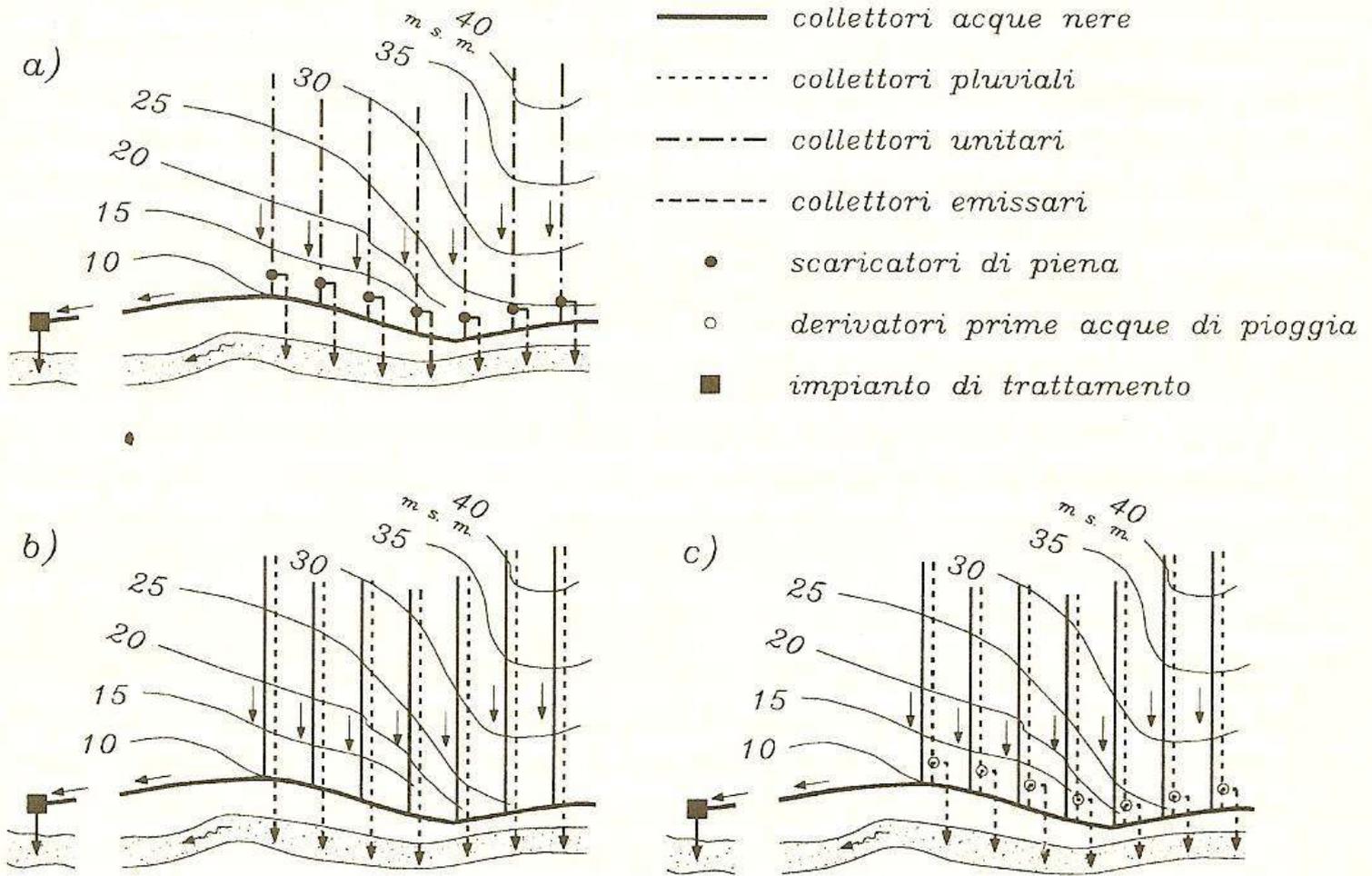


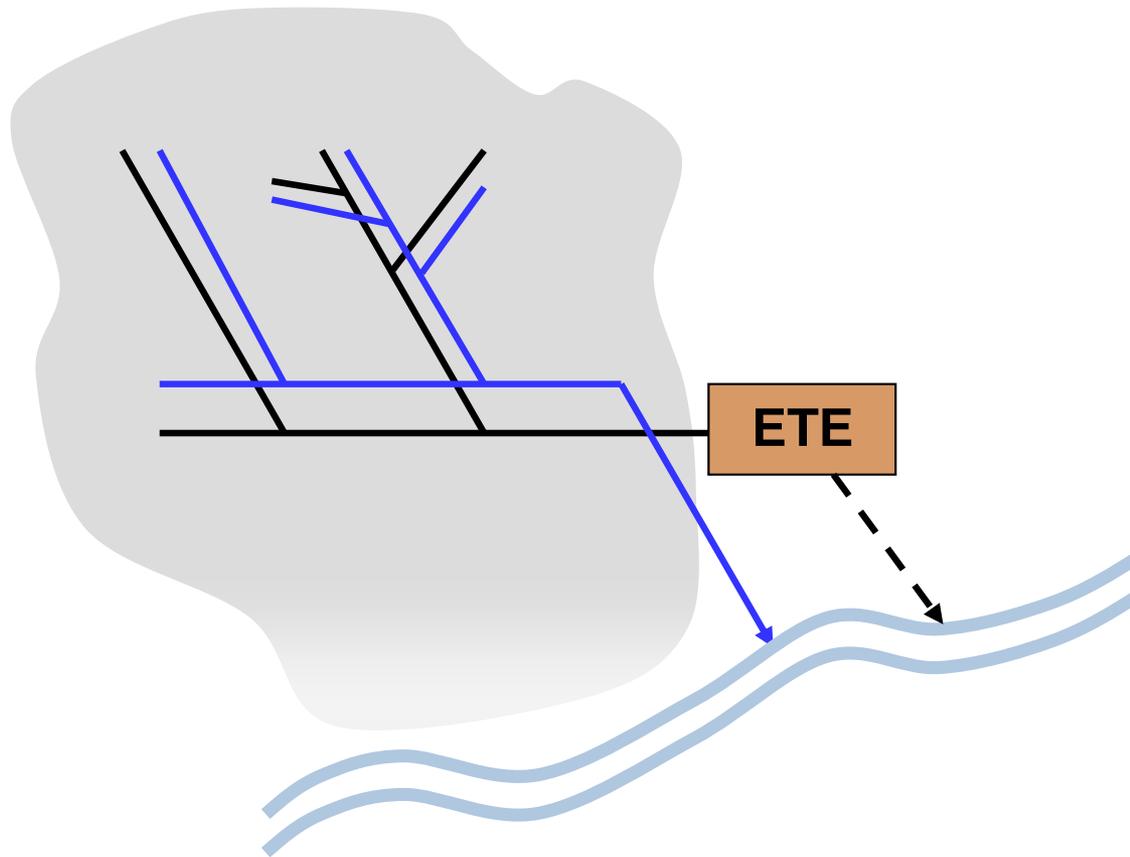
Figura 3.1 - Reti fognarie con configurazione del tipo perpendicolare:

(a) sistema unitario;

(b) sistema separato;

(c) sistema separato con invio alla depurazione anche delle prime acque di pioggia.

Sistema separador tradicional



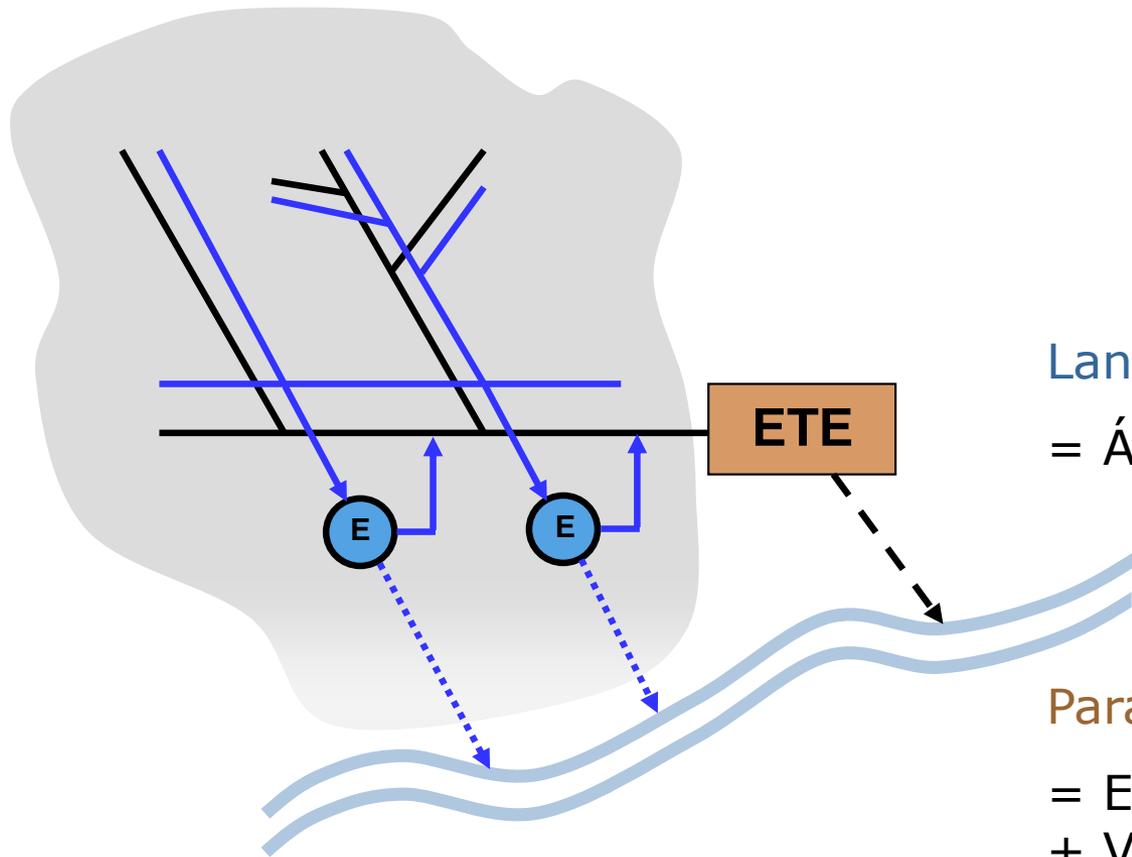
Para o rio:

= Vazão de base
+ Águas pluviais
+ 100% Carga difusa

Para a ETE:

= Esgoto

Sistema separador com extravasador

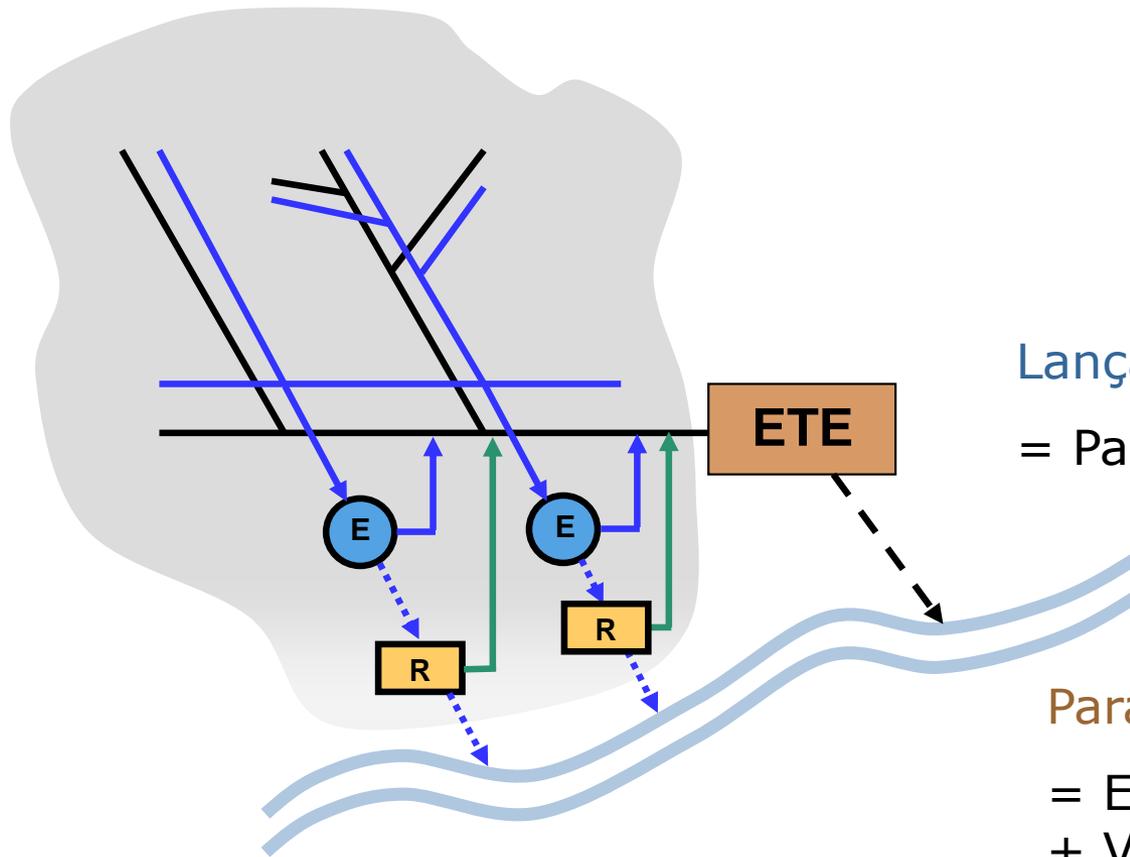


Lançamento no rio:
= Águas de chuva

Para a ETE:

= Esgoto
+ Vazão de base
+ Parte da 1ª chuva

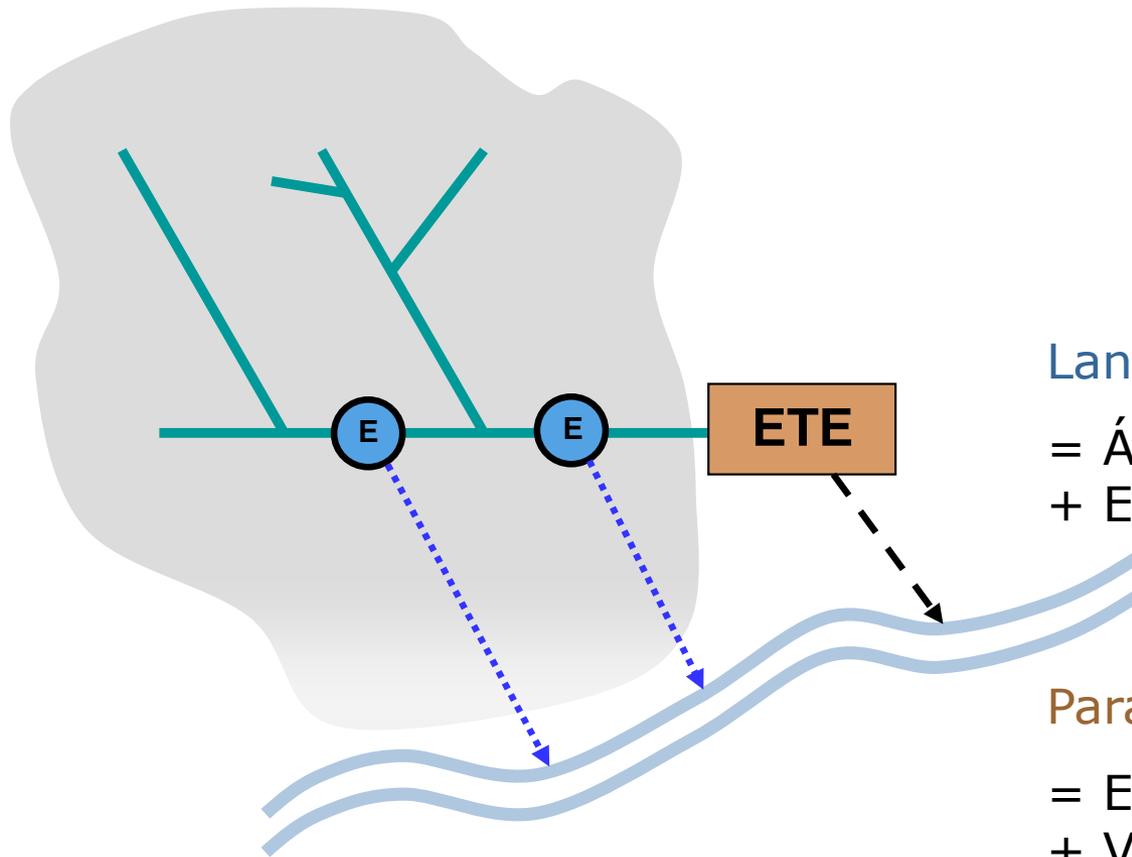
Sistema separador com extravasador e reservatório



Lançamento no rio:
= Parcela das águas de chuva

Para a ETE:
= Esgoto
+ Vazão de base
+ Águas de 1ª chuva

Sistema unitário



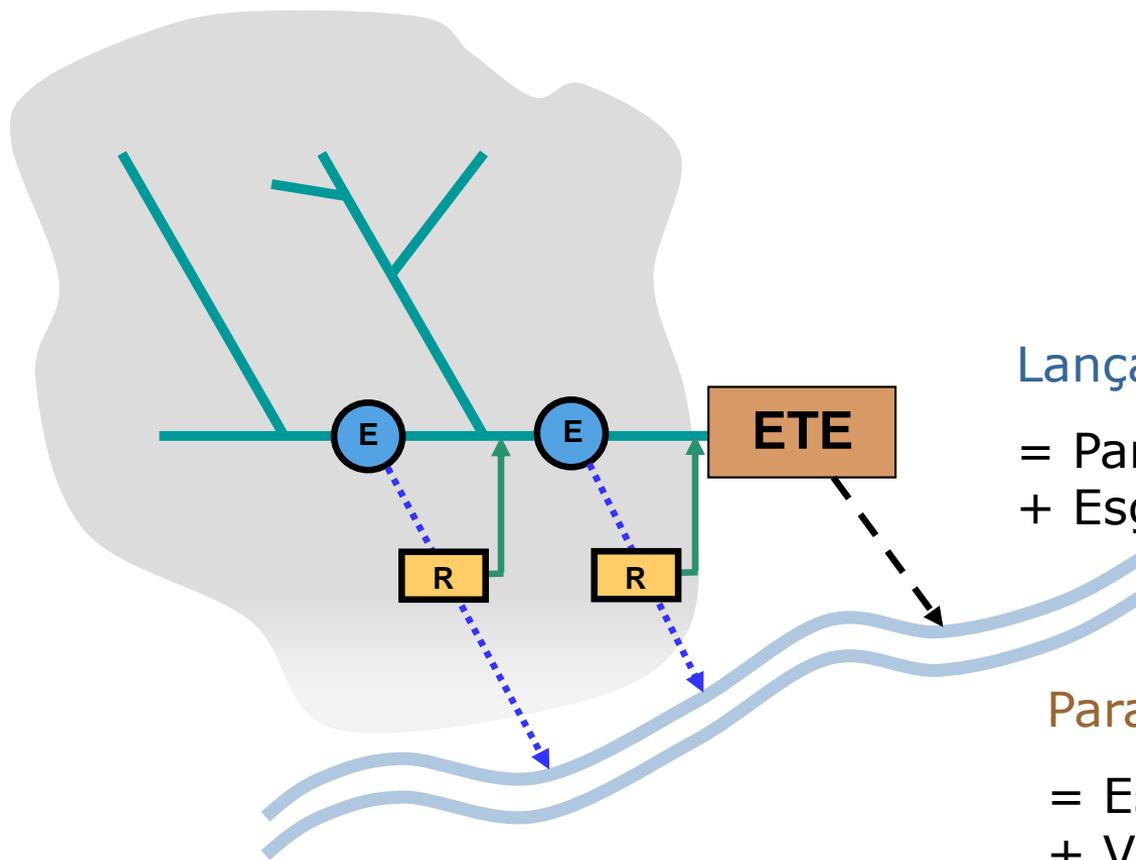
Lançamento no rio:

= Águas de chuva
+ Esgoto diluído

Para a ETE:

= Esgoto
+ Vazão de base
+ Parte da 1ª chuva

Sistema unitário com reservatório



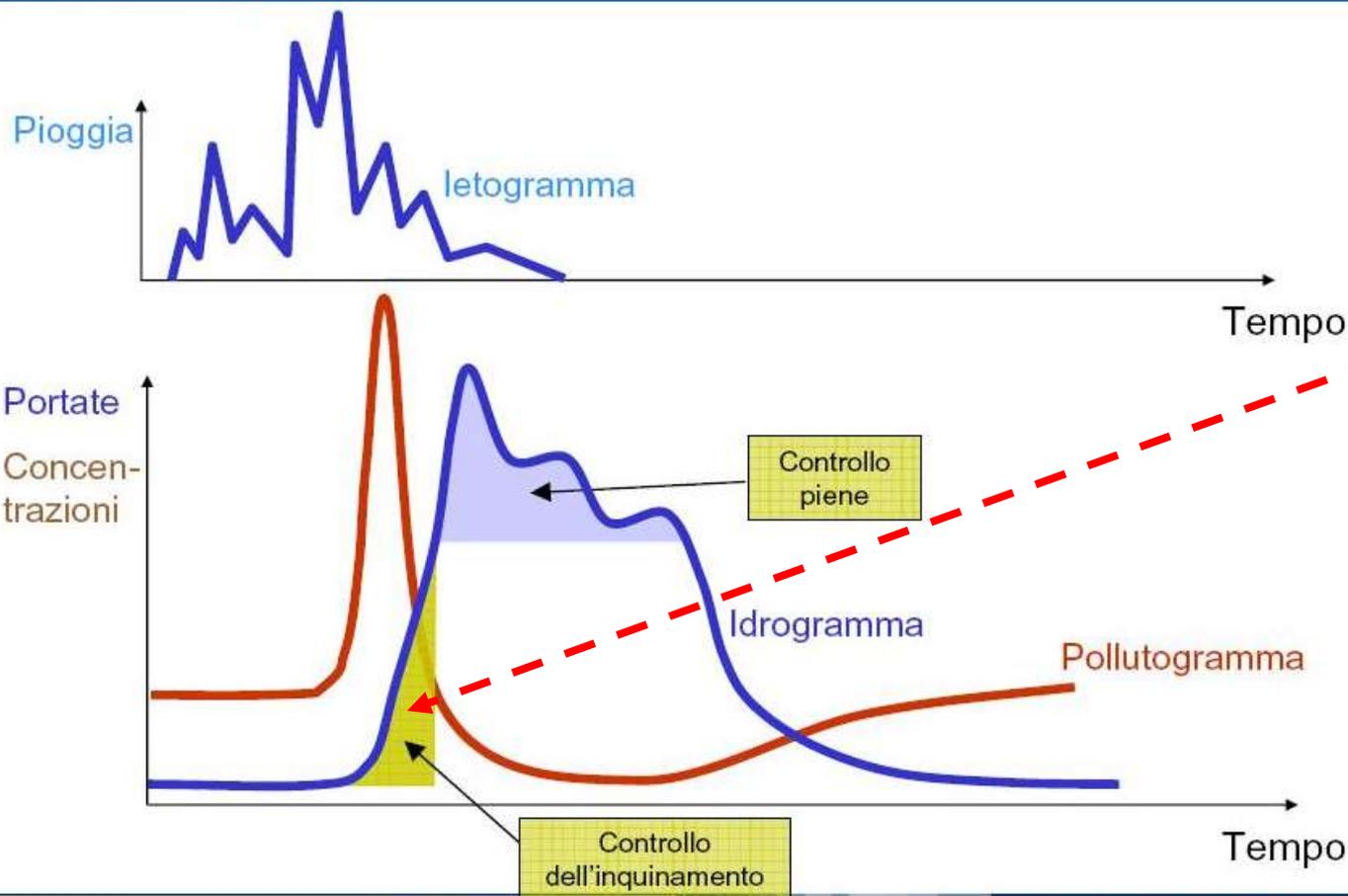
Lançamento no rio:

= Parcela das águas de chuva
+ Esgoto diluído

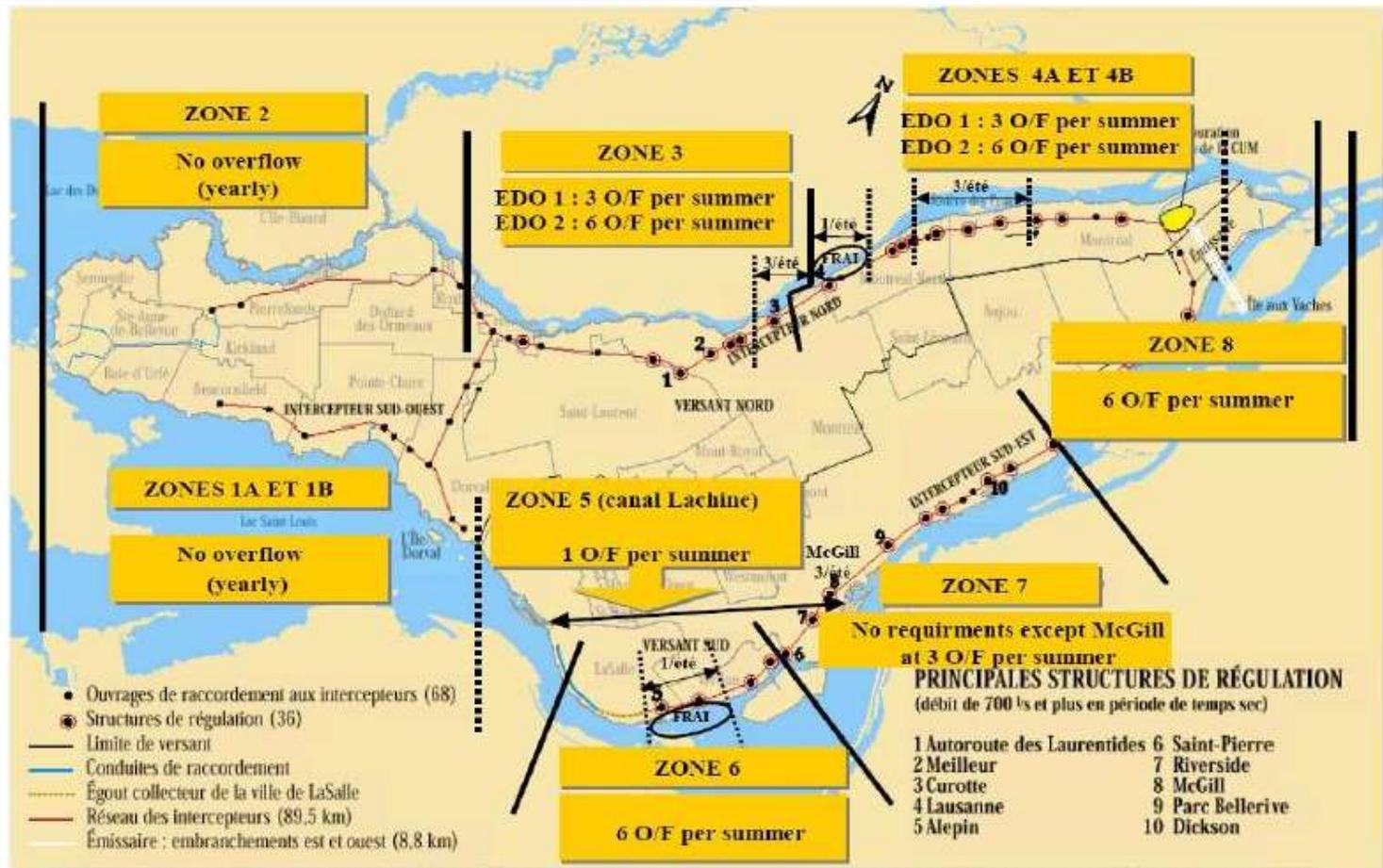
Para a ETE:

= Esgoto
+ Vazão de base
+ Águas de 1ª chuva

Volume a controlar

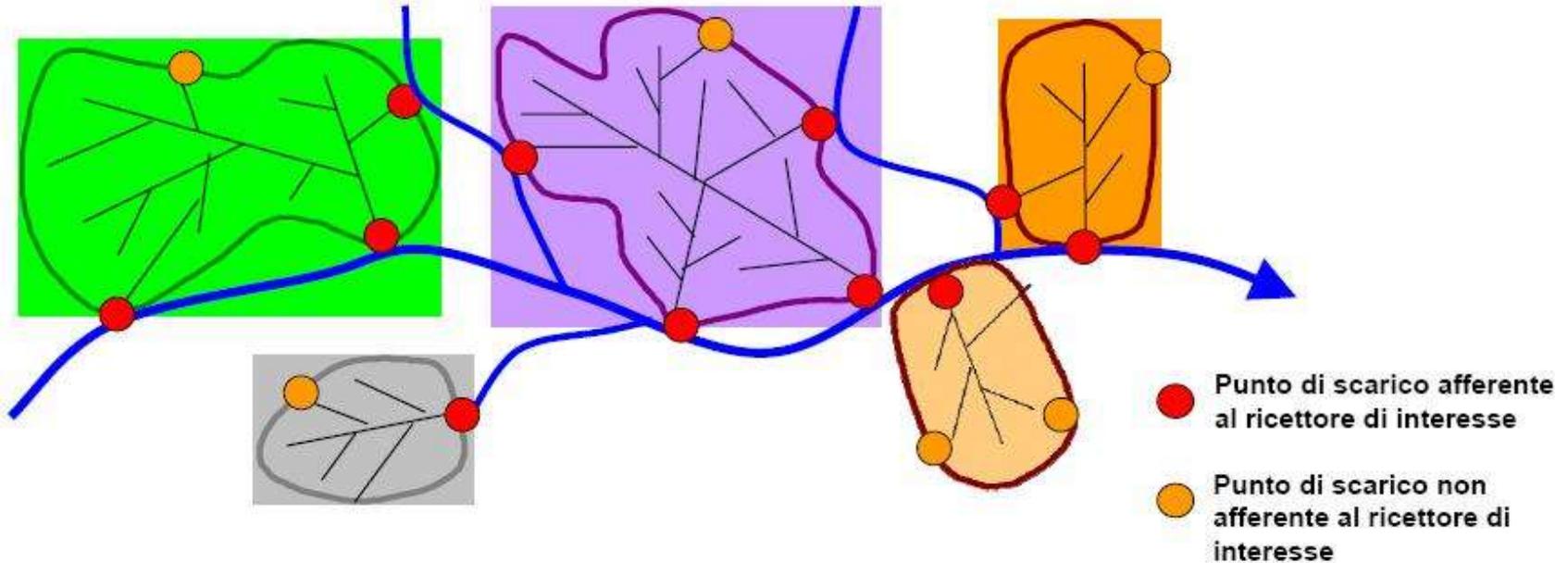


Programa de controle de overflows da cidade de Montreal



Le otto zone costiere e i corrispondenti obiettivi di scarico
(Environmental Discharge Objectives EDO 1, 2 = n.max di scarichi di piena in estate)

Situação a controlar

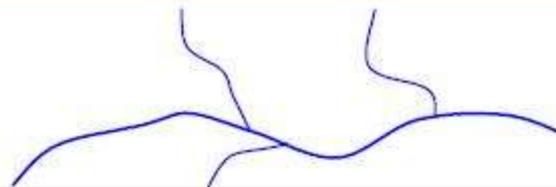


- Quali sono gli scarichi di piena che provocano il maggior impatto?
- Quali sono le regole di gestione ottimali delle vasche di prima pioggia?

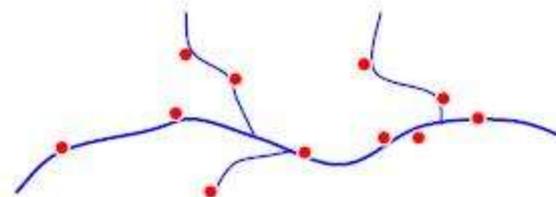


Procedura di individuazione dei punti di scarico più “pesanti”

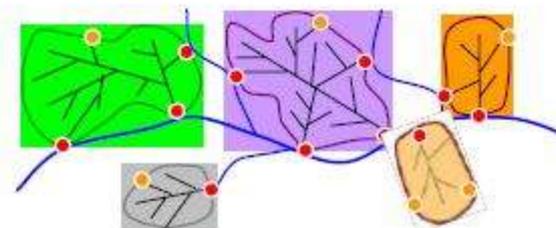
1. Scelta del ricettore di interesse



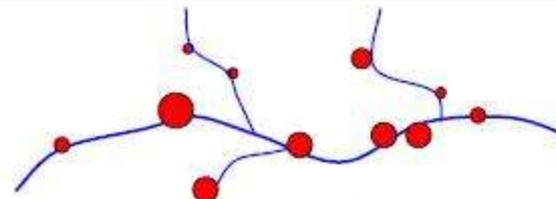
2. Individuazione dei punti di scarico gravanti sul ricettore



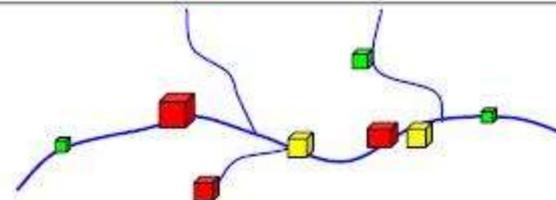
3. Definizione dei bacini e delle reti sottesi dai punti di scarico



4. Determinazione del peso ambientale dei punti di scarico

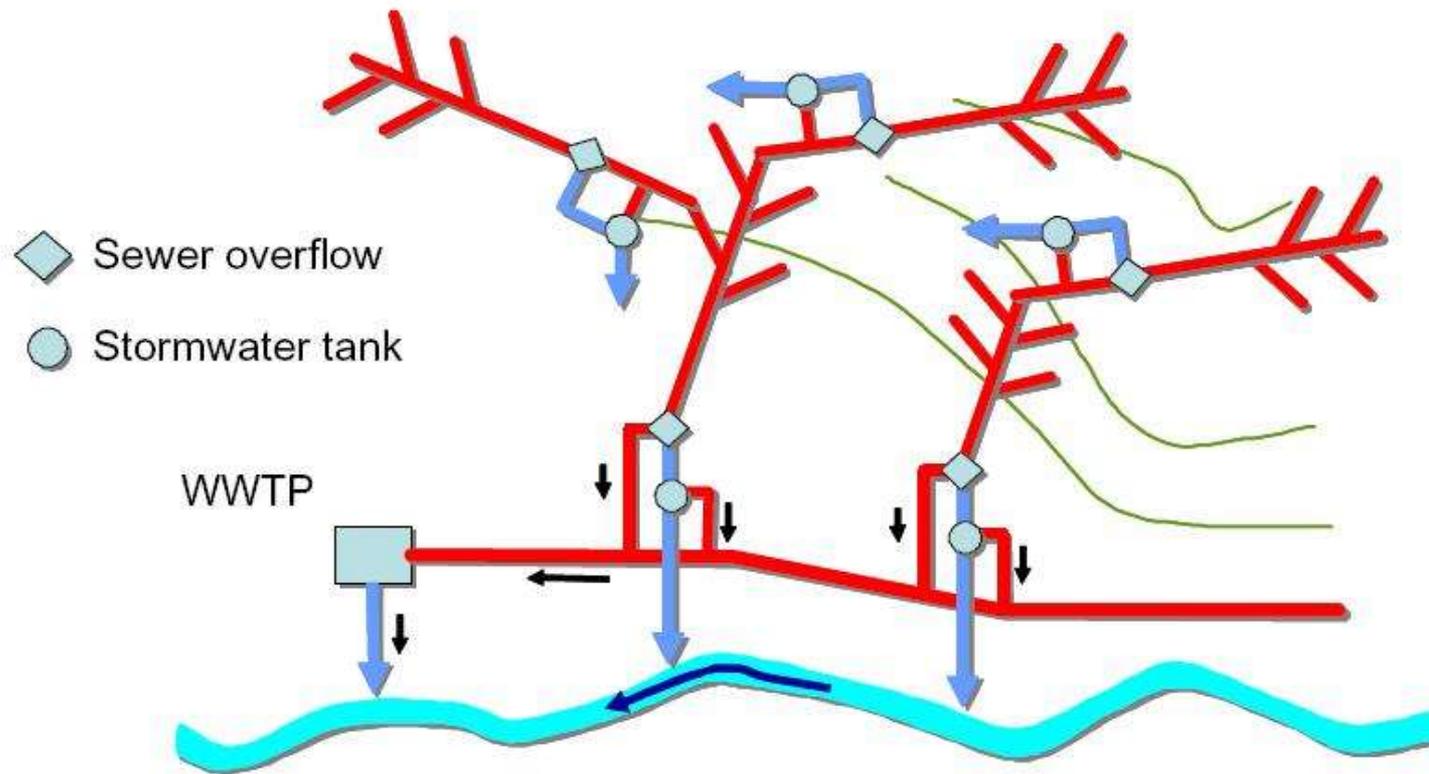


5. Definizione degli interventi per i punti di scarico più gravosi



Aplicação Prática

Multiple overflows and/or stormwater tanks in series in the network



Dispositivos de controle

Bocas de lobo sifonadas

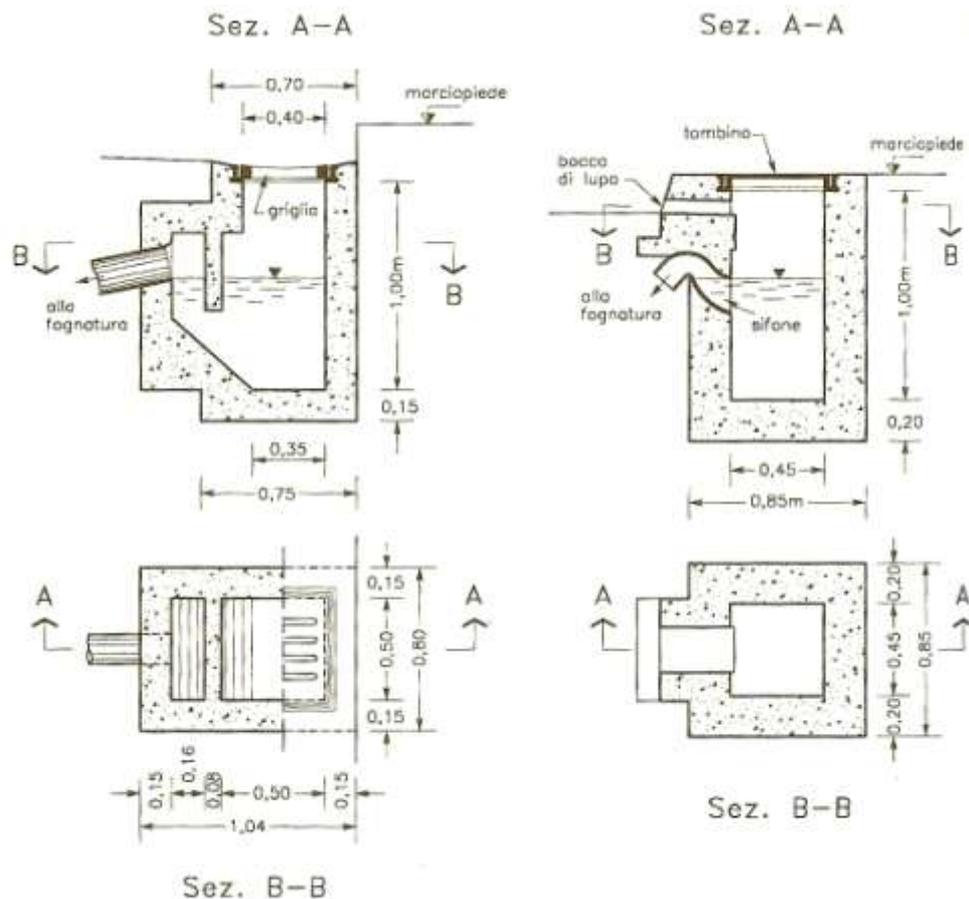


Figura 14.1 - Tipi di caditoia pluviale (modificata da [Frega, 1984]).

