

The background of the slide is a photograph of a sunset. The sky transitions from a deep blue at the top to a bright orange and yellow near the horizon. In the foreground, there is a calm body of water that perfectly reflects the colors of the sky and the silhouettes of the trees and buildings in the distance. The silhouettes are dark against the bright light of the setting sun.

# **DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

## **COMO COMPONENTE DO SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO**

Luiz Fernando Orsini Yazaki  
17 de agosto de 2016

# Panorama geral

# Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

## Panorama geral

---

- Considerado um ramo secundário da engenharia
- Obras executadas em reação a grandes desastres
  - Sem planejamento e sem projetos adequados
  - Soluções pontuais
- Projetos não integrados
  - Aos planos diretores, planos viários e demais serviços de saneamento
  - Vem depois do viário, do Metrô, da água, do esgoto...
  - Drenagem não é contemplada em grande parte dos Planos de Saneamento

# Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

## Panorama geral

---

- Desorganização na aplicação de recursos
  - Sem seguir um plano
  - Geralmente após estados de calamidade
- Projetos rejeitados pelos agentes financeiros por não terem um nível mínimo de qualidade
- Carência de técnicos capacitados
- Não existem normas brasileiras
- Sistemas de esgotos são interligados aos sistemas de drenagem
  - A maior parte da poluição que chega aos corpos hídricos é transportada pelo sistema de drenagem

# O que diz a Lei

Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007

Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010

# Serviços de saneamento

---

Conjunto dos serviços públicos de:

- Manejo de resíduos sólidos
- Limpeza urbana
- Abastecimento de água
- Esgotamento sanitário
- Drenagem e manejo de águas pluviais

# Alguns princípios

---

- Universalização do acesso
- Manejo de águas pluviais realizado de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente
- Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais
- **Eficiência** e sustentabilidade econômica
- Integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos

# Definição de Serviços Públicos de Manejo das Águas Pluviais Urbanas

---

1. Drenagem urbana
2. Transporte de águas pluviais urbanas
3. Detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias
4. **Tratamento** e disposição final de águas pluviais urbanas.



# Cobrança

---

Os serviços terão sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração que permita recuperação dos custos

- Na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades
- Deverá levar em conta, em cada lote urbano, o percentual de área impermeabilizada e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção

# Níveis de Atendimento

# Serviços de Saneamento

## SNIS, 2014

Serviço	Índice de Atendimento
Abastecimento de água	83%
Coleta de lixo	96%
Tratamento de lixo	68%
Coleta de esgotos	58%
Tratamento de esgotos	41%
Sistema de drenagem	???
Tratamento de águas pluviais	0%

O lixo de quase 46 milhões de pessoas é jogado na drenagem

Mais de 20 bilhões de litros de esgotos são despejados diariamente nos rios brasileiros pela drenagem

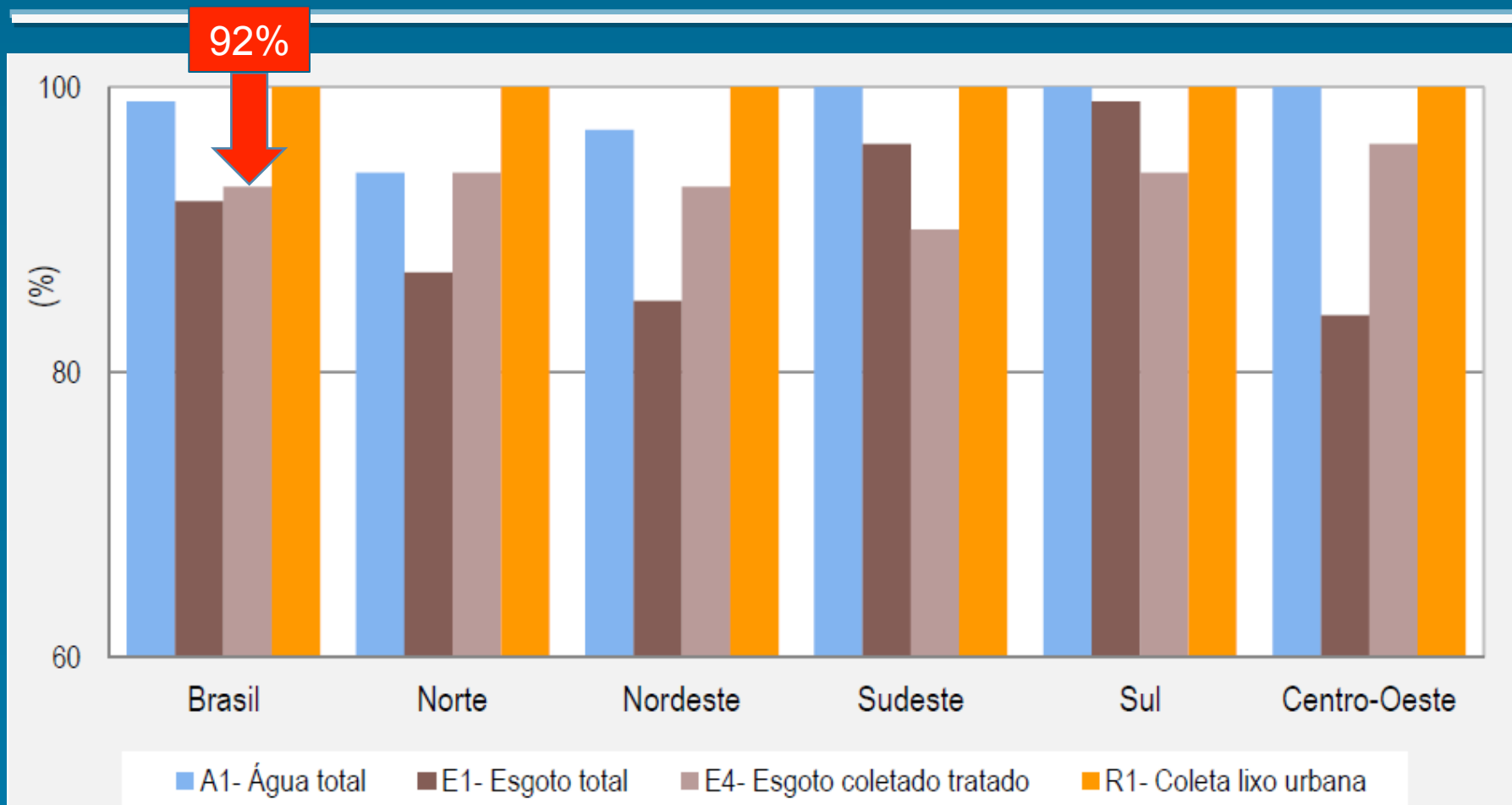
# Inundações no Brasil

- **2.606** estados de emergência e calamidade pública entre 01/2010 e 03/2011
- **41%** dos municípios sofrem inundações periódicas
- Em 2007 o MIN gastou **R\$ 53 milhões** na prevenção e **R\$ 348 milhões** em “respostas aos desastres”



Juatuba, MG, 5/1/2012  
Douglas Magno/O Globo

# Metas do PLANSAB para 2033 água, esgotos e lixo



**FIGURA 6.1:** Principais metas para saneamento básico nas macrorregiões e no País em 2033

# Metas do PLANSAB para drenagem

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
D1. % de municípios com inundações e/ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos <sup>(2)</sup>	2008	41	33	36	51	43	26
	2018		--	--	--	--	--
	2023		--	--	--	--	--
	2033	11	6	5	15	17	5

<sup>(2)</sup> O indicador D1 adotado é o único em que se dispõe de série histórica capaz de orientar a projeção de metas. Na avaliação, monitoramento e revisões do Plano, deverão ser progressivamente incorporados elementos do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais.

# Investimentos para universalização

PLANSAB - valores atualizados para julho de 2016

Serviço	Investimentos 2014 – 2033 (bilhões de R\$)
Água	161
Esgotos	240
Resíduos sólidos	31
Drenagem	91 (1)
Gestão	148 (2)
<b>Total</b>	<b>671</b>

(1) Valor subestimado. Não inclui: desapropriações, microdrenagem e se baseia em pesquisa com alto índice de subnotificações (PNSB, IBGE, 2000)

(2) Aumento da eficiência, capacitação técnica, campanhas educativas, etc.

# Conclusão

Dos quatro componentes do saneamento, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais são os que têm maior potencial de desenvolvimento



# Alguns Exemplos



**MARICÁ, RJ, 2016**



# PISCINÃO ANHANGUERA 2016



**Várzea do Carmo, séc XIX segundo Benedito Calixto de Jesus  
Inundação da Várzea do Carmo de 22/03/1892**



Pariza do Carmo, século XXI

# Ocupação de várzeas



Salesópolis, SP

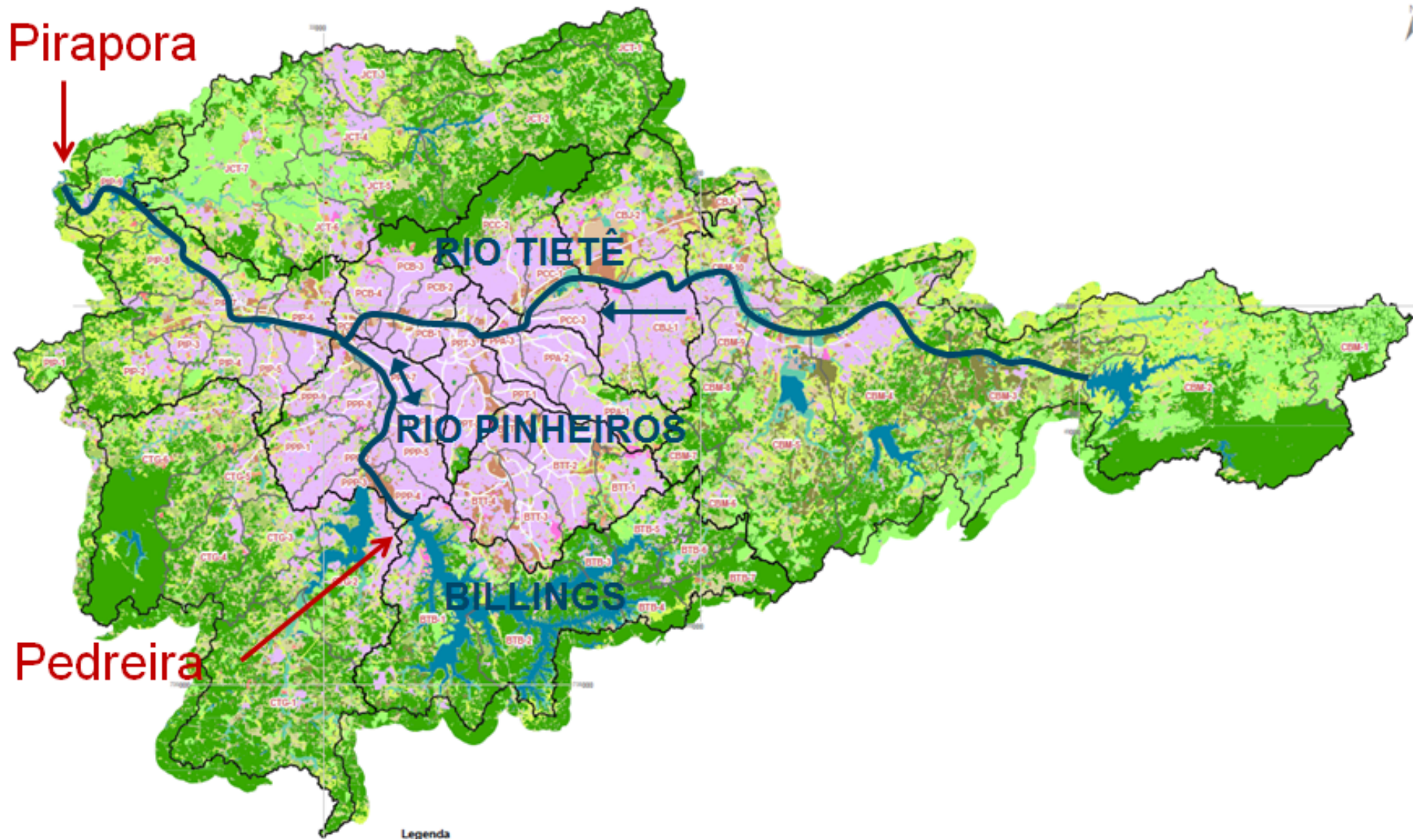


S. Paulo – Zona Leste



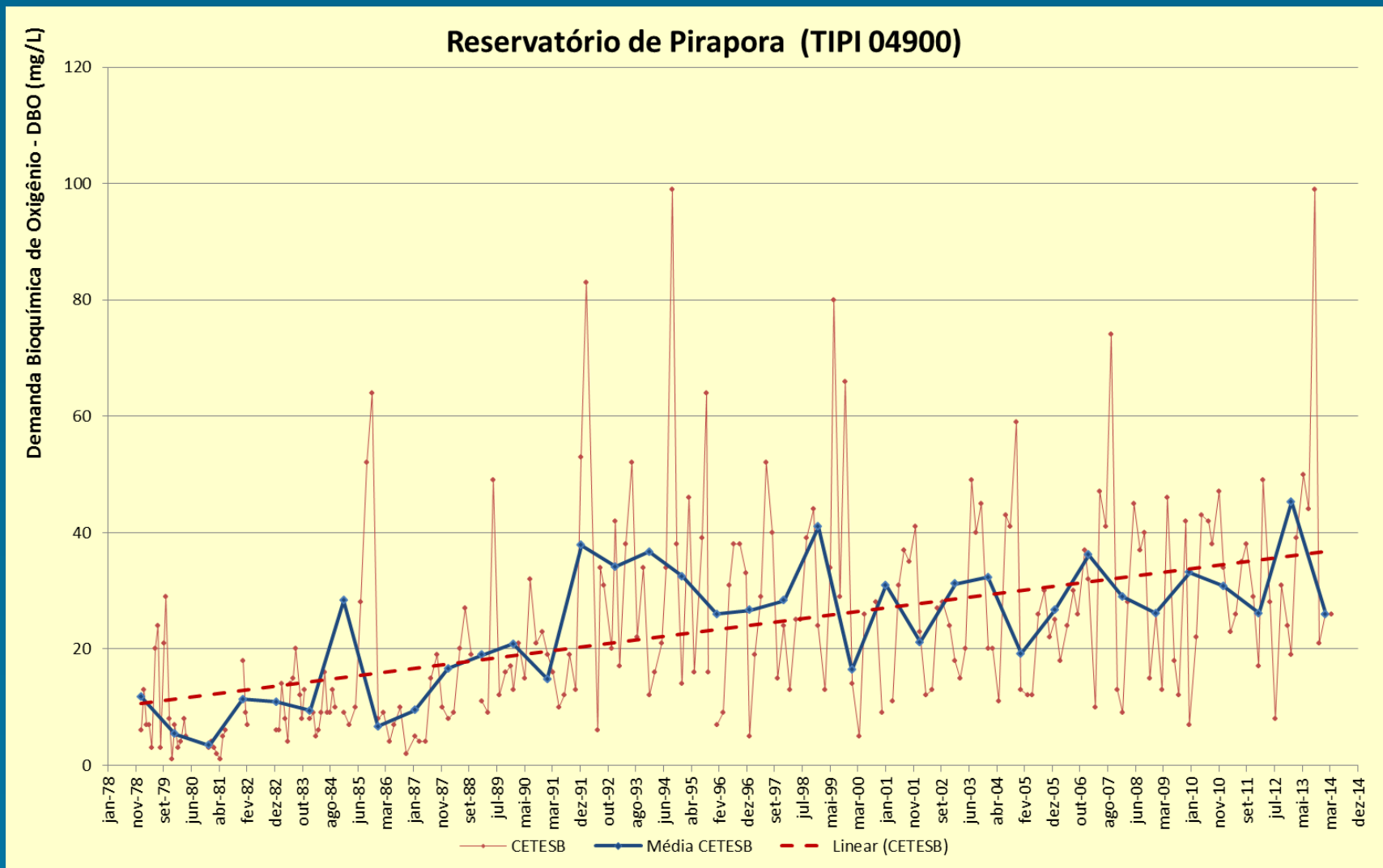
**RIO TIETÊ  
PIRAPORA DO BOM JESUS**

# Bacia do Alto Tietê (5.000 Km<sup>2</sup>)





# DBO na saída da Bacia do Alto Tietê - 1978 à 2014





ÁGUA DO RIO PINHEIROS  
LOGO APÓS A CHUVA

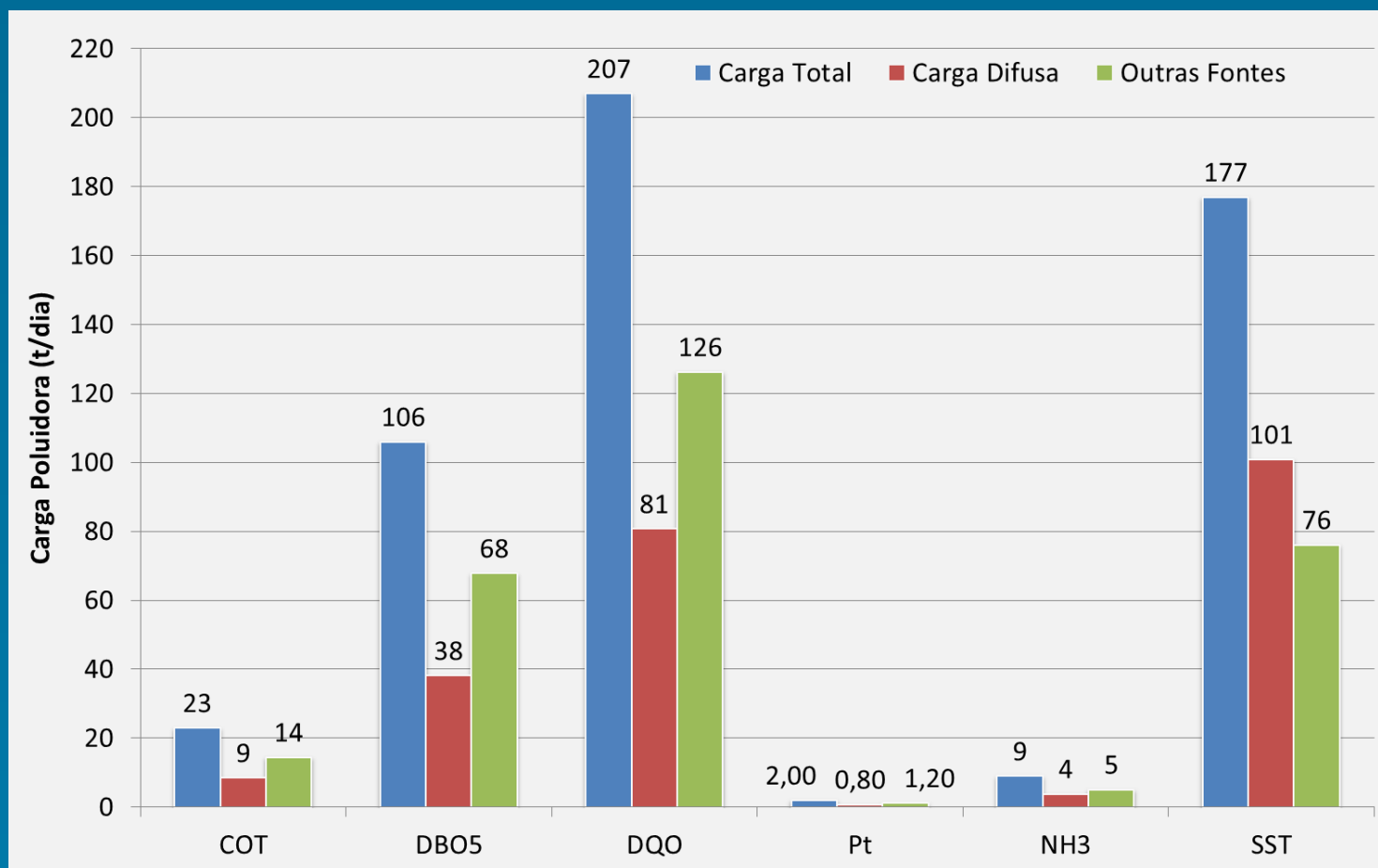


Orsini, 08/08/2008

# Carga difusa no Rio Pinheiros

## monitoramento de 18 eventos entre agosto e dezembro de 2009

Cargas totais, carga difusa e de outras fontes (tonelada/dia)



# Esgotos na drenagem

---



Bacia do Córrego do Sapateiro SVMA, São Paulo, 2004

# Boca de lobo adaptada

2006



2016



Al. Campinas, Jardim Paulista, São Paulo

# Galeria de Águas Pluviais com Esgotos

Origem:  
vazão de  
esgotos em dia  
sem chuva



Al. Campinas x Al. Lorena, Jardim Paulista, São Paulo

Orsini, 6/02/2016





# Importante!

Sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais são planejados, projetados, construídos e operados para reduzir simultaneamente:

- Poluição hídrica
- Riscos de inundação
- Erosão

# Integração

- Água
- Esgotos
- Lixo
- Drenagem

# ÁGUA E ESGOTOS

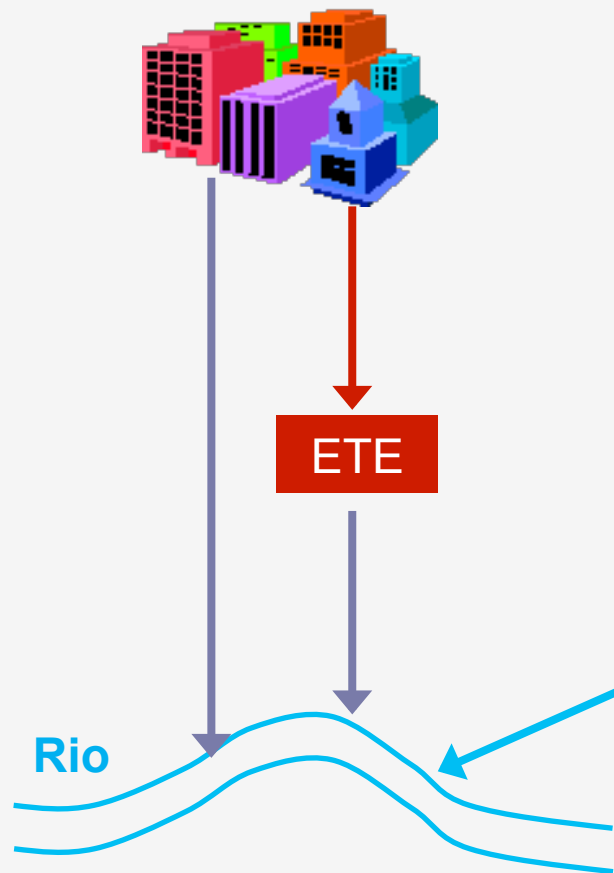
# DRENAGEM

# LIXO



# Concepção tradicional

## Objetivo: índice de atendimento



Sistema de Esgotos dimensionado em função de:

- População / índice de atendimento
- Consumo de água
- Características urbanas
- Etc.

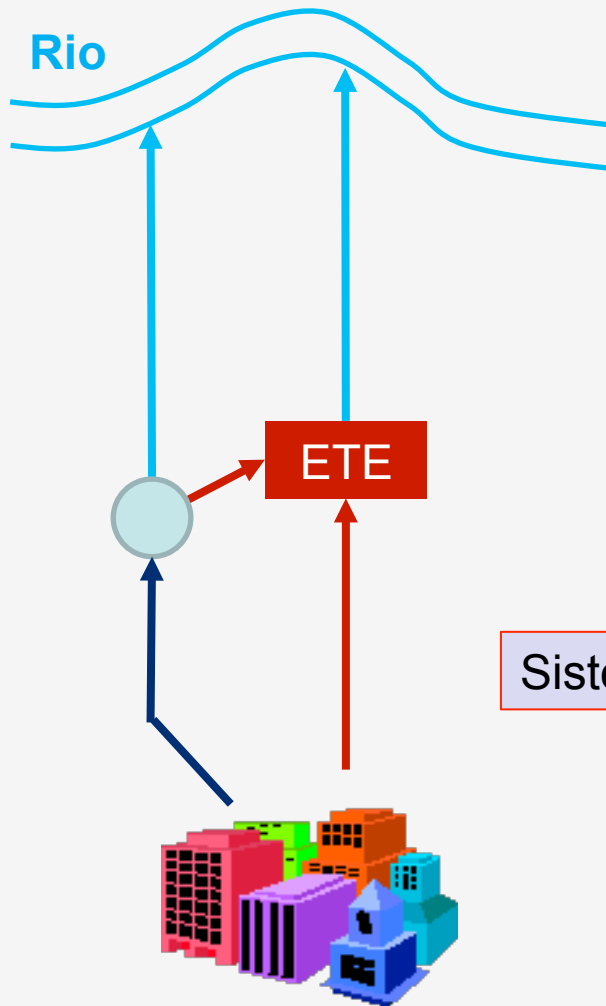
Sistema de Drenagem dimensionado em função de:

- Pontos críticos
- Impermeabilização
- Carac. urbanas
- Intensidade da chuva
- Etc.

- Qualidade da água no rio é função da eficiência dos sistemas de Esgotos
- Uso da água condicionado à qualidade resultante

# Concepção prevista na legislação brasileira

Objetivos: qualidade da água, proteção do meio ambiente



Usos da água (classe de enquadramento)

METAS:

- Qualidade da água
- Redução dos riscos de inundação

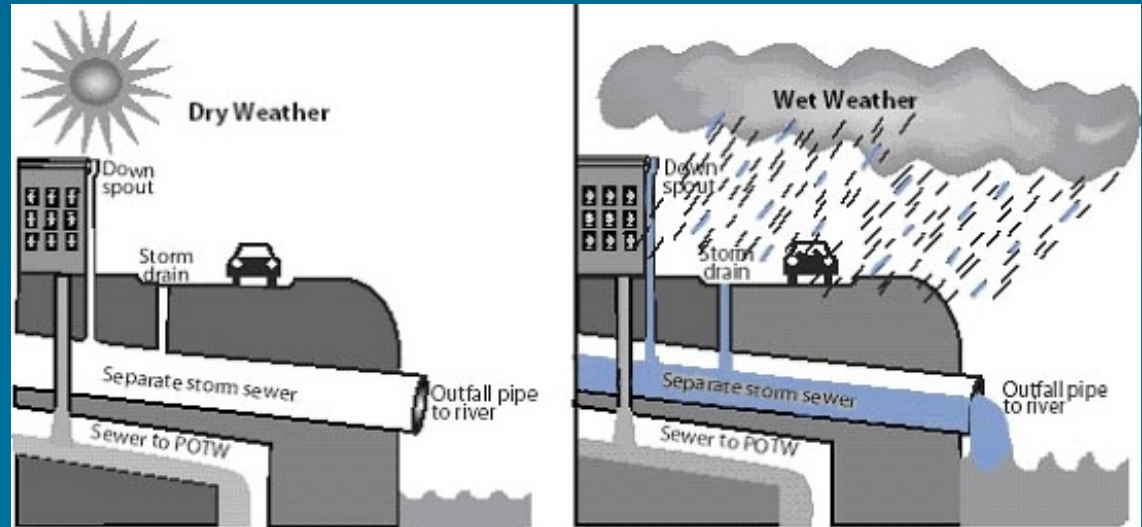
Sistema de saneamento planejado em função das METAS