Dispositivos de controle

Sistema de partição de vazão

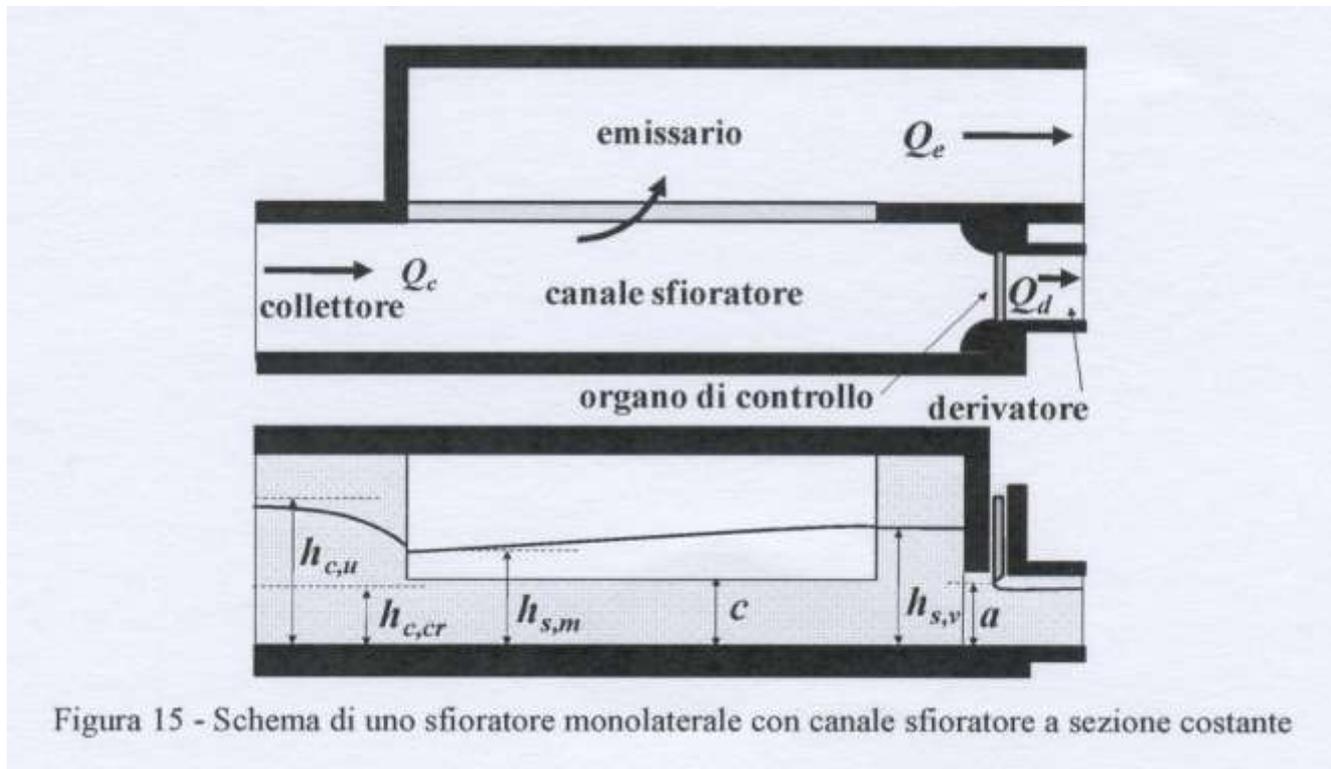
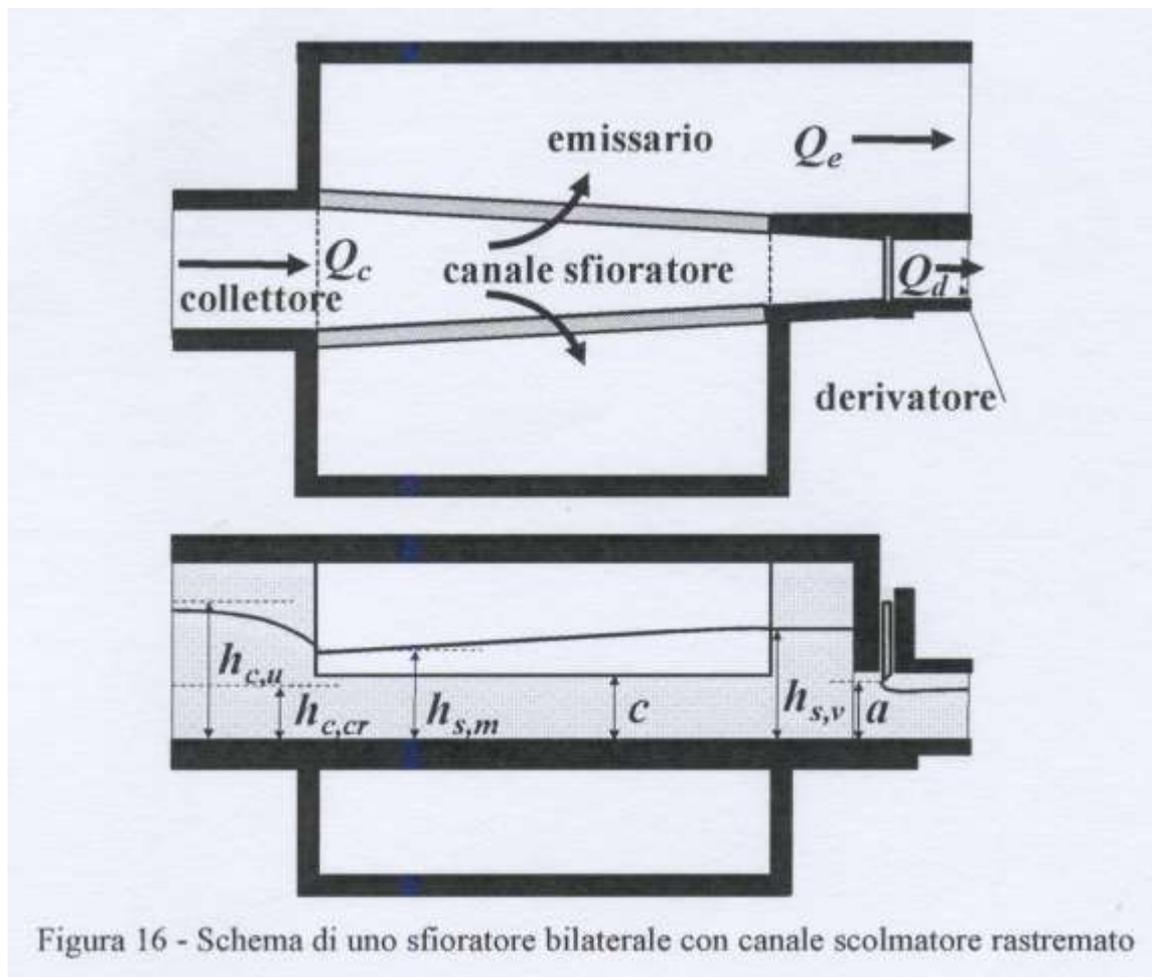


Figura 15 - Schema di uno sfioratore monolaterale con canale sfioratore a sezione costante

Dispositivos de controle

Sistema de partição de vazão



Dispositivos de controle

Sistema de partição de vazão

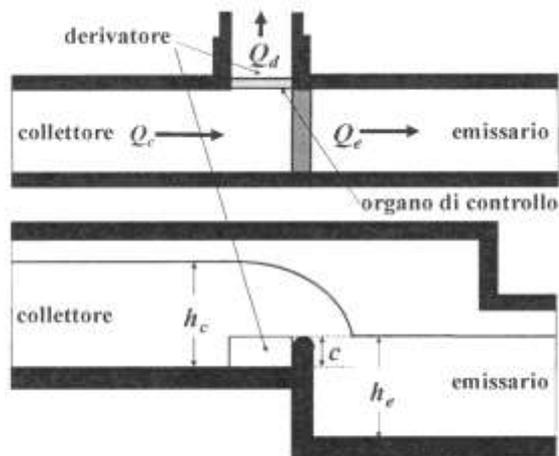


Figura 13 - Schema di uno sfioratore frontale

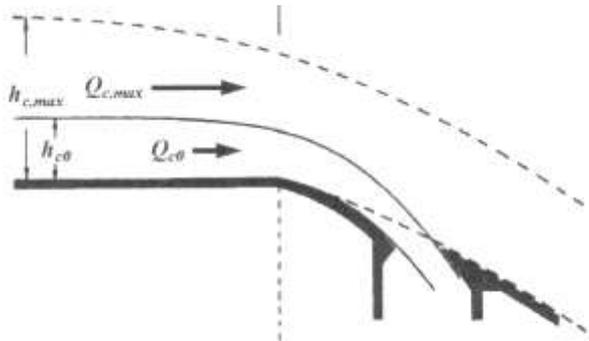


Figura 12 - Disposizioni della luce di fondo con scivolo di raccordo

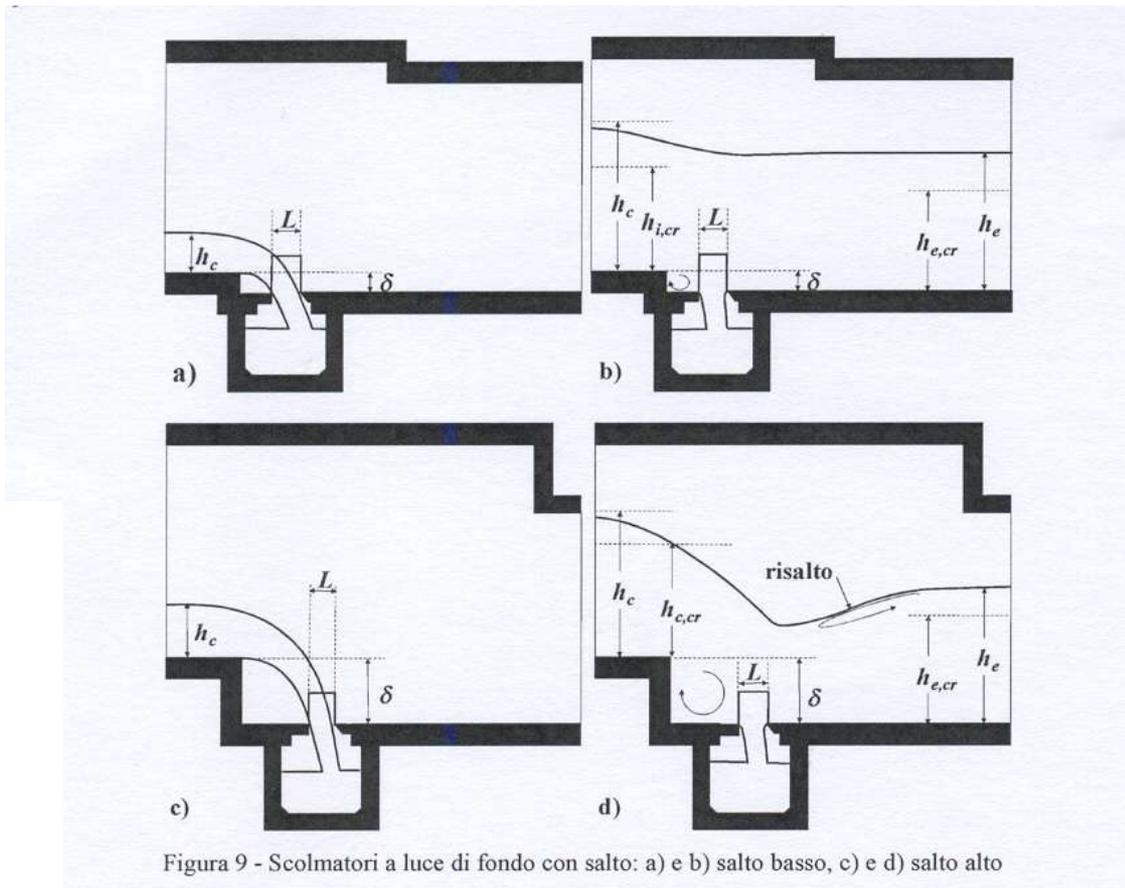
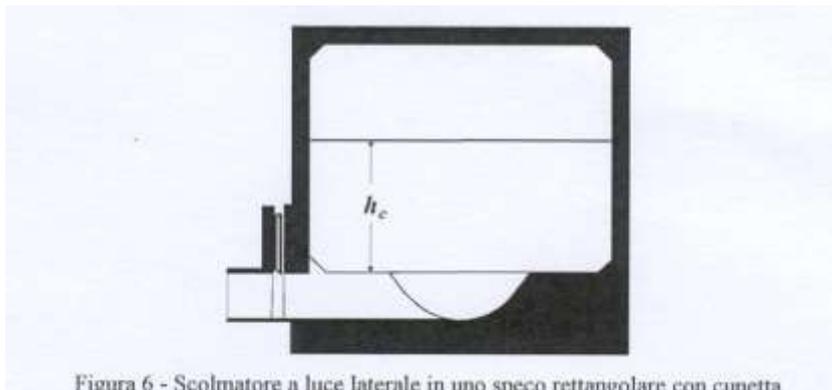
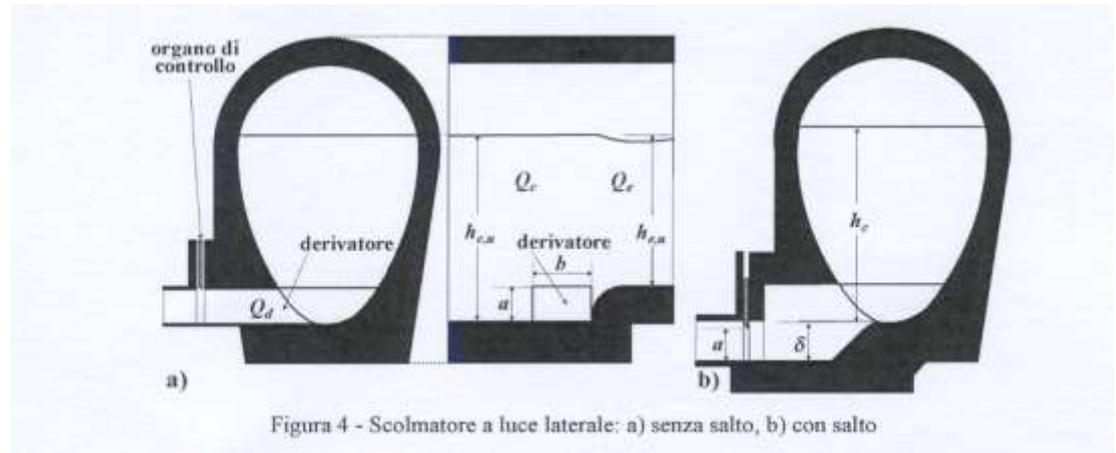
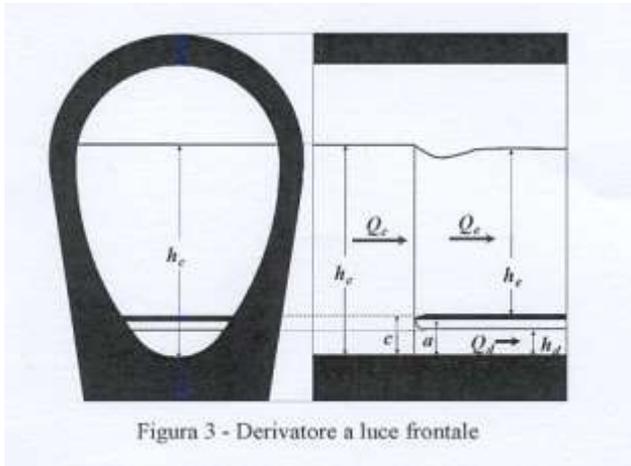