Sistema de saneamento condicionado à qualidade da água

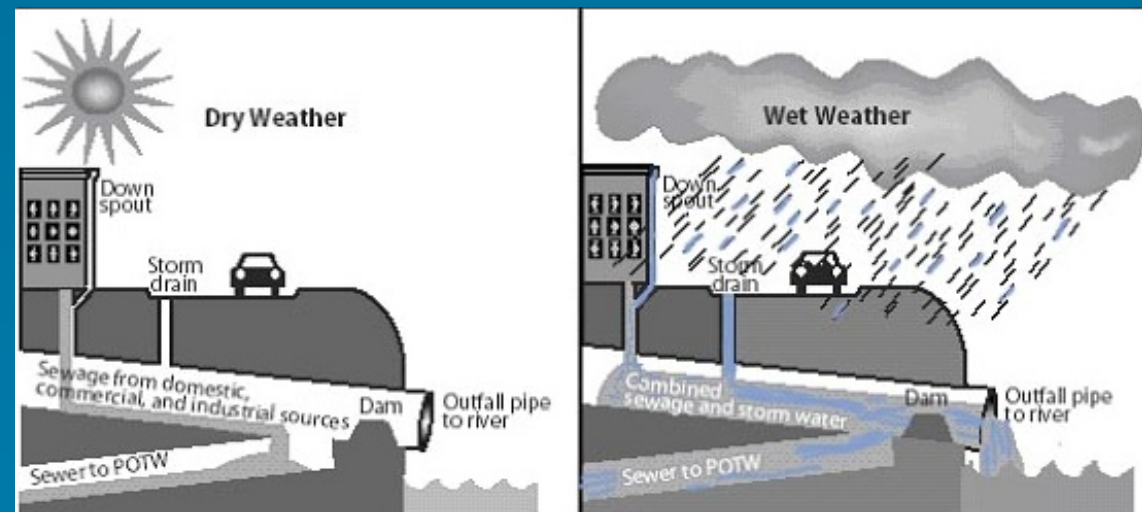
# Esgotos e Drenagem

# Sistema separador ou unitário?

Sistema separador



Sistema unitário ou combinado



# 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



*Lata Canabrava*

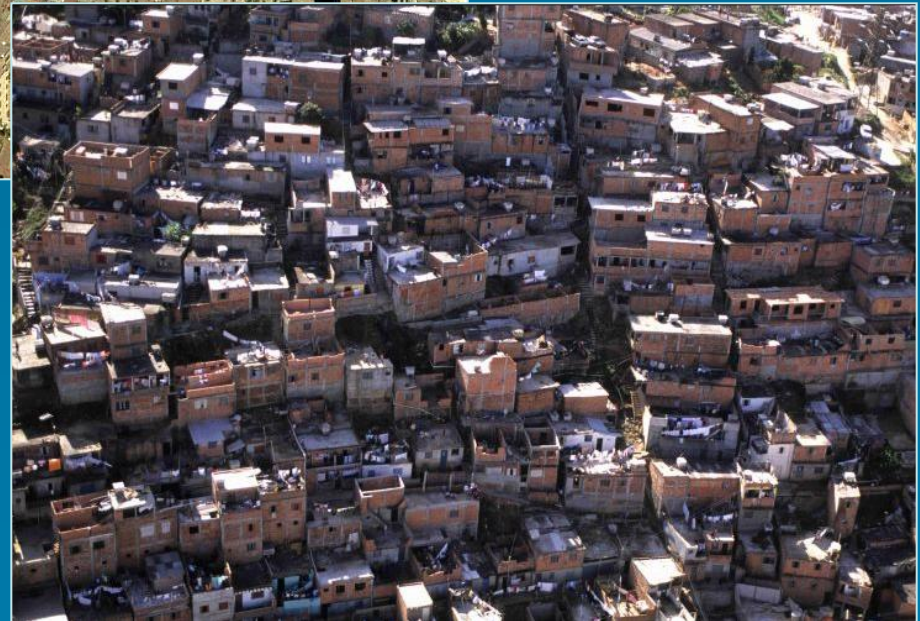
São Paulo – Eldorado Diadema

# Cidades Reais

---



Roma



São Paulo

# Como as cidades convivem com seus rios



Rio Sena, Paris



Rio Tietê, São Paulo  
Portal Terra



Rio Tibre, Roma



Rio Pó, Turim



Paris, Rio Sena



São Paulo, Rio Tietê

# Seul

## Cheong Gye Cheon



# Integração do Rio ao Ambiente Urbano



Recuperação paisagística e ambiental  
Rio Pó – Turim, Itália



Recuperação da vegetação ciliar  
Rio Capiberibe, Recife, PB

# Evolução

---

Século XIX

## DRENAGEM URBANA

- Conceito *higienista*
- **Afastar** a água



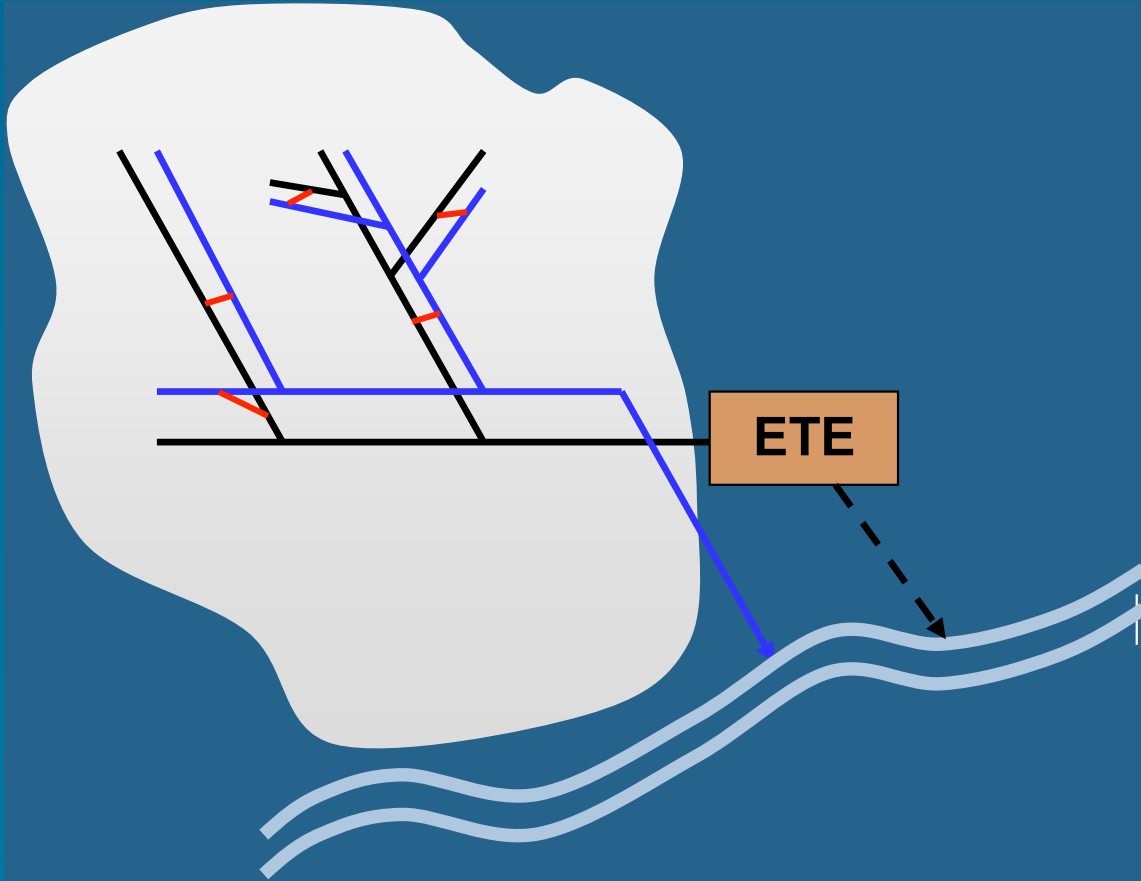
Século XXI

## MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS URBANAS

- Conceito *Ambientalista*
- **Conviver** com a água



# Sistema separador tradicional



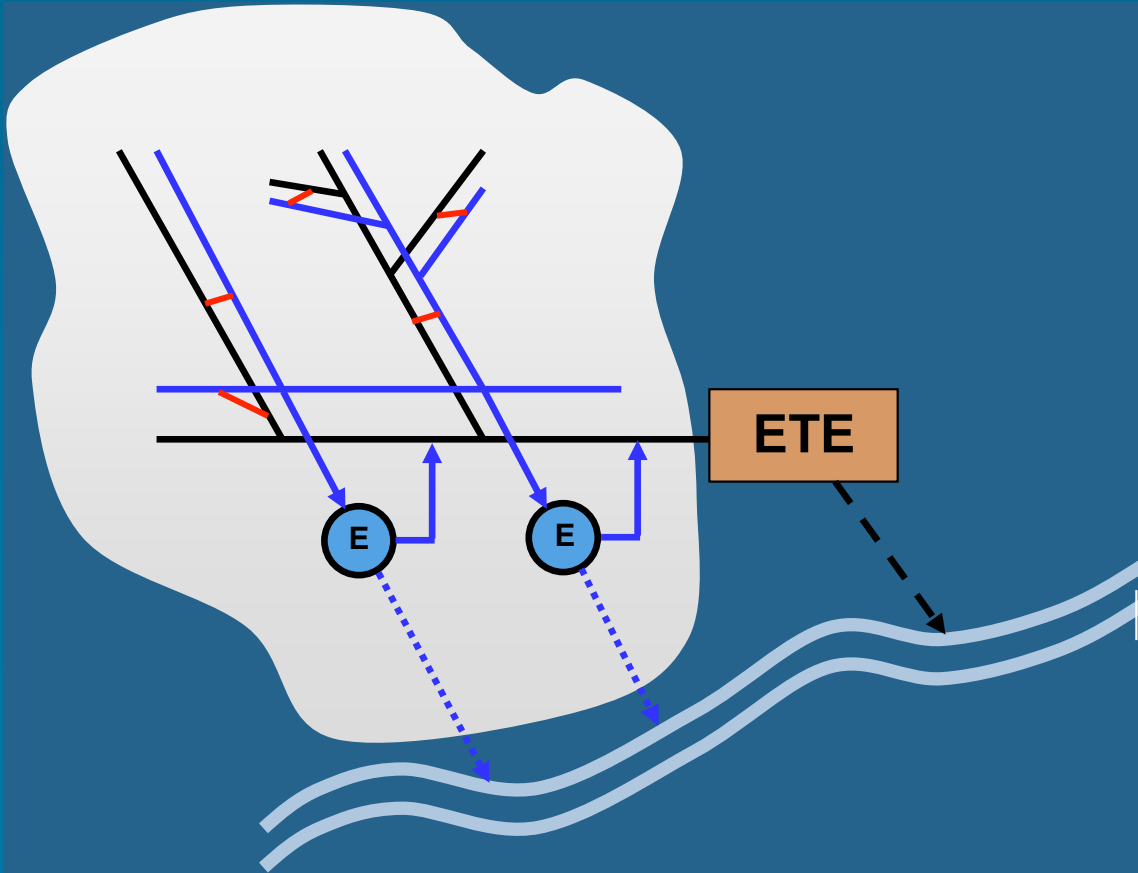
## Para a ETE

- Esgotos coletados

## Para o rio

- Vazão de base
- Águas Pluviais
- Carga difusa
- Esgotos não coletados
- Esgotos tratados

# Sistema separador com “captação de tempo seco”



## Para a ETE

- Vazão de base
- Esgotos coletados e não coletados

## Para o rio (quando chove)

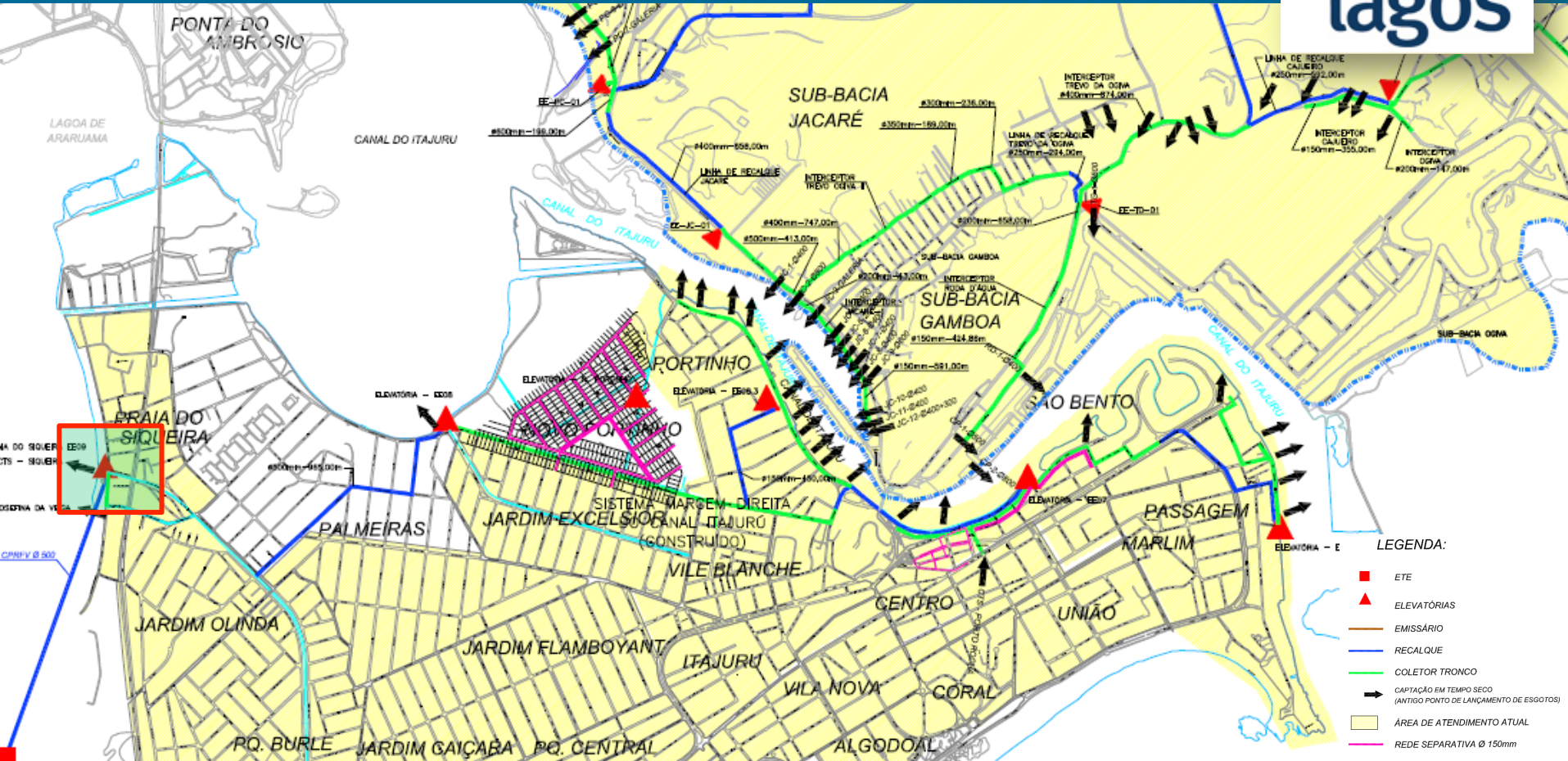
- Águas Pluviais
- Carga difusa
- Esgotos diluídos
- Esgotos tratados