Figura 9 - Scolmatori a luce di fondo con salto: a) e b) salto basso, c) e d) salto alto

Dispositivos de controle

Sistema de partição de vazão



Dispositivos de controle

Sistema de armazenamento com 3 câmaras

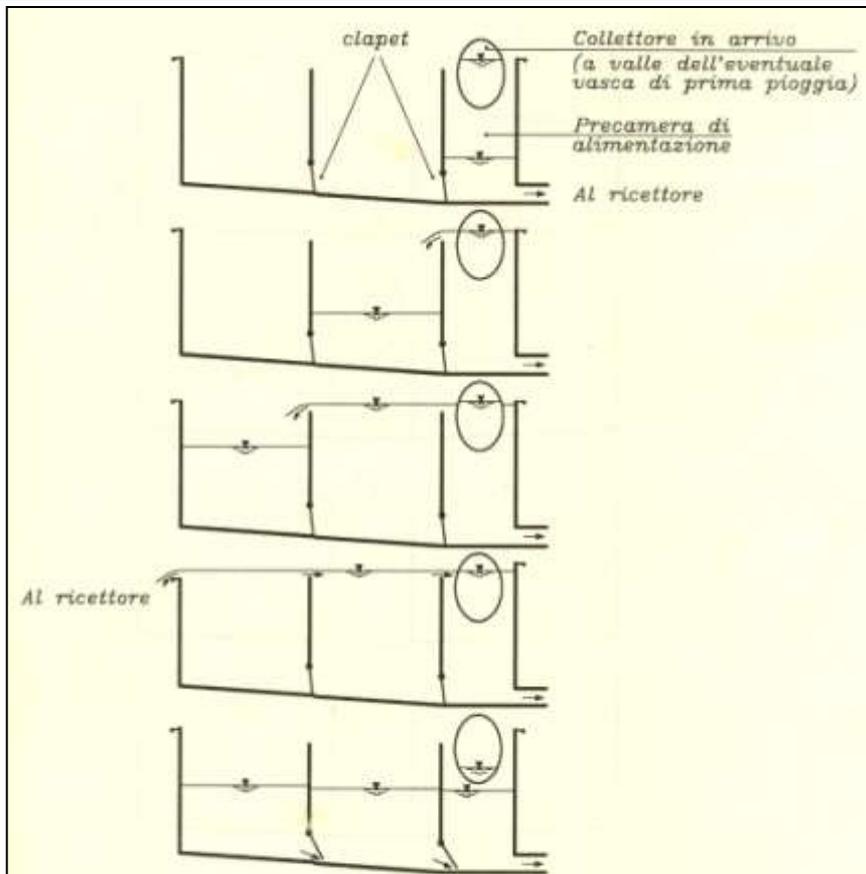
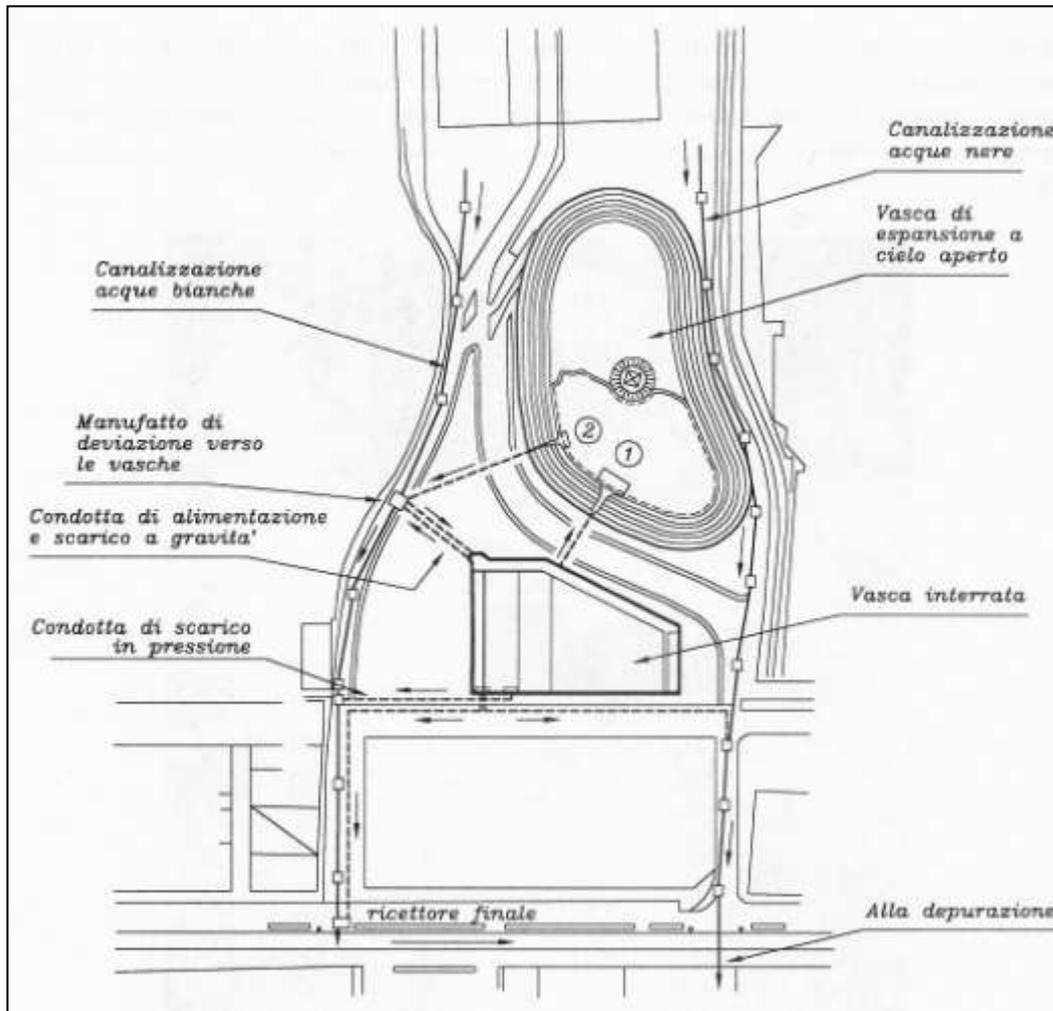


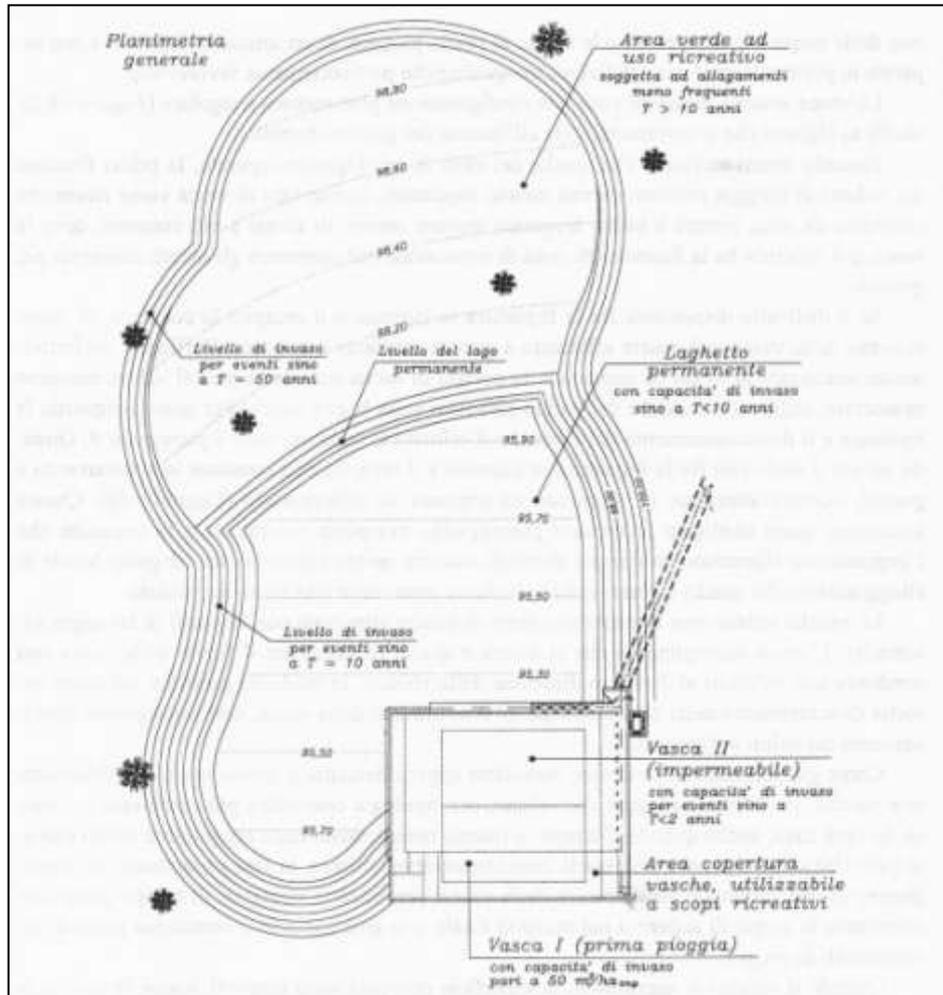
Figura 18.8 - Invaso multicamera con vasche in serie; benchè il caso qui schematizzato preveda l'invio di tutto il volume invasato al ricettore, è comunque possibile, sostituendo le valvole a clapet con paratoie automatiche temporizzate, differenziare il recapito delle acque invasate in camere diverse.

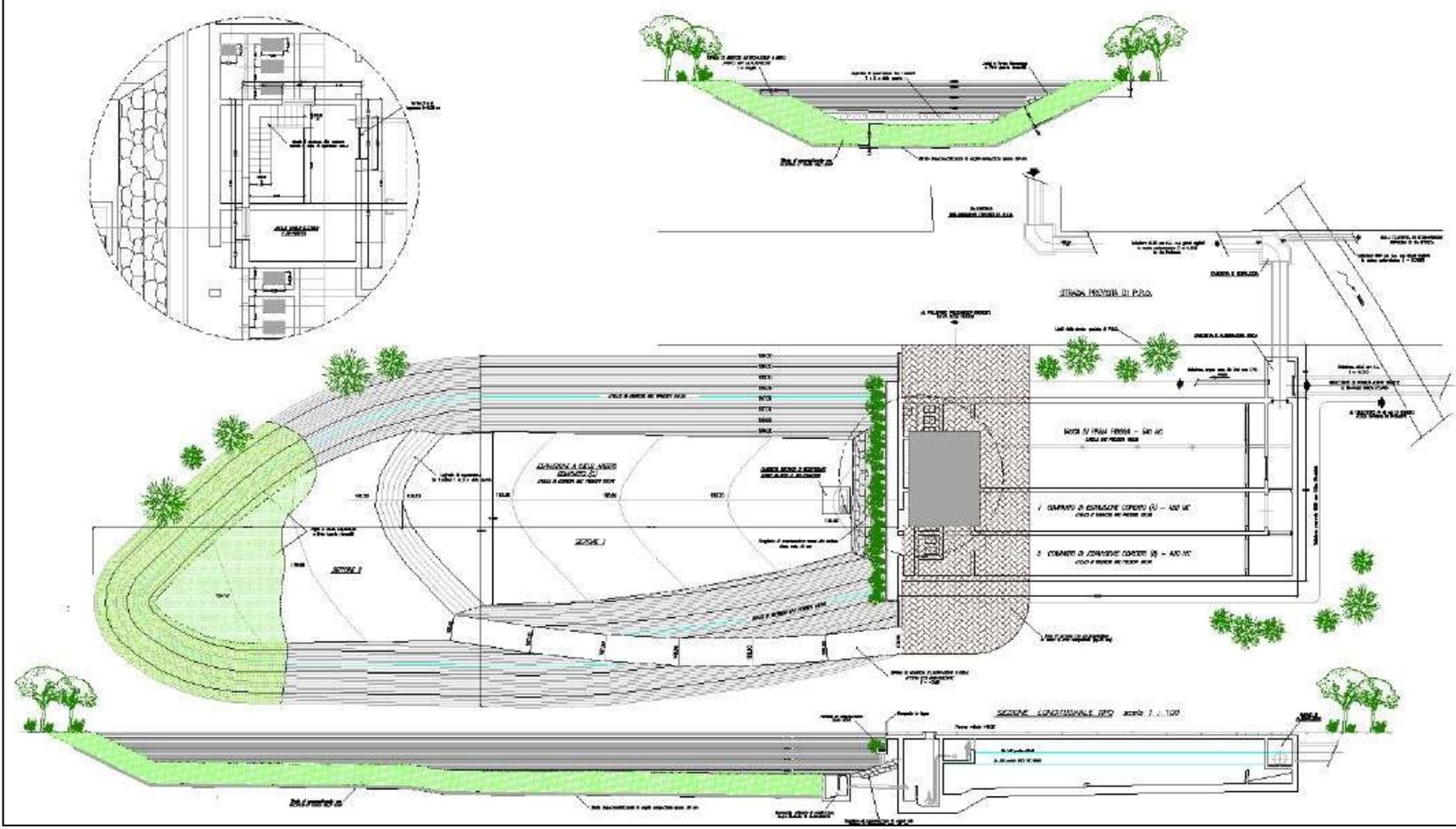
O sistema possibilita lançar no corpo receptor água de melhor qualidade e promover a autolimpeza do reservatório.