Lagoa de Araruama, RJ  
Captações de tempo seco

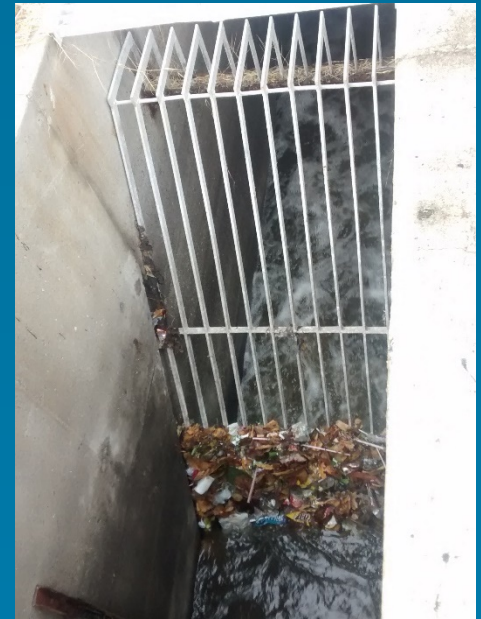
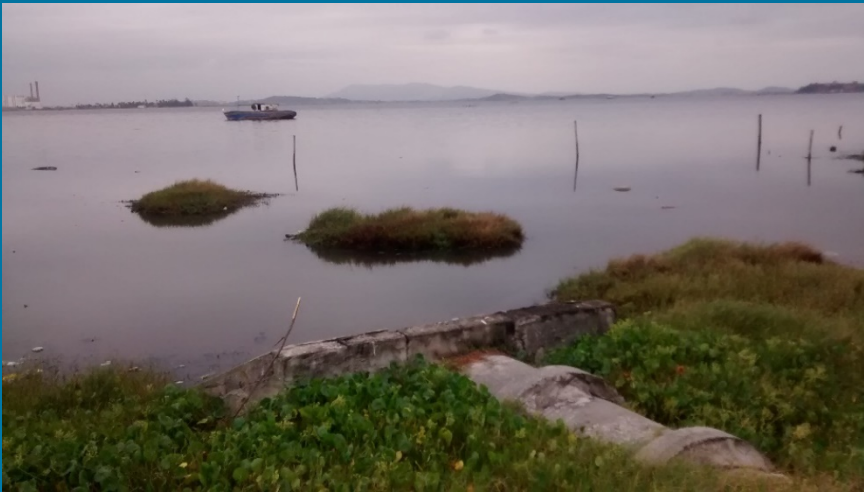
# Captação de Tempo Seco - Cabo Frio, RJ

## Manejo de esgotos e resíduos sólidos



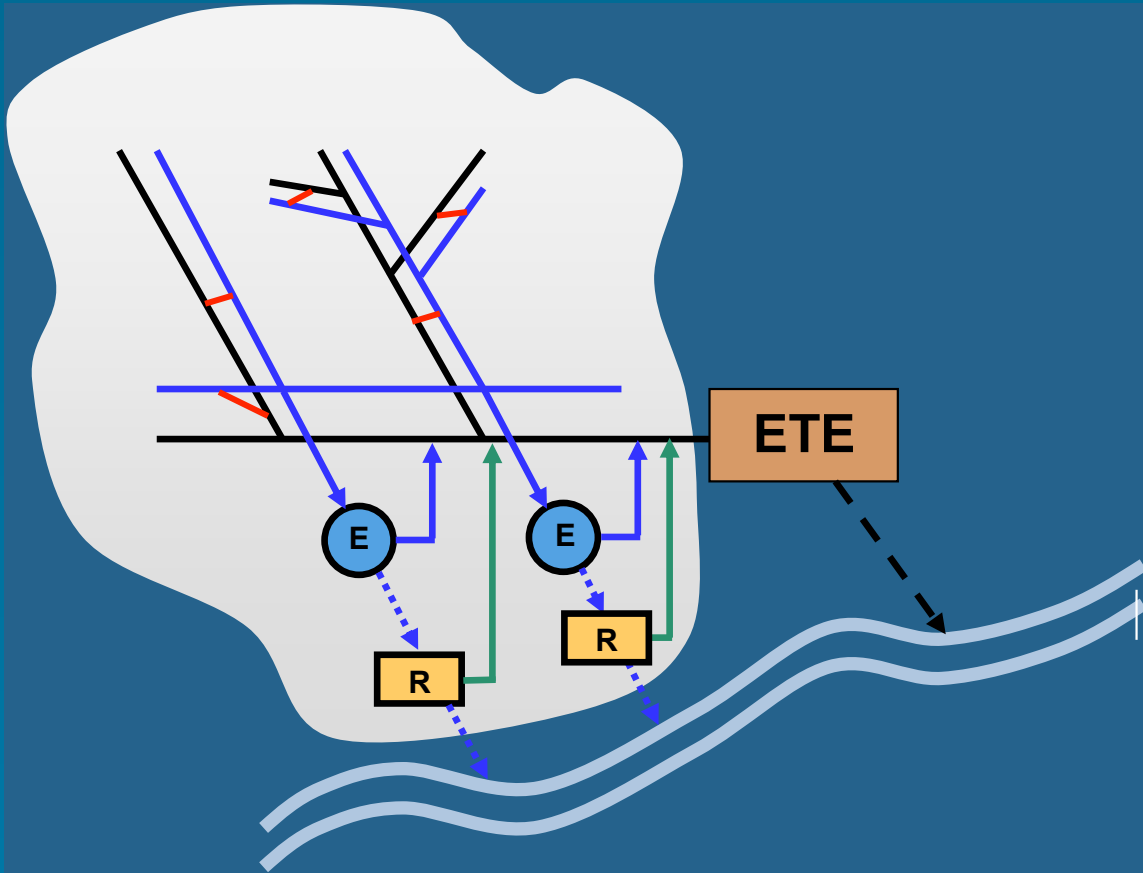
# Captação de Tempo Seco - Cabo Frio, RJ

## Manejo de esgotos e resíduos sólidos



Orsini, maio/2016

# Sistema separador com captação de tempo seco e reservatório



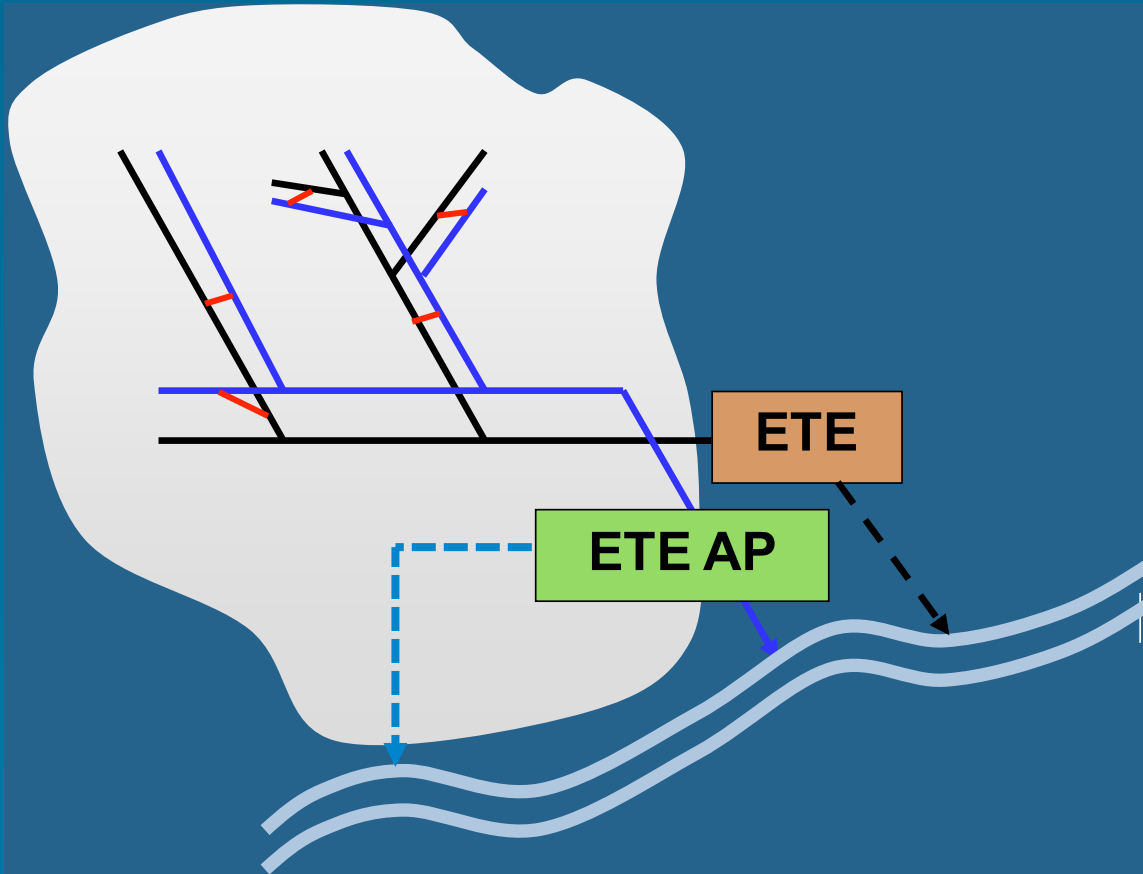
## Para a ETE

- Vazão de base
- Esgotos coletados e não coletados
- Águas de primeira chuva

## Para o rio

- Águas Pluviais após 1<sup>a</sup> chuva
- Esgotos diluídos

# Sistema separador com tratamento da carga difusa



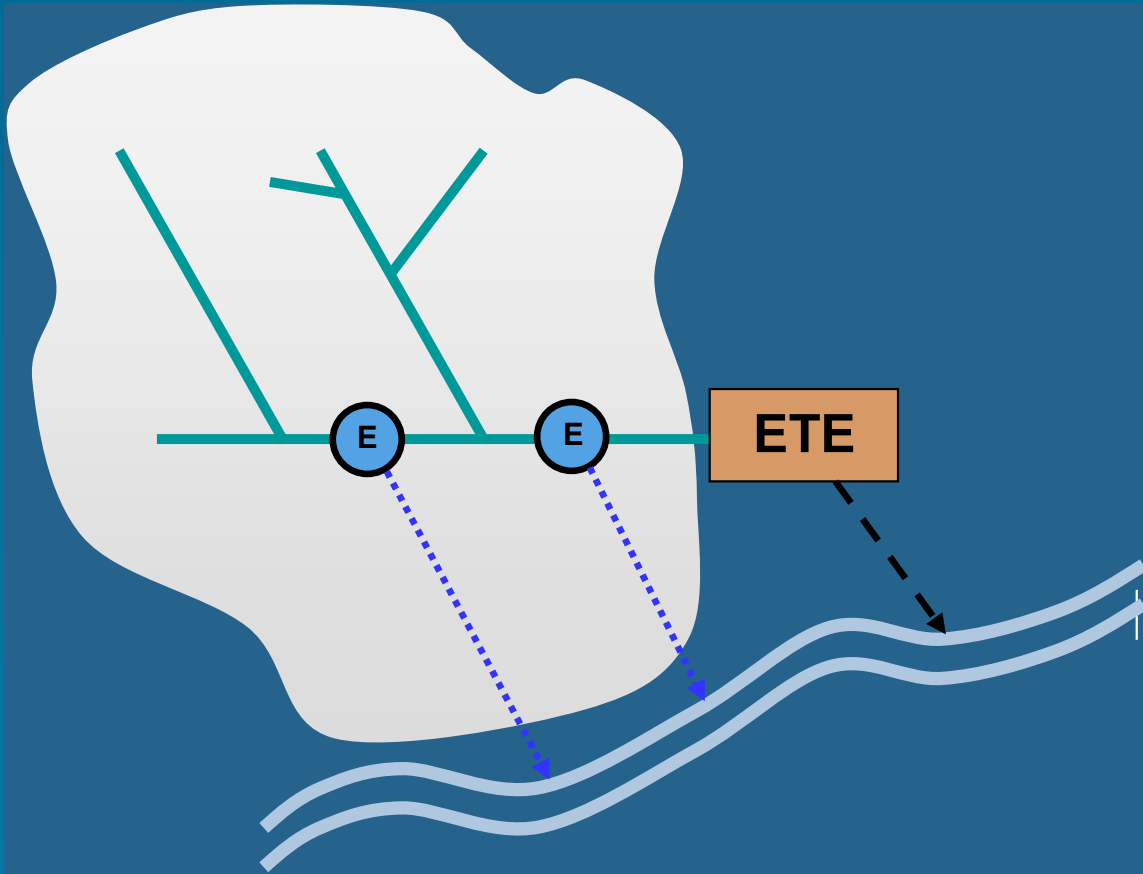
## Para a ETE

- Esgotos coletados

## Para o rio

- Esgotos não coletados tratados
- Águas de 1ª chuva tratadas
- Águas pluviais após 1ª chuva + esgotos diluídos