Reservatório de amortecimento com controle das águas de primeira chuva



Reservatório de amortecimento com controle das águas de primeira chuva





ETATEC, 1996

Reservatório de águas de primeira chuva compartmentado

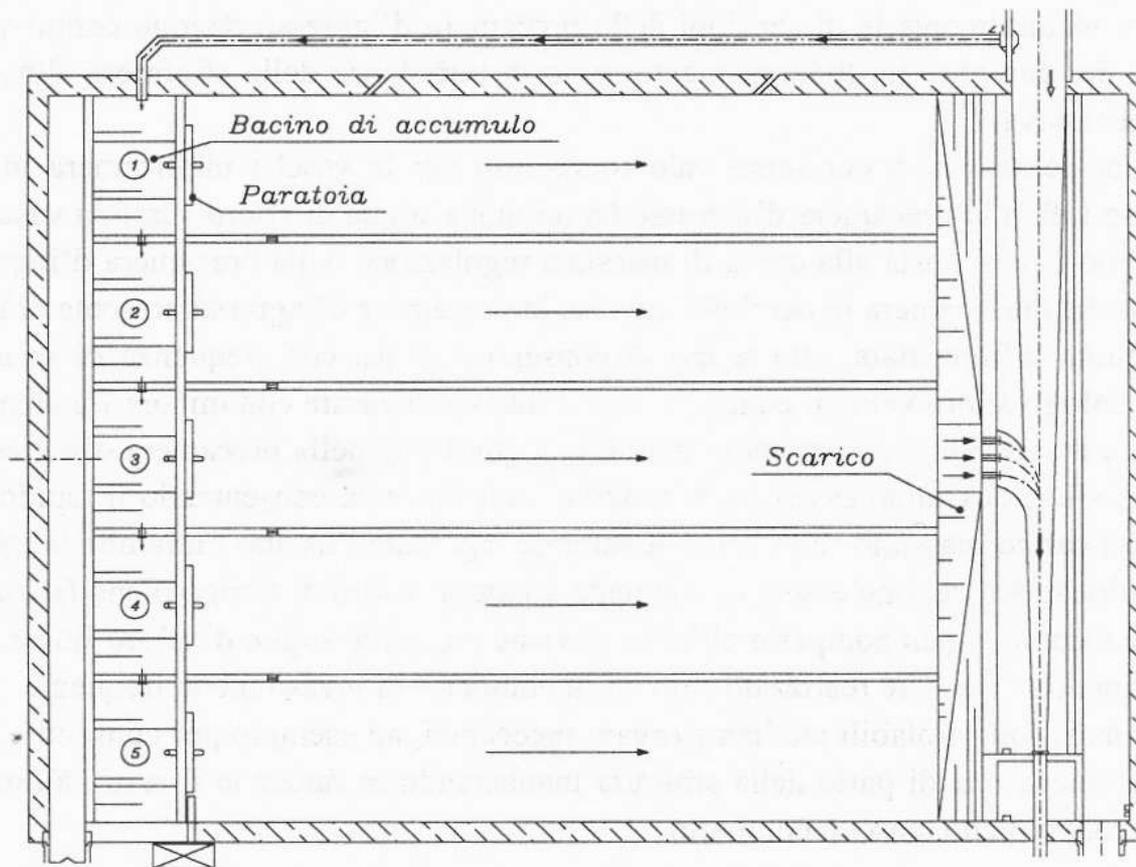
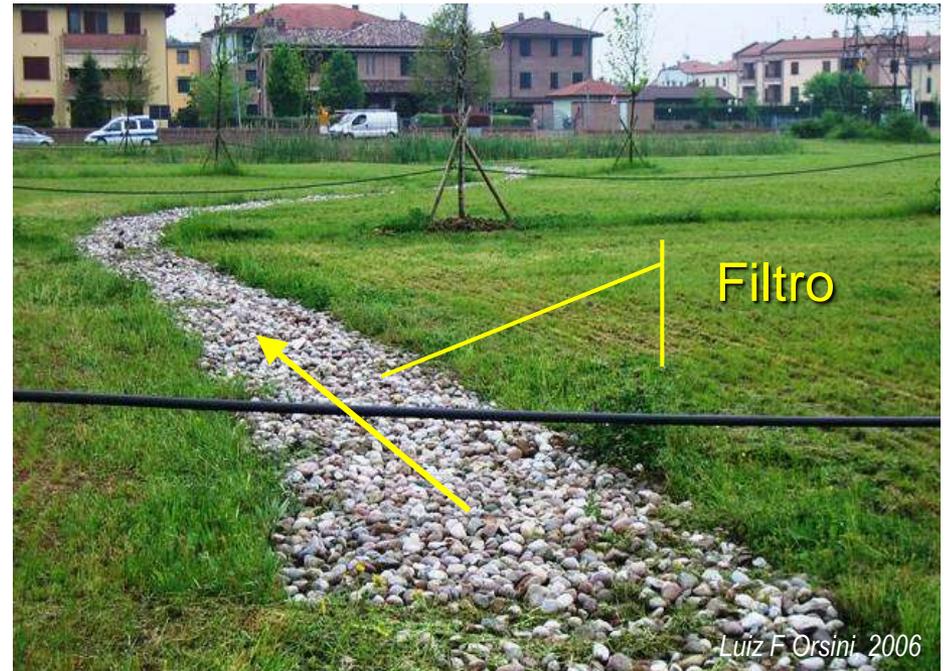


Figura 18.7 - Vasca volano suddivisa in cinque comparti, ciascuno dei quali è dotato di serbatoio di lavaggio a monte e paratoia automatica.

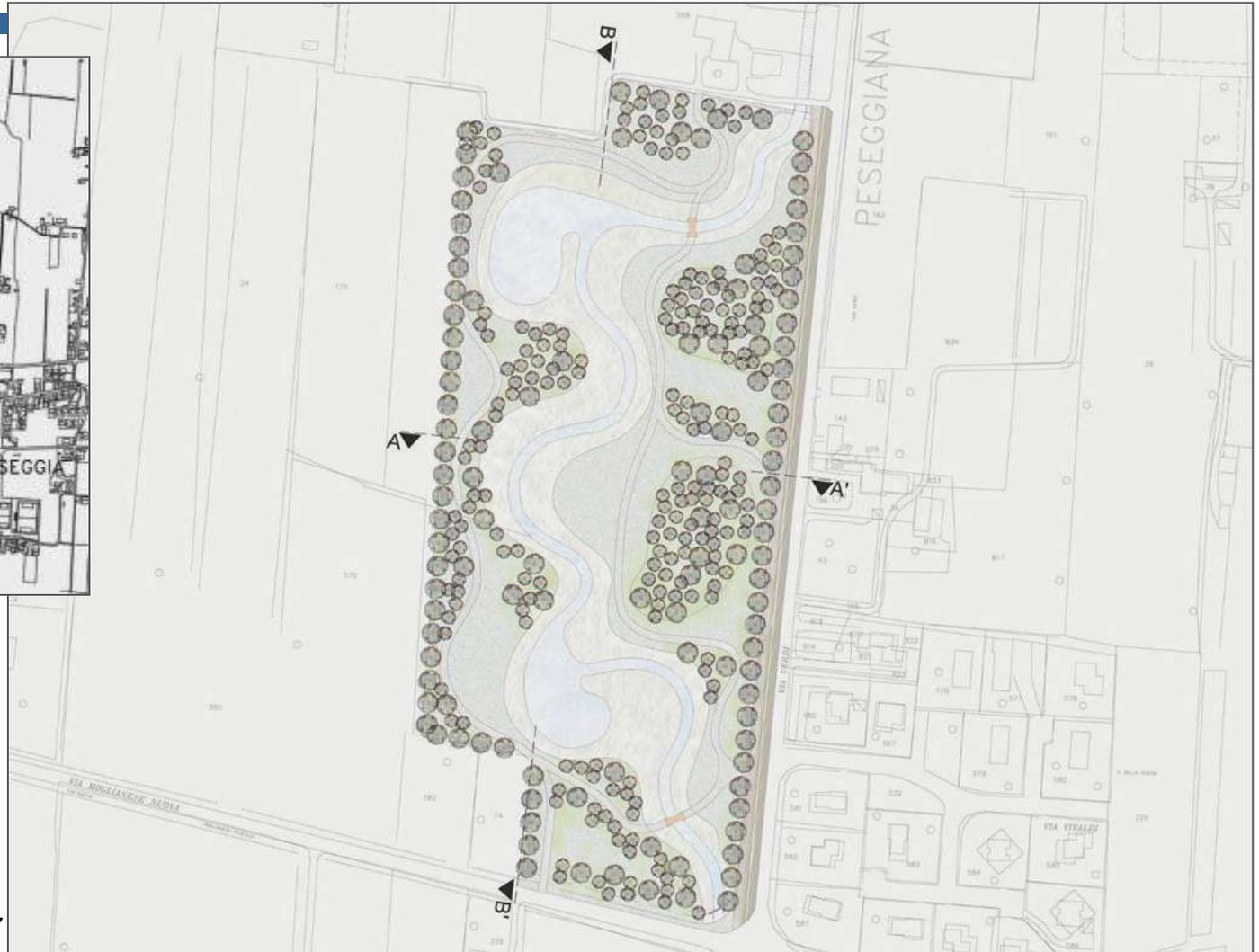
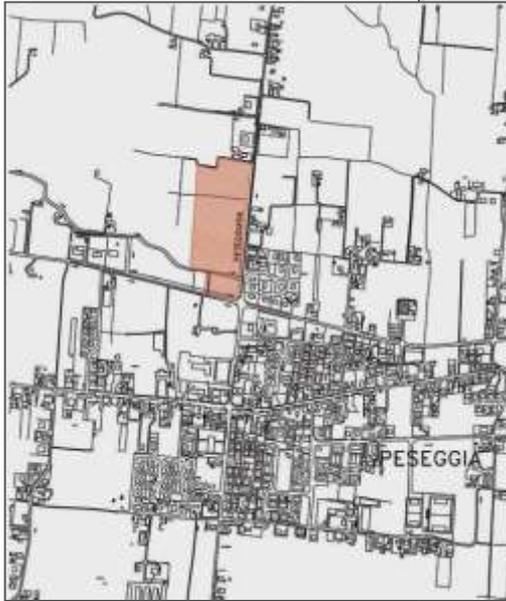
Controle de cheias, de carga difusa e harmonização paisagística



Bolonha, Itália



Amortecimento de cheias e harmonização paisagística



Amortecimento de cheias e harmonização paisagística



Del Rizzo, 2007

Amortecimento de cheias e harmonização paisagística



Del Rizzo, 2007

Amortecimento de cheias e harmonização paisagística



Del Rizzo, 2007

Reservatórios de águas de 1ª chuva



L F Orsini, 2007

Distrito industrial de Biandrate, It

Bivio Vela, Pavia, It



L F Orsini, 2006

Sistema automático de limpeza



Legislação italiana

exemplo

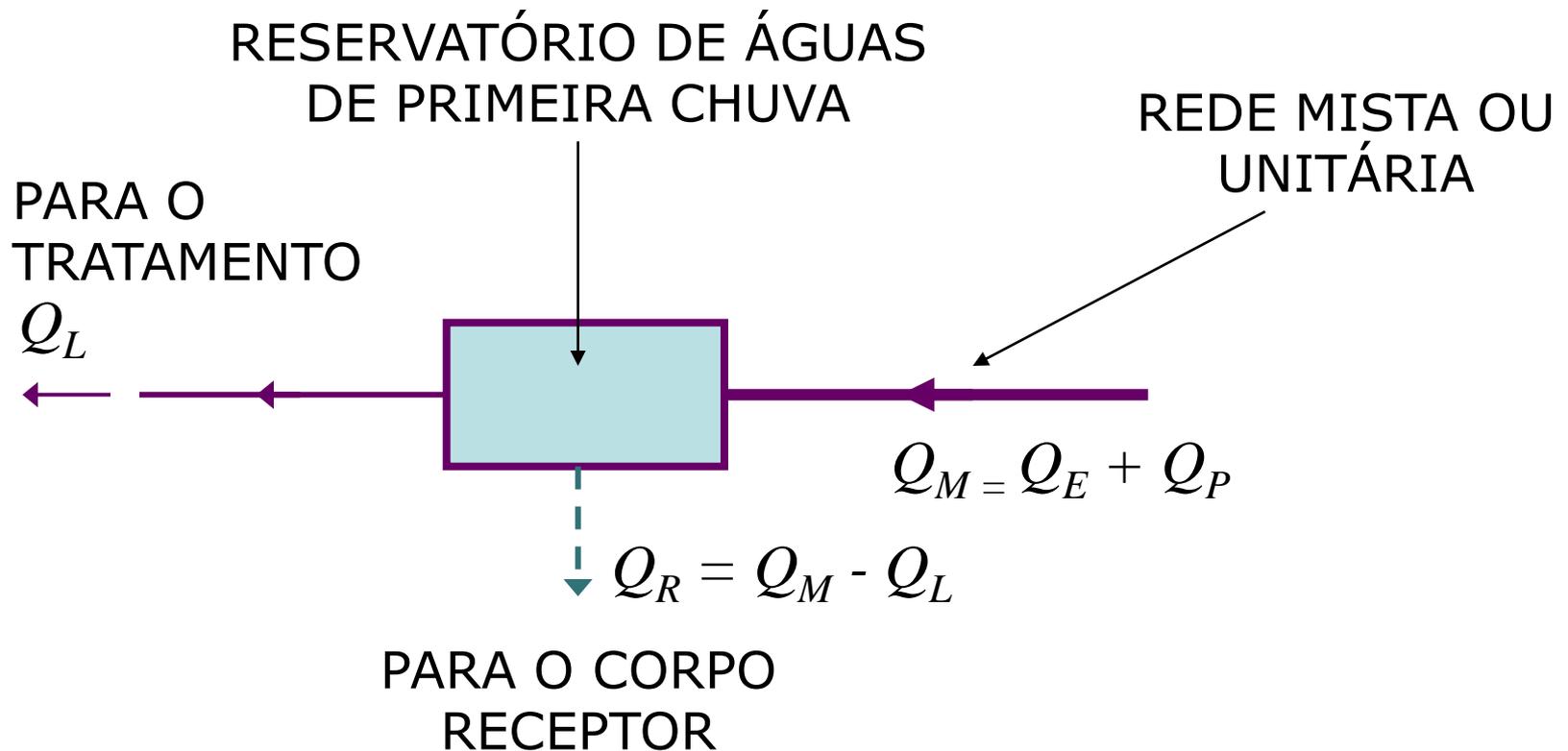
Piano di Tutela Regione Lombardia

Regolamento regionale 24 marzo 2006 - n. 3: “Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie , in attuazione dell’art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12/12/2003 n. 26”

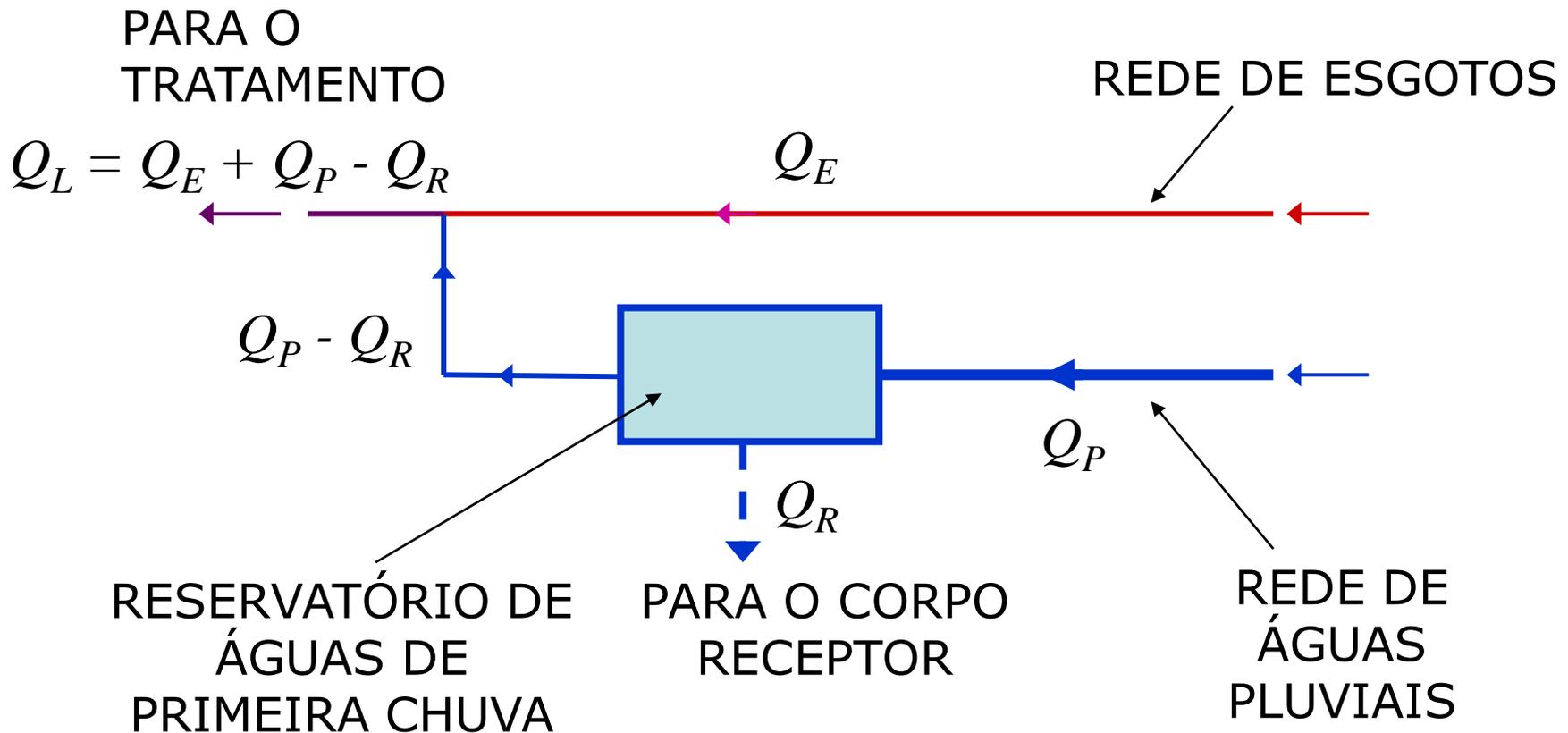
Art. 16: *Indica i casi in cui sono richieste le vasche di prima pioggia e i criteri per il loro dimensionamento:*

- Comma 3
 - a: vasche da 50 mc/ha_{imp} nel caso di recapito in corpi idrici significativi (PTUA) o sul suolo
 - b: vasche da 25 mc/ha_{imp} nel caso di recapito in corpi idrici non significativi
- Comma 4
 - a: le vasche sono realizzate in testa all’impianto di depurazione
 - b: presso gli scaricatori di piena che sottendono agglomerati con oltre 10.000 a. e.
 - c: presso gli scaricatori di piena che sottendono almeno l’80% della superficie servita dalla rete, nel caso di recapito in corpi idrici significativi o sul suolo, e il 50%, nel caso di recapito in corpi idrici non significativi

Reservatório de 1ª chuva em linha (rede mista ou unitária)



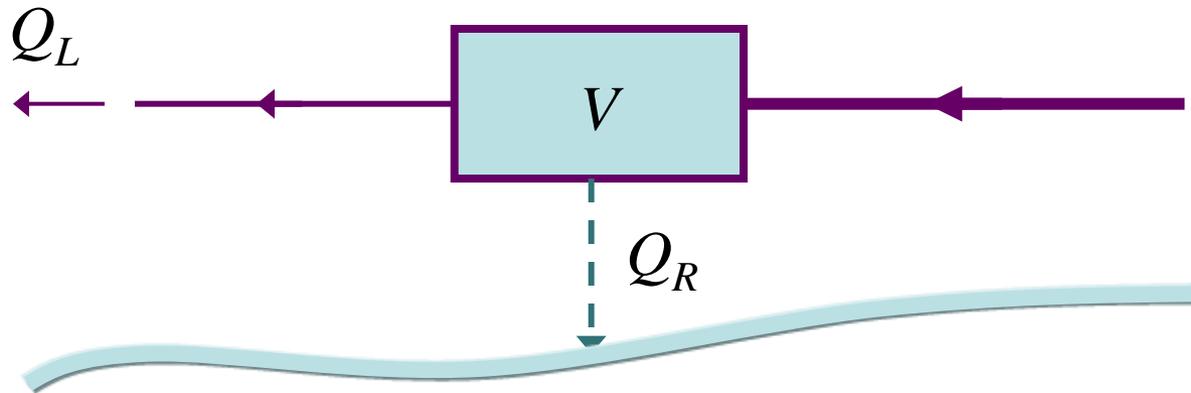
Reservatório de 1ª chuva fora de linha (redes separadas)



Condicionantes

Objetivo: reduzir Q_R

- Q_R = vazão correspondente à carga máxima admissível para o lançamento
- Q_L = capacidade do sistema a jusante e da ETE
- Volume do reservatório $V = f(Q_R; Q_L)$



Volume do reservatório de águas de 1ª chuva

□ Na prática:

- $r = 2,5$ a $6,0 \rightarrow$ Volume

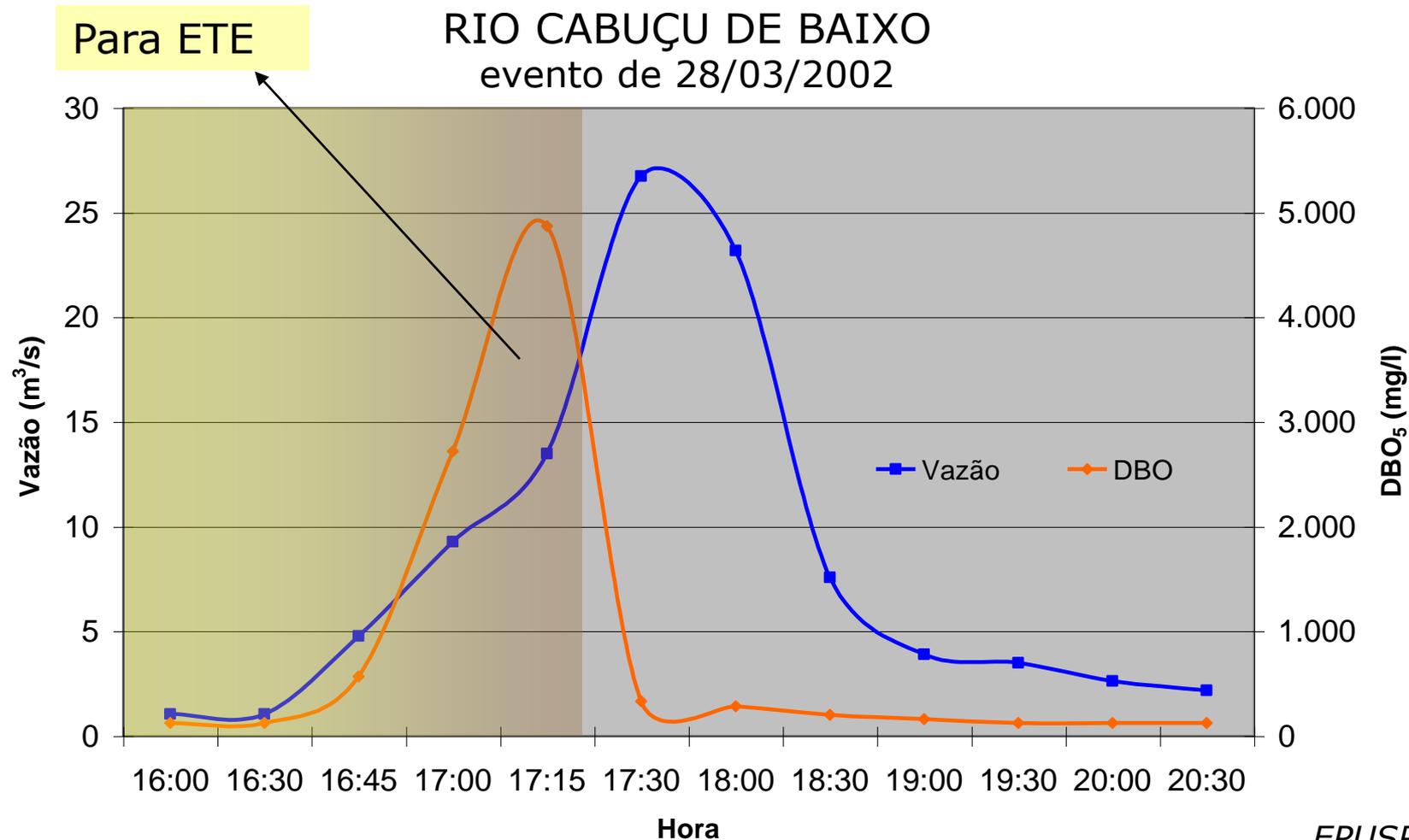
$$r = \frac{Q_L}{Q_{ME}} \quad \begin{array}{l} Q_L = \text{Vazão limite a jusante} \\ Q_{ME} = \text{Vazão média de esgotos} \end{array}$$

ou

- $V = 25$ a $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ de área impermeável diretamente conectada (2,5 a 10 mm de chuva)
-

Estudo de caso

tratar esgotos + águas de 1ª chuva

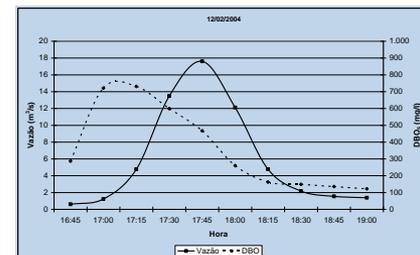
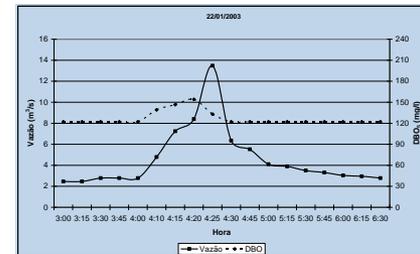
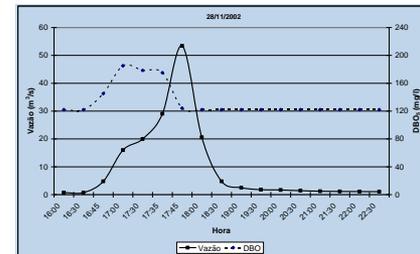
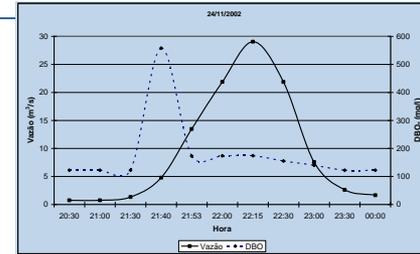
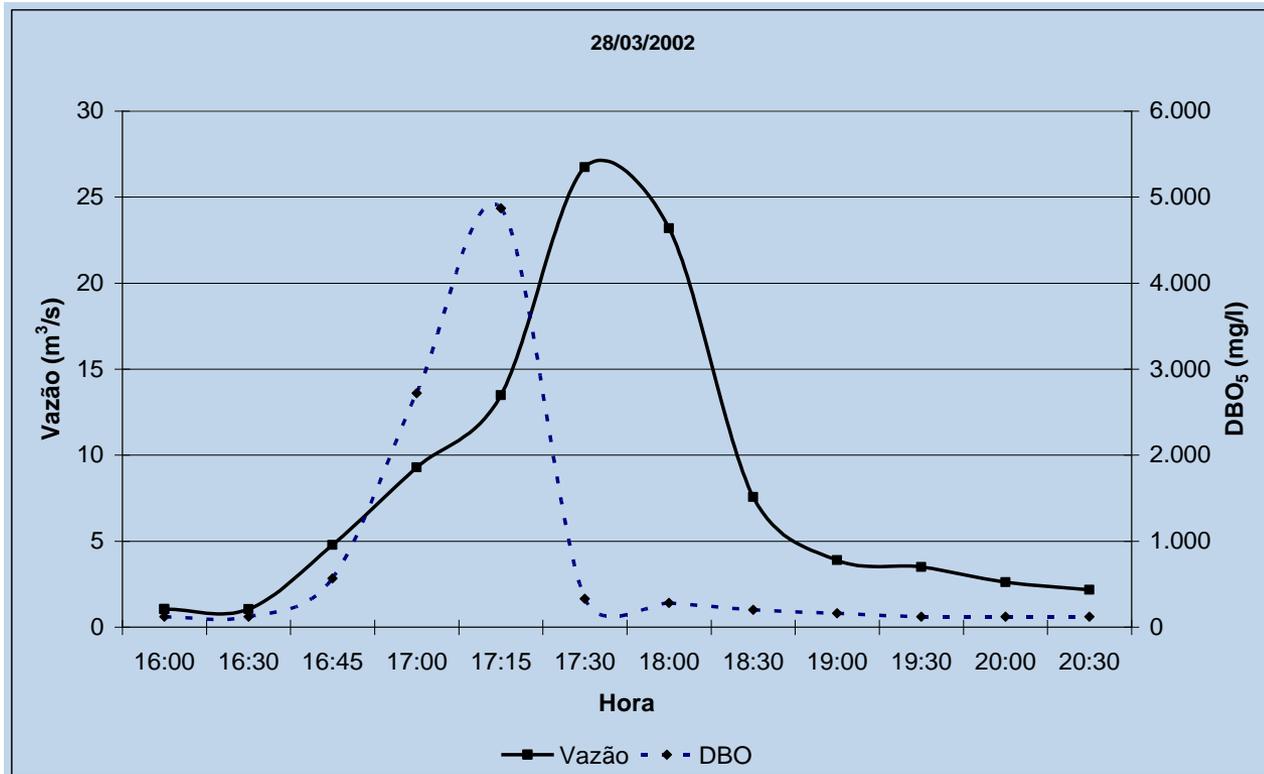