# Sistema unitário



## Para a ETE

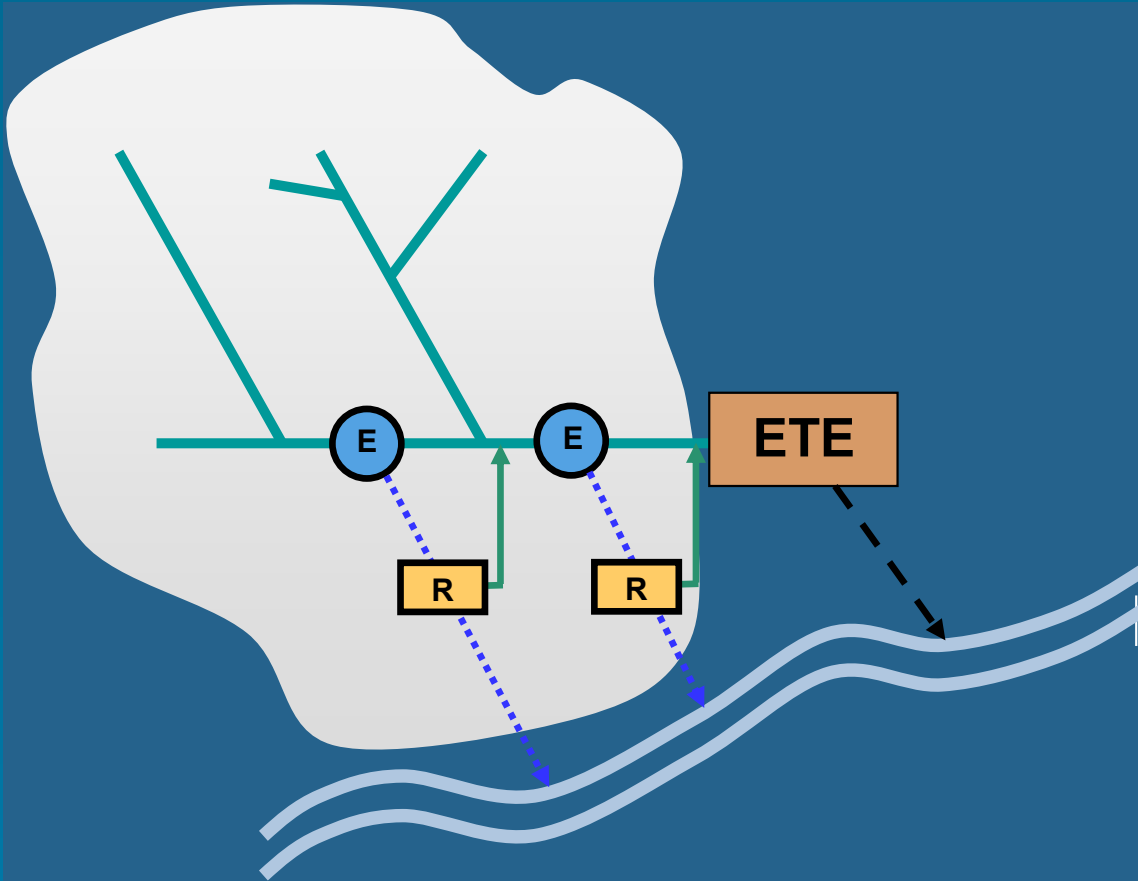
- Esgotos
- Vazão de base

## Para o rio

- Águas Pluviais
- Carga difusa com esgotos
- Esgotos tratados



# Sistema unitário com reservatório de 1ª chuva



Paoletti; Orsini, 2006

## Para a ETE

- Esgotos
- Vazão de base
- Águas pluviais de 1ª chuva
- Carga difusa

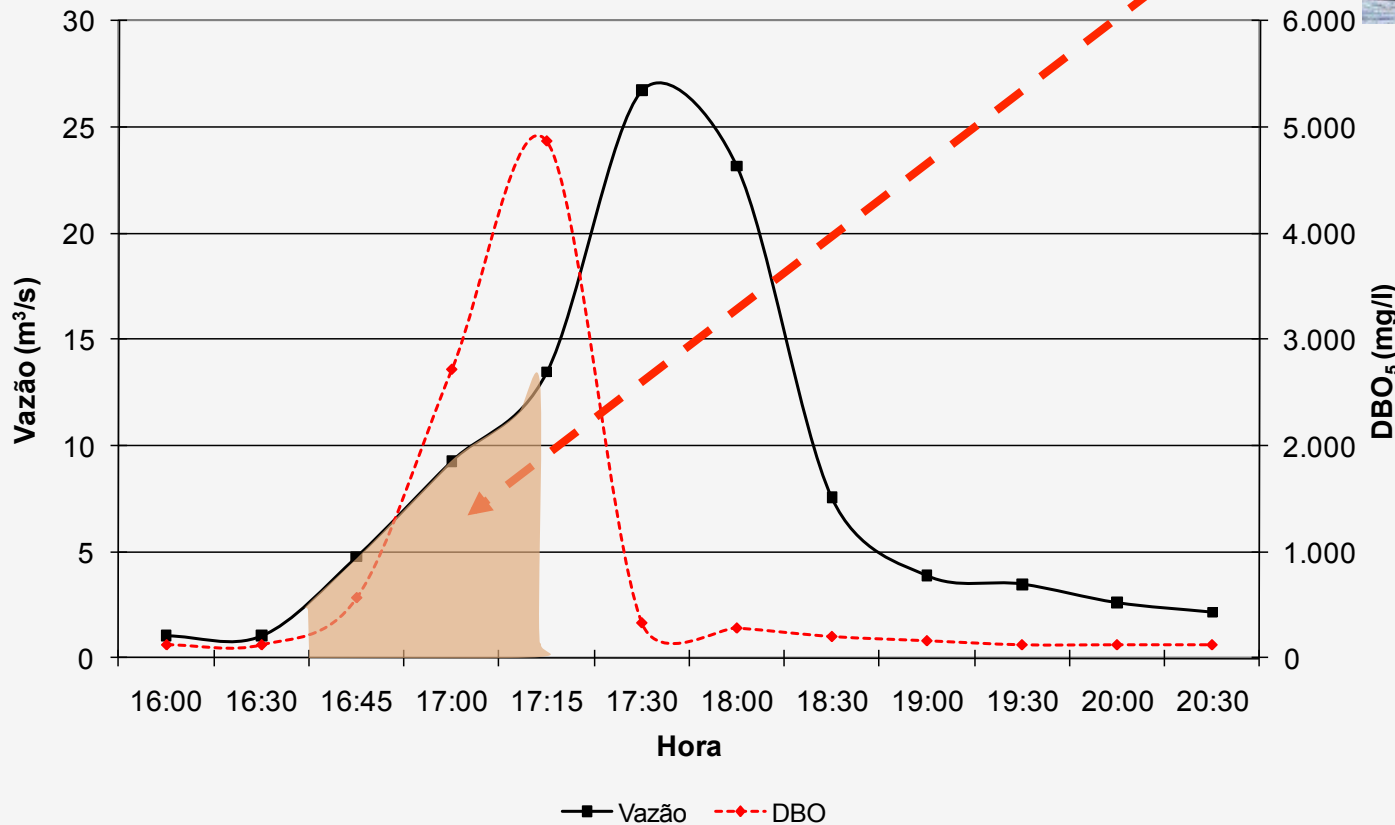
## Para o rio

- Águas Pluviais após 1ª chuva com esgotos diluídos
- Esgotos e águas de 1ª chuva tratados