Caso Avaliado

- Bacia do Rio Cabuçu de Baixo
 - Área = 18,83 km²
 - Área urbanizada = 6,75 km²
 - População = 123 mil
 - Cobertura de rede de esgotos
51% (habitações subnormais) a 80%
 - Volume dos reservatórios hipotéticos
 $V = 50\text{m}^3/\text{ha} \times 675 \text{ ha} = 33.375 \text{ m}^3$
 - Área total ocupada pelos reservatórios
 $8.432 \text{ m}^2 = 0,06\%$ da área da bacia
-

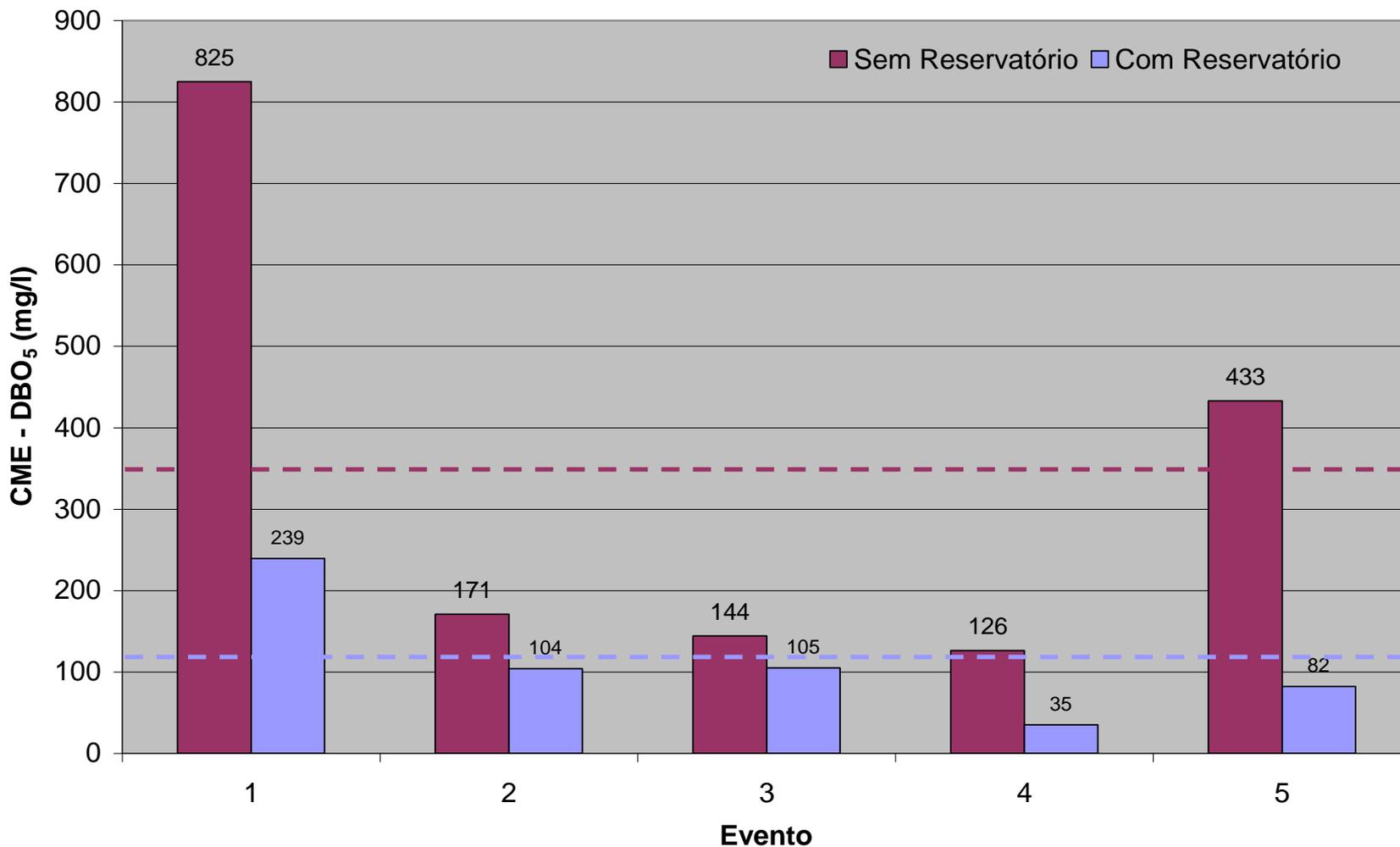
Caso avaliado

- 5 eventos com medição de concentração de DBO_5 e vazão



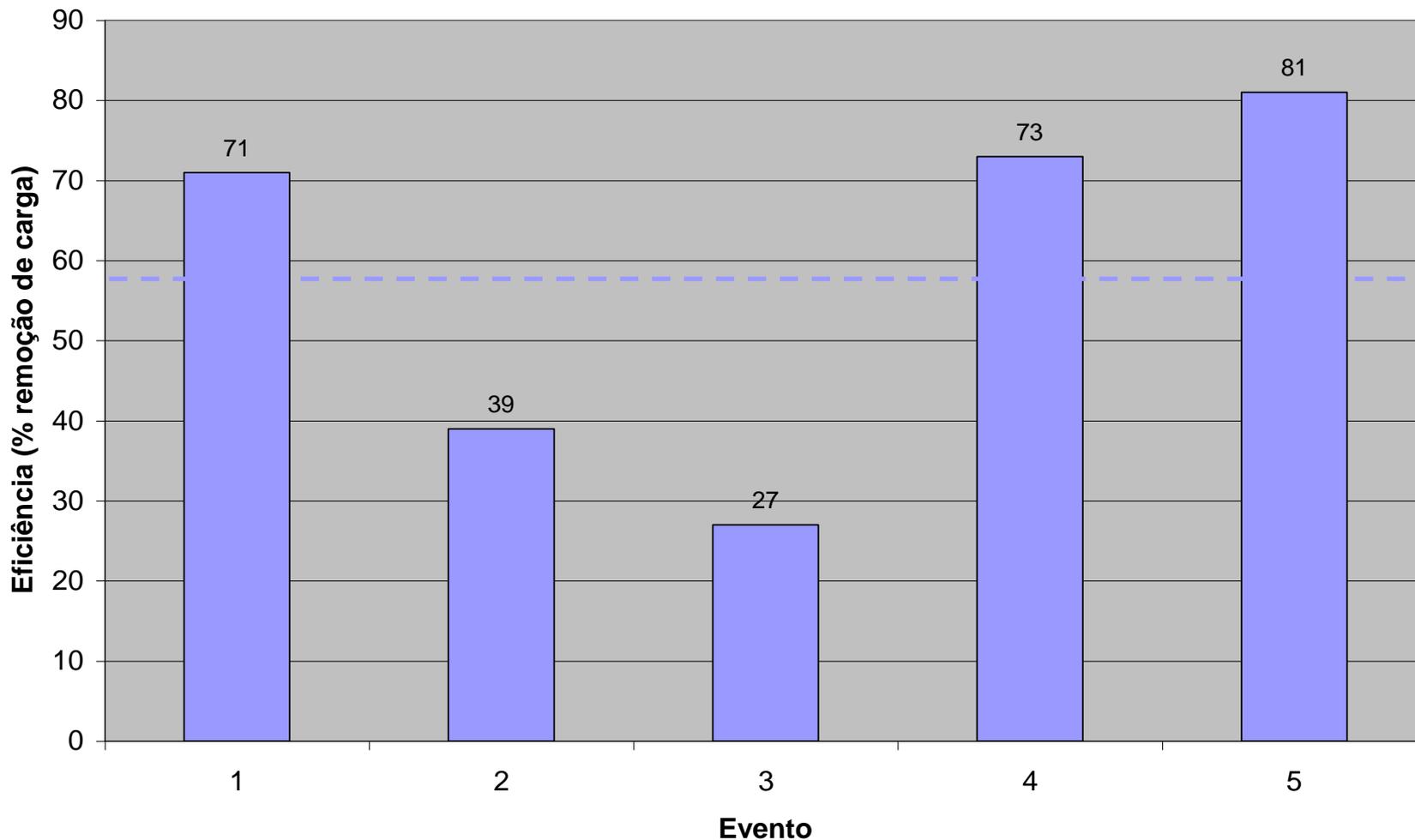
Resultados

Concentração Média do Evento (CME)



Resultados

Remoção de carga (%)



Impactos no Tratamento

ex: Estação de Tratamento de Collegno, Turim, operada pela SMAT S.p.A

- $Q_{\text{chuva}} = 5 \times Q_{\text{tempo seco}}$
 - Tipo: lodos ativados convencional + filtração + desinfecção
 - Pop. atendida = 270 mil habitantes
 - Balanço do ano 2006:
 - Tratamento de 14 milhões de m^3 de efluentes (71 dias de chuva)
 - Qualidade do corpo receptor (Rio Dora) mantida acima da exigida
 - Custo operacional: € 3,7 milhões
-

Impactos no Tratamento

ex: Estação de Tratamento de Collegno, Turim, operada pela SMAT S.p.A

- Gradeamento - aumento do número de grades em operação (2 para 5) e da frequência dos rastelos
 - Desarenadores air lift - operam normalmente com eficiência de 90%
 - Decantadores primários: aceleração da velocidade de extração de lodo
-

Impactos no Tratamento

ex: Estação de Tratamento de Collegno, Turim, operada pela SMAT S.p.A

- Tratamento biológico - tanques de oxidação: retenção do lodo no fundo dos tanques para compensação do efeito de "lavagem"; reservação de lodo secundário para ser utilizado nas épocas de chuvas
 - Filtração: descarte do excesso de água
 - Tratamento do lodo: operação normal
-

Estação de Tratamento de Esgotos de Sistema Unitário – Nosedo, Milão



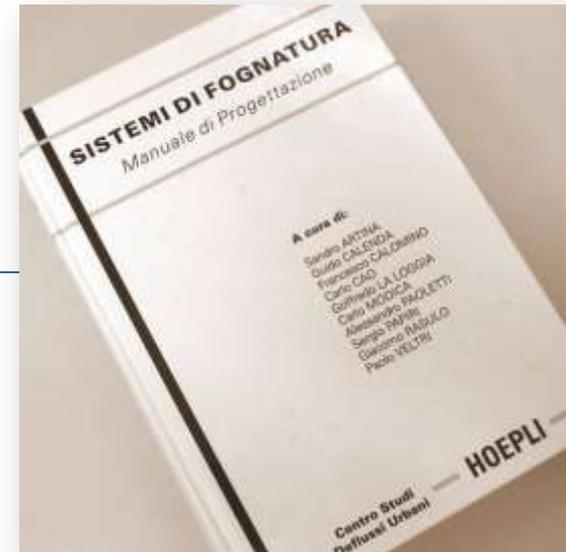
Estação de Tratamento de Esgotos de Sistema Unitário – Nosedo, Milão

- Q méd. tempo seco = 5 m³/s
 - Q méd. chuva = 15 m³/s
 - População atendida = 1.250.000
 - Eficiência de remoção:
 - DBO = 93%
 - Nitrogênio = 56%
 - Fósforo = 71%
 - SST = 93%
 - Área = 150 ha
 - Custo: € 117 mi, ou € 93,60/hab
-

Estação de Tratamento de Esgotos Sistema Unitário



Projeto em andamento



- ❑ Manual para Projetos Integrados de Sistemas de Águas Pluviais e Esgotos Sanitários
 - ❑ Desenvolvido pelo CSDU, na Itália em 1997
 - ❑ Atualização, tradução e complementação
 - ❑ Recursos do FEHIDRO
 - ❑ Produção de 1.000 cópias que serão distribuídas pelo Comitê da Bacia do Alto Tietê
 - ❑ Lançamento previsto para o início de 2011
 - ❑ Coordenação: FCTH
-

Eventual Futuro Projeto chamada FAPESP/SABESP

- Proponente: FCTH
 - Monitoramento de vazão e qualidade da água em 2 bacias por um ano:
 - Bacia saneada e bacia com problemas de mistura AP e esgotos
 - Saída da rede de AP e saída da rede de esgotos
 - Coletas de hora em hora
 - 30 eventos de chuva
 - 4 semanas de tempo seco
 - Desenvolvimento de um projeto básico
-

Desafios

- ❑ Mudança de Cultura
 - ❑ Meta → Corpo hídrico
 - ❑ Desenvolver a tecnologia no Brasil
 - ❑ Reduzir lixo e sedimentos na drenagem
 - ❑ Envolver a população
 - ❑ Integração urbanística e paisagística
 - ❑ Gestão integrada: águas pluviais, esgotos, lixo e uso do solo
-

FIM

luizorsini@fcth.br