# Volume a controlar

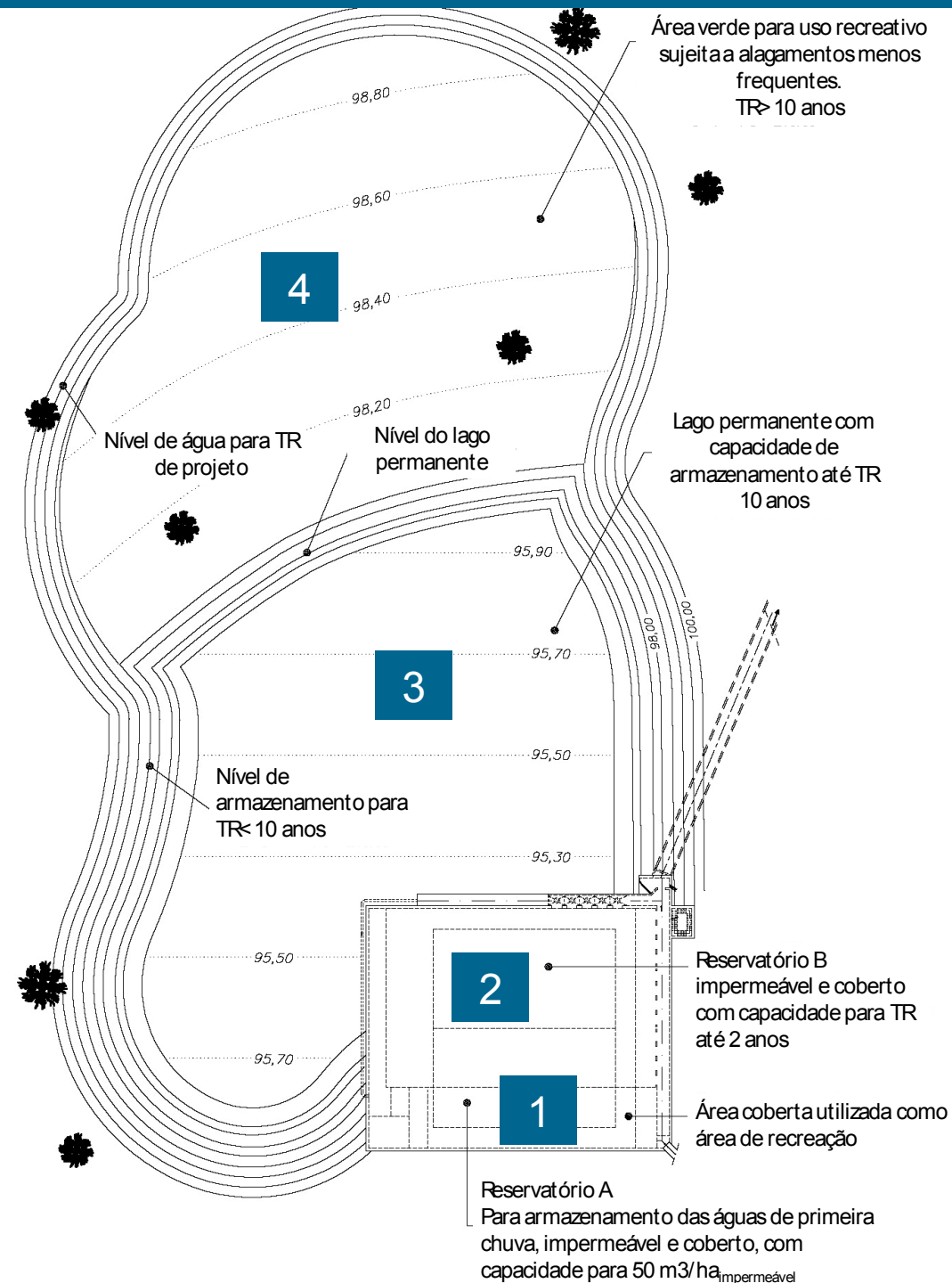


Storm Water Magazine

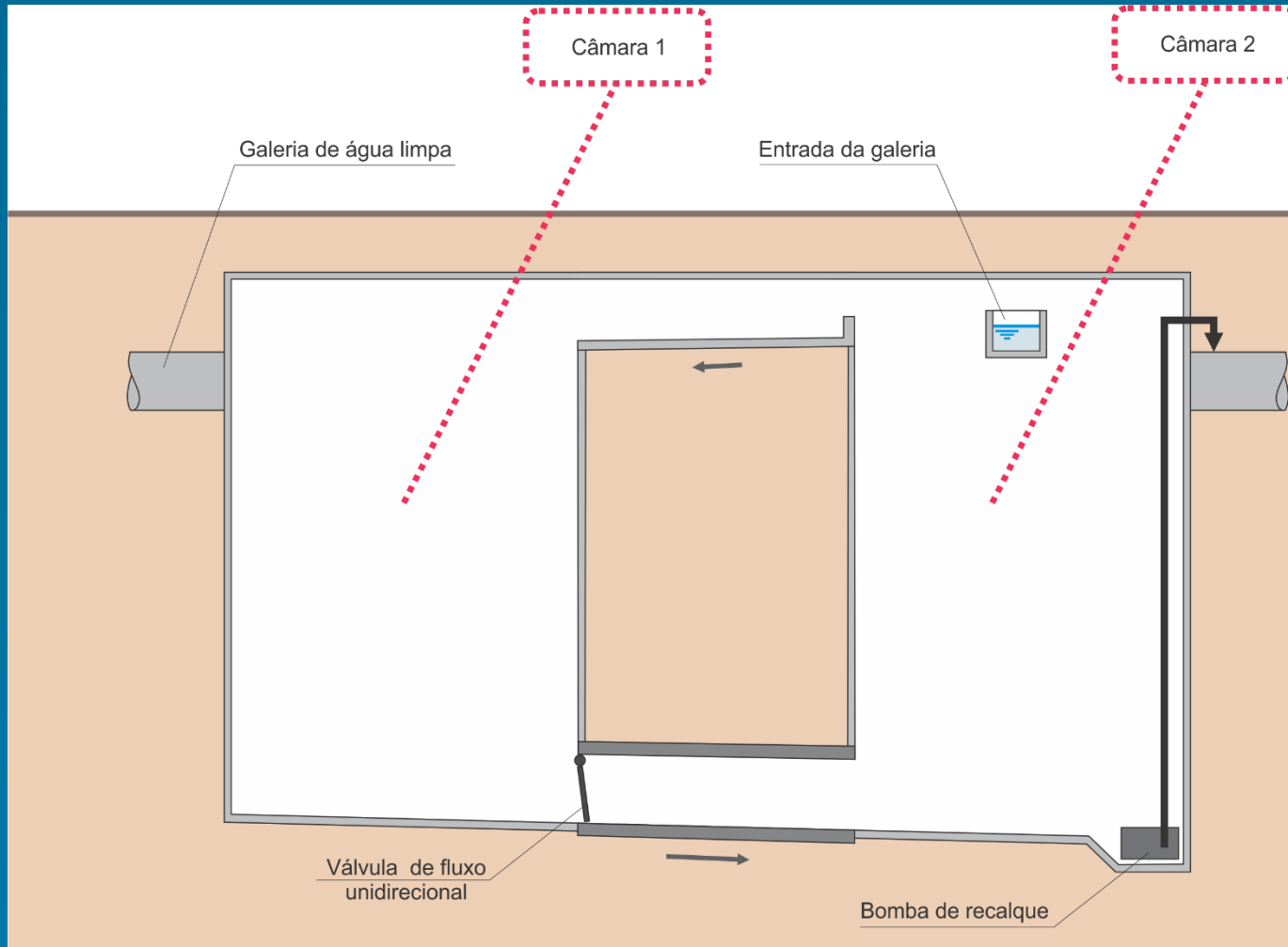


# Reservatório de amortecimento com sistema de separação das águas de primeira chuva

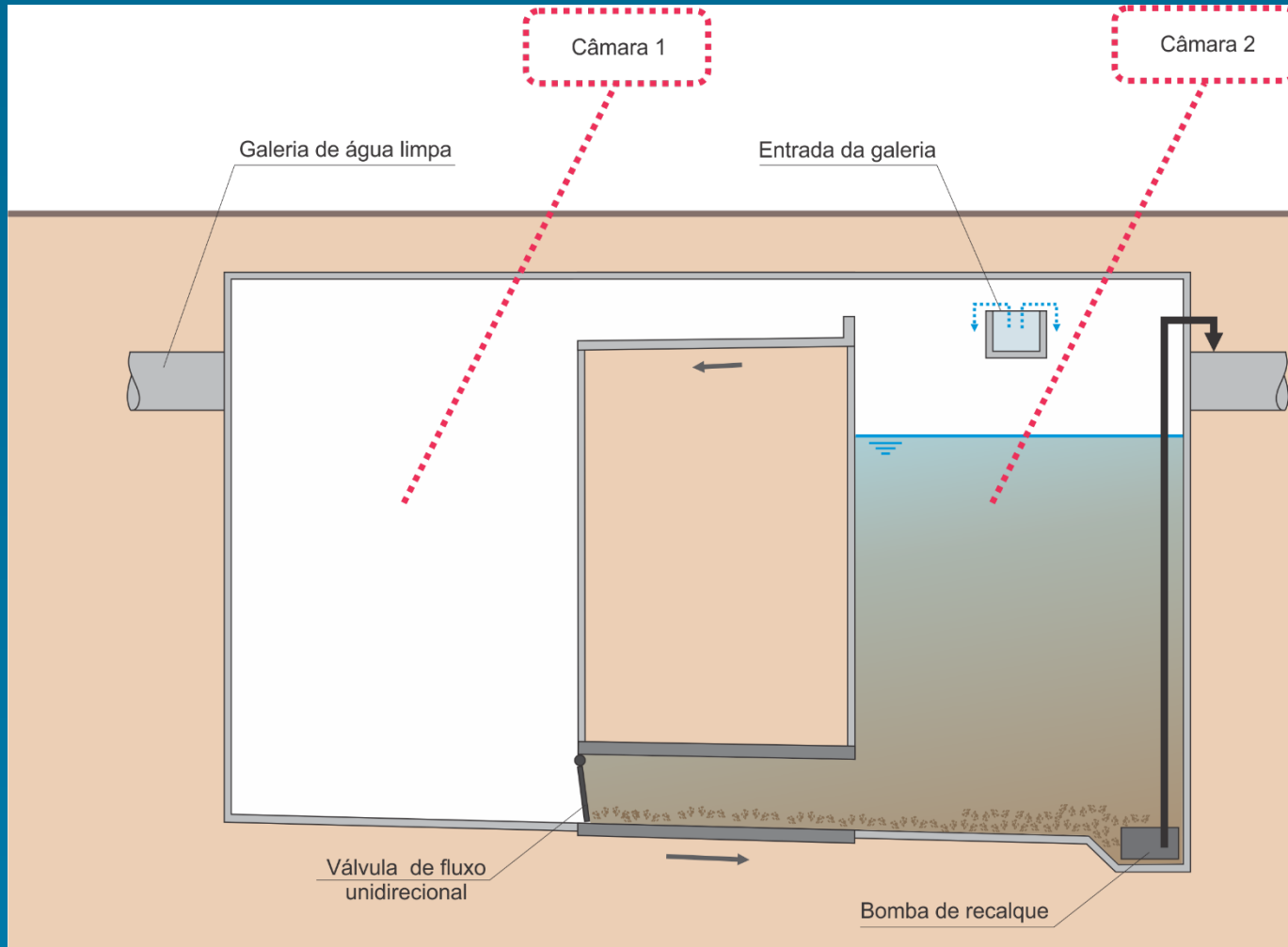
1. Os primeiros 5 mm são reservados em um reservatório fechado e encaminhados para estação de tratamento.
2. O volume correspondente a TR 2 anos é armazenado em reservatório fechado suplementar.
3. O volume para TR até 10 anos ocupa uma parte aberta onde há uma lagoa permanente.
4. Volume maior que TR 10 anos até TR 50 anos ocupa uma área verde, normalmente utilizada como área de lazer e paisagismo.



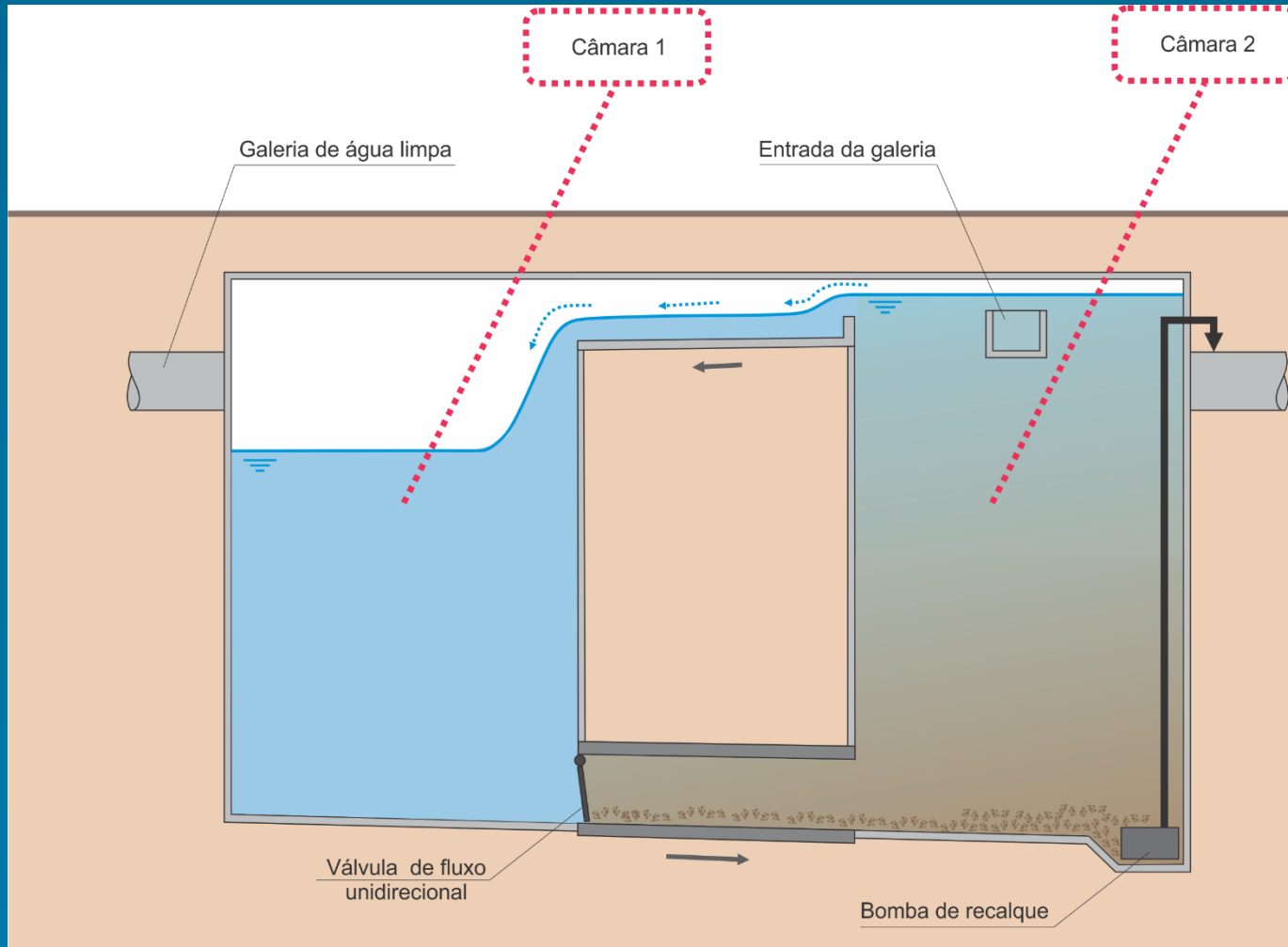
# Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



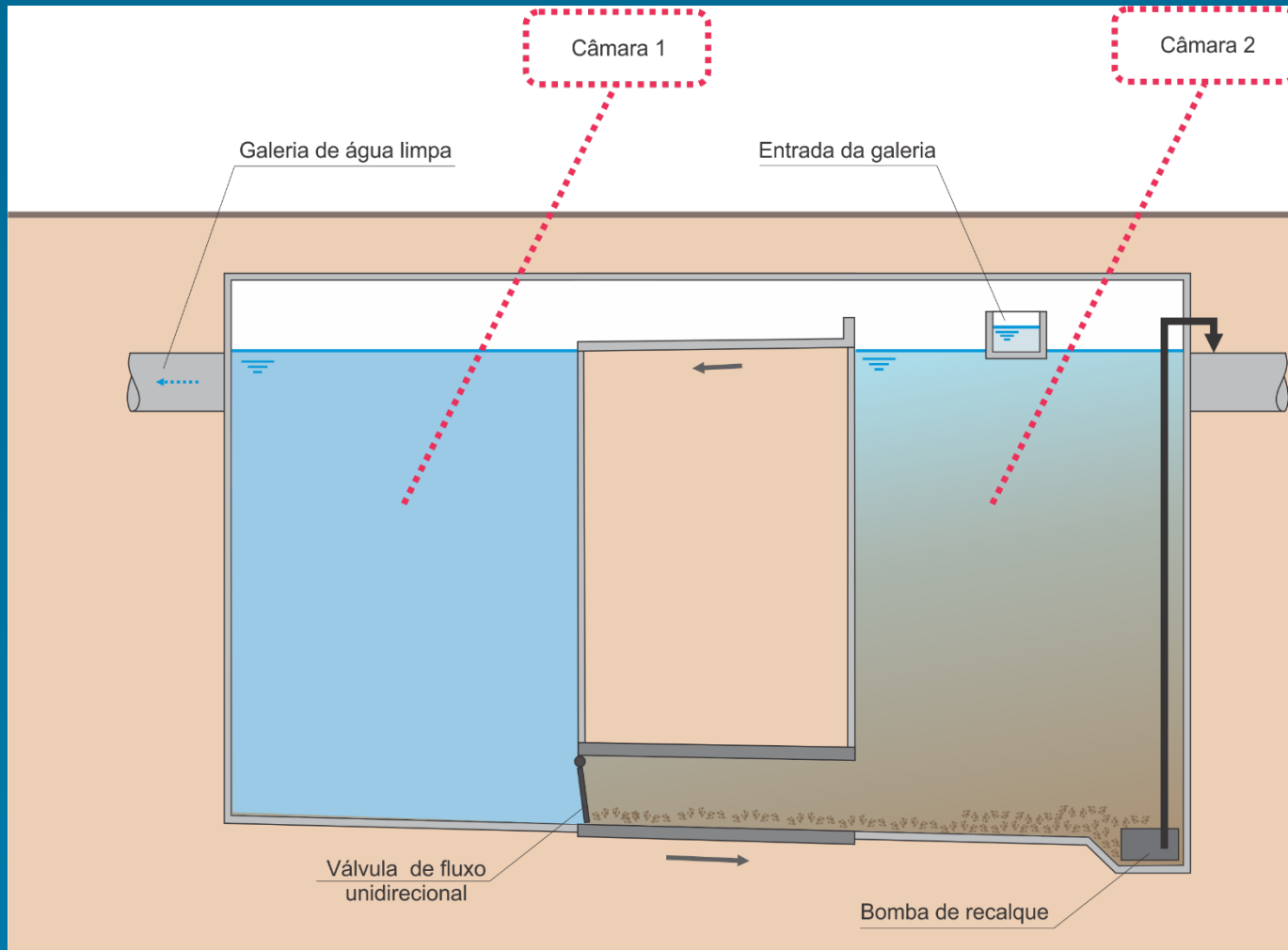
# Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



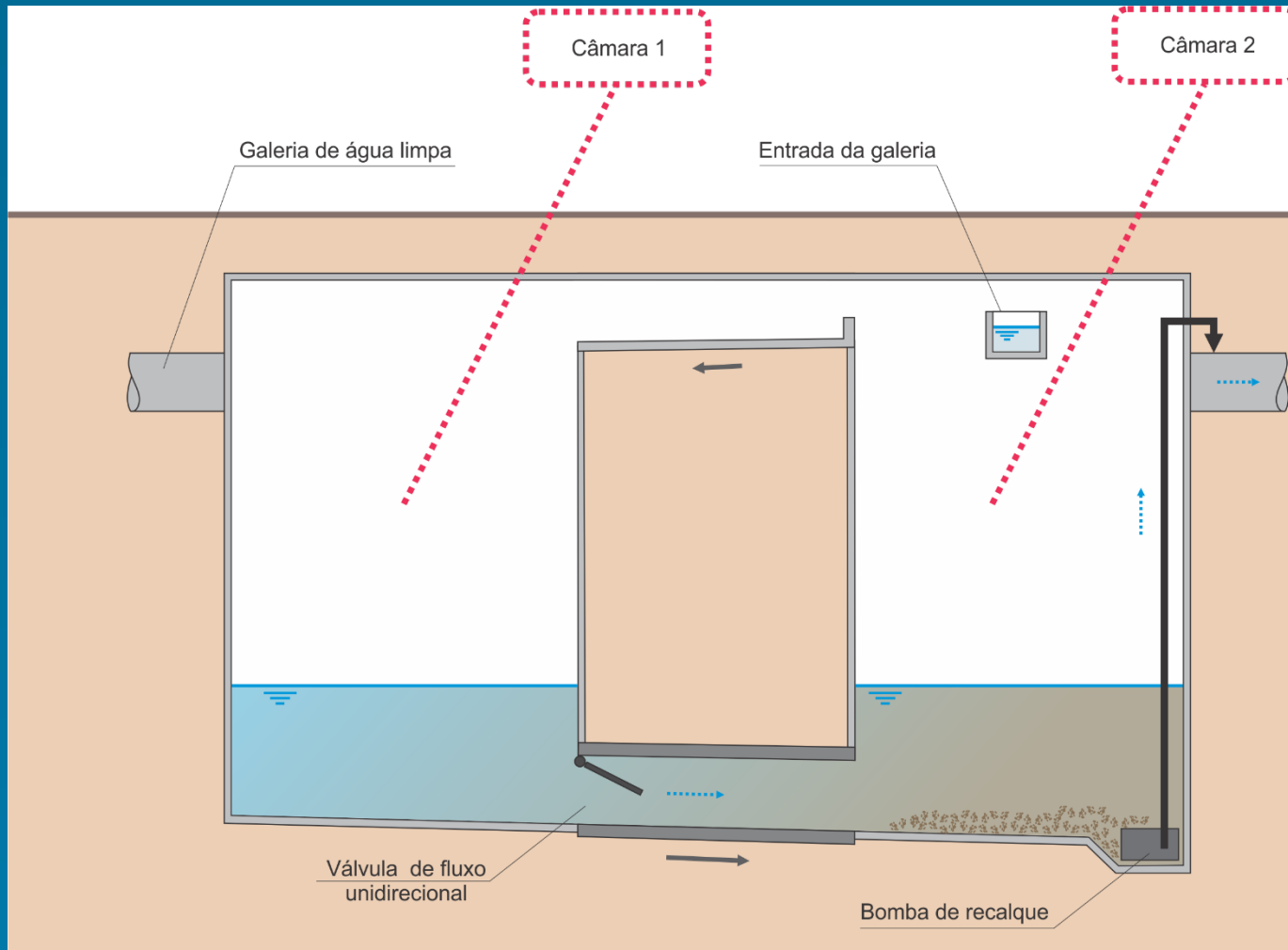
# Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



# Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



# Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento





# Sistema de controle de poluição difusa e amortecimento de vazão

Bolonha, It, 2006

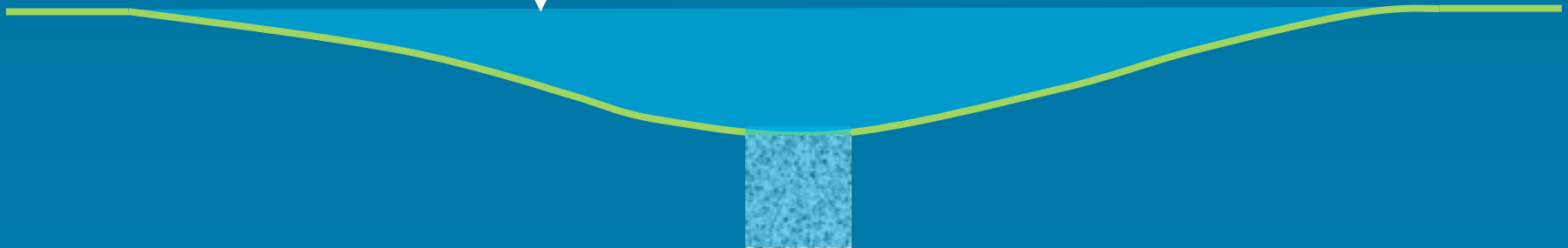


Orsini, 2006



Orsini, 2006

NA Máximo

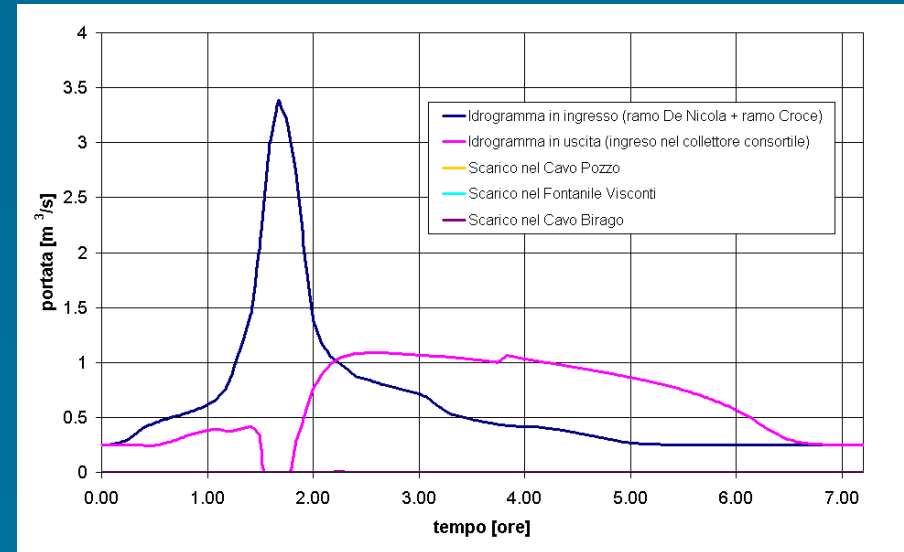


# Supertubo

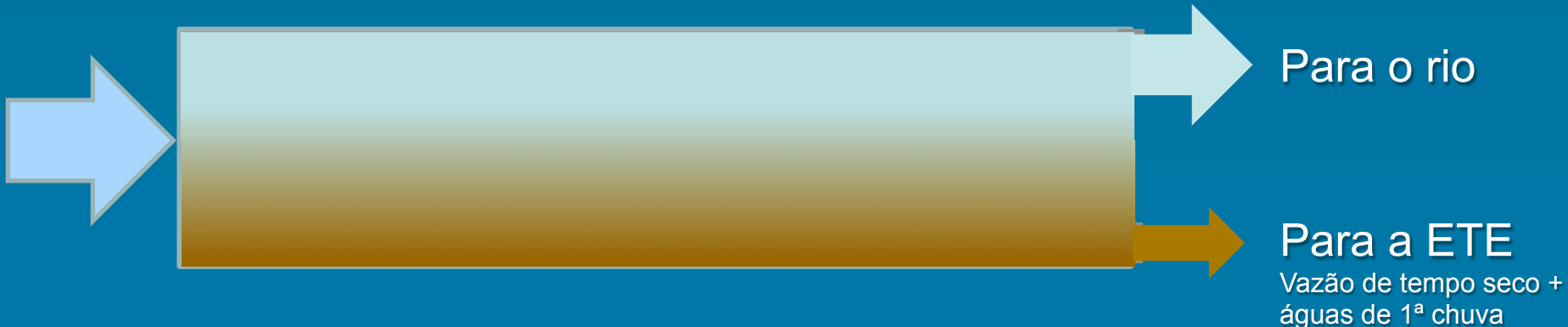
amortecimento de cheias, separação da vazão de tempo seco e da água de 1ª chuva



Paoletti, 2007

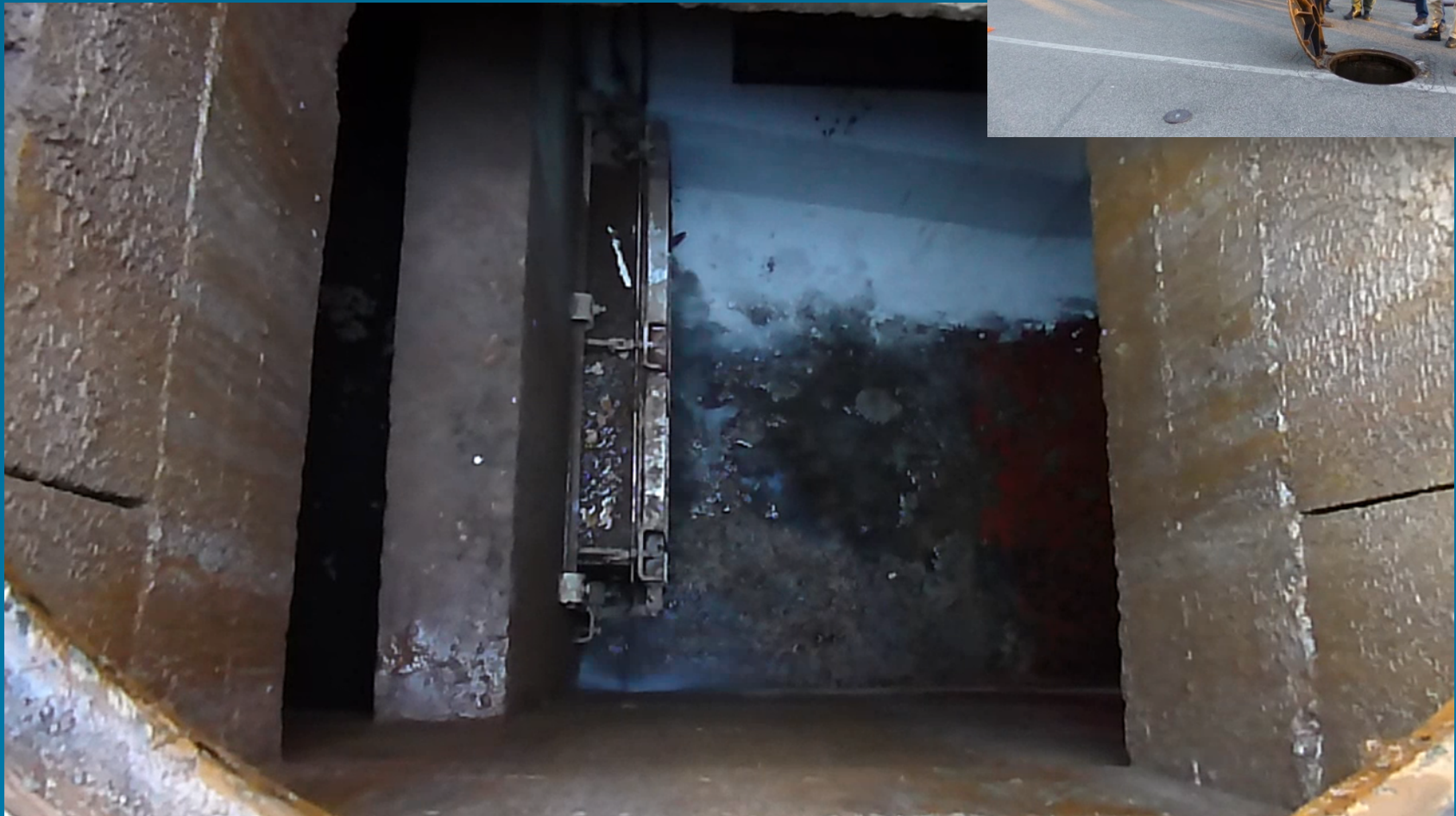


Paoletti, 2007

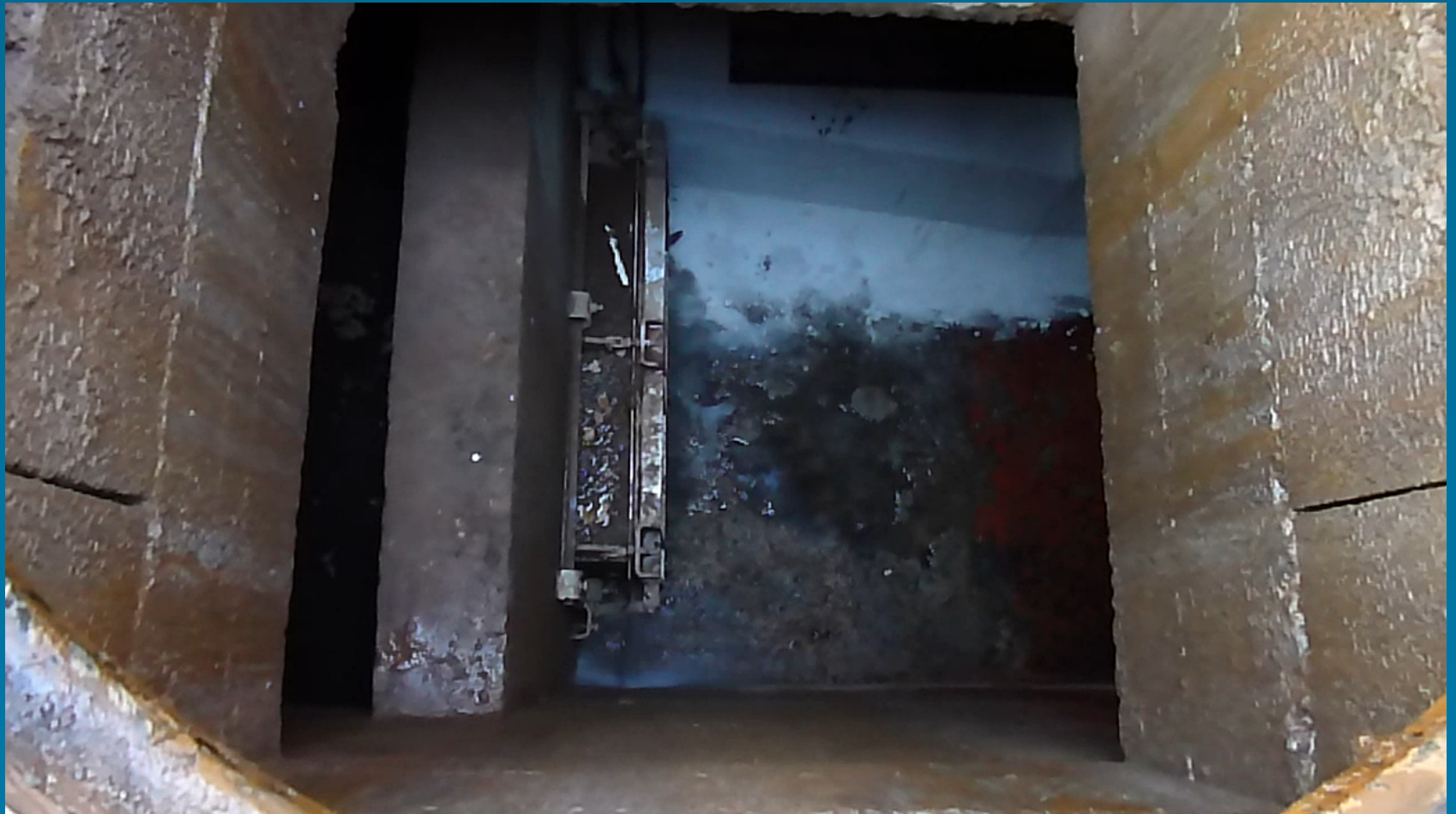


# Supertubo

## Sistema automático de limpeza

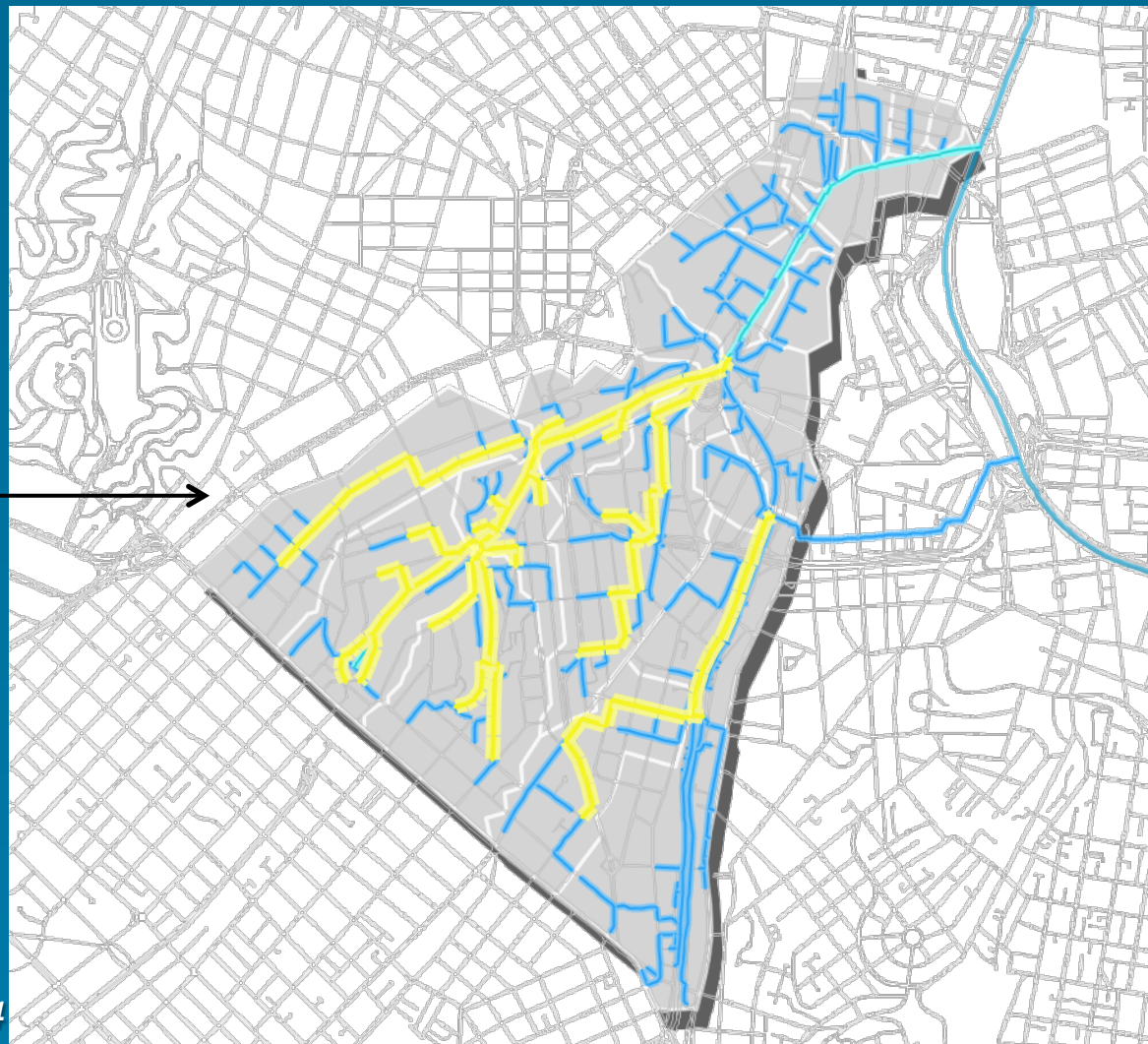


Rovello Porro, Como, Itália  
*Orsini, 2013*



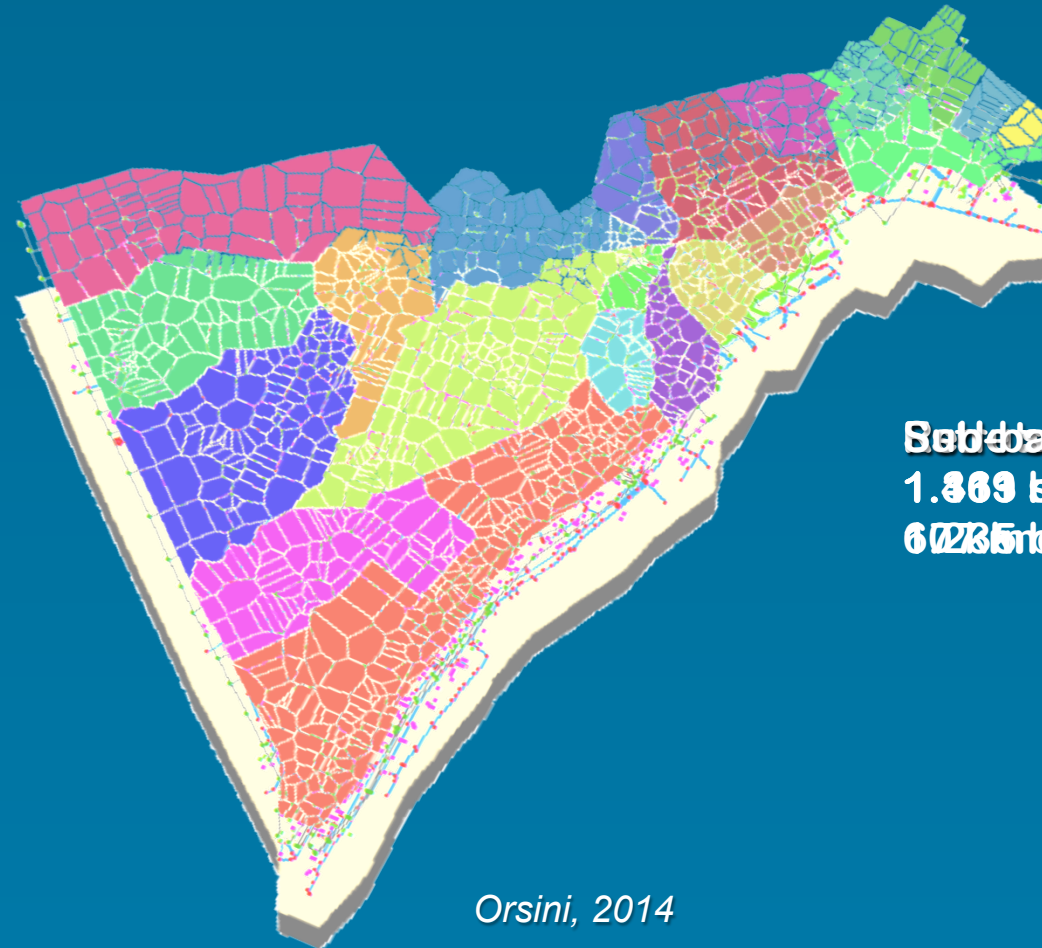
# Estudo de Concepção para Redução das Inundações na Bacia do Anhangabaú, SP

Substituição de trechos da rede de drenagem existente por tubulações de maior diâmetro, formando uma rede de reservatórios lineares distribuídos pela bacia



# Modelagem matemática da bacia micro e macrodrenagem integradas

---



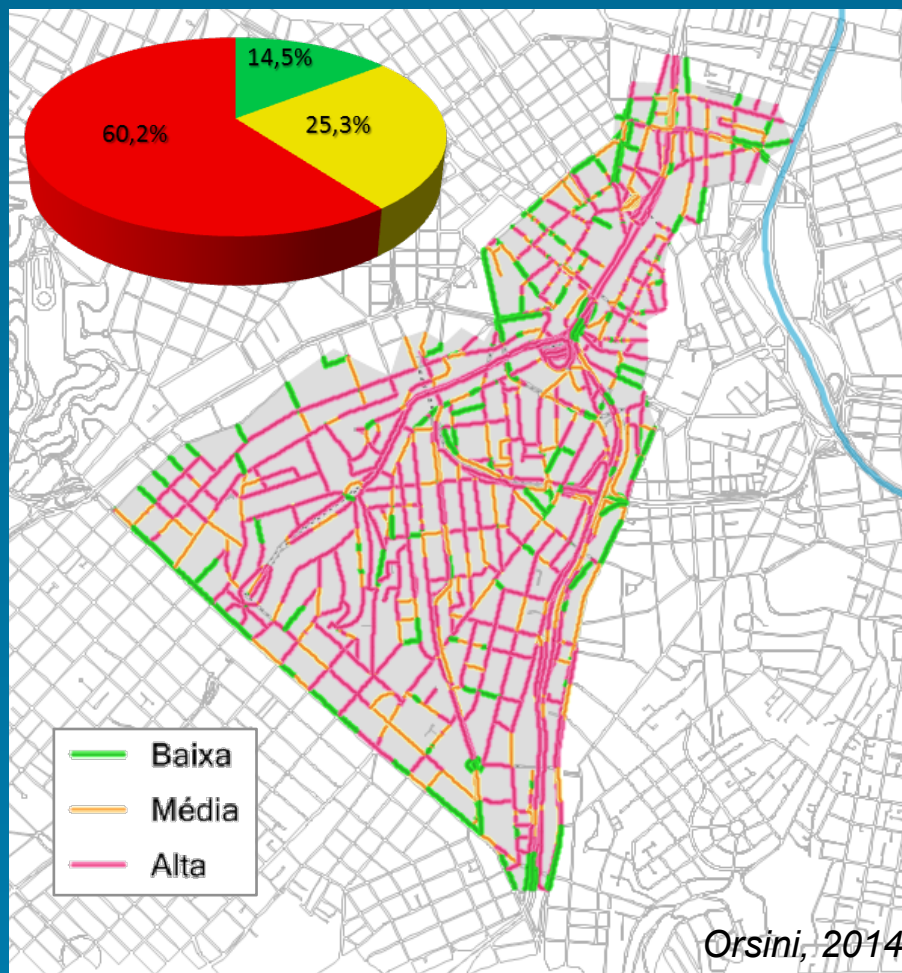
Bacia do Rio São Francisco  
1.869 bds de área  
673 km de rede de drenagem

Orsini, 2014

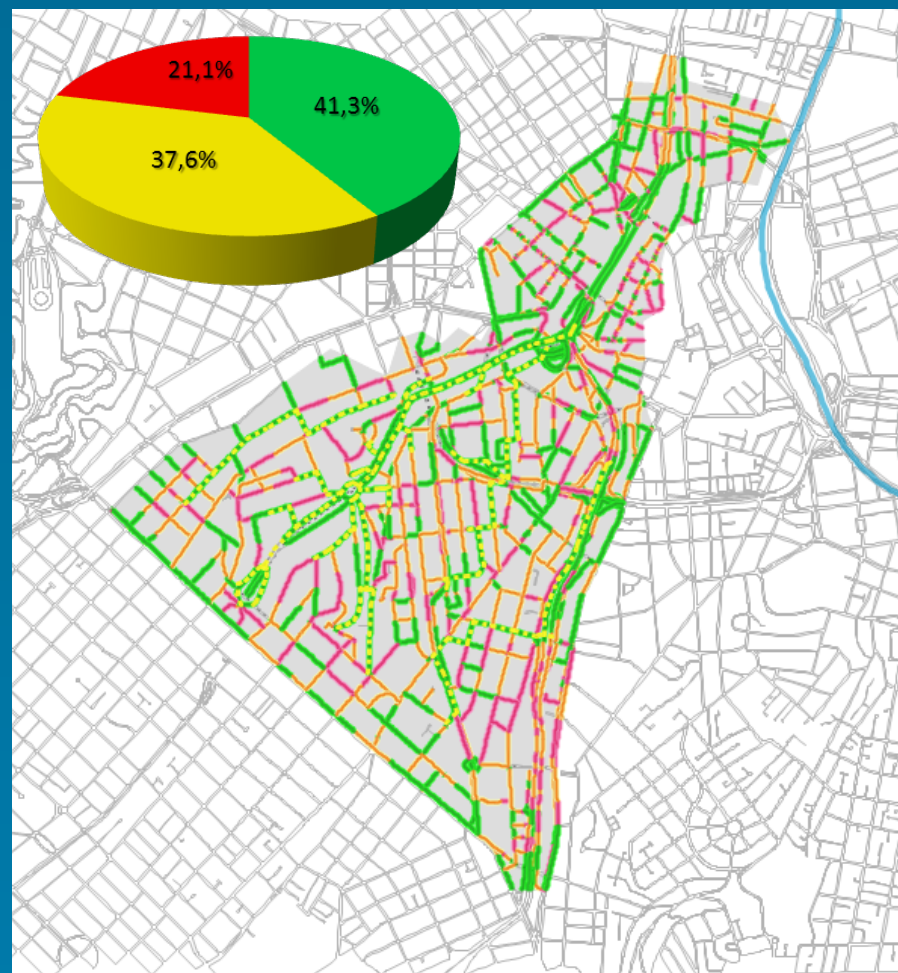
# Estudo de Concepção da Bacia do Anhangabaú

## Resultados: Índices de periculosidade

### Situação Atual

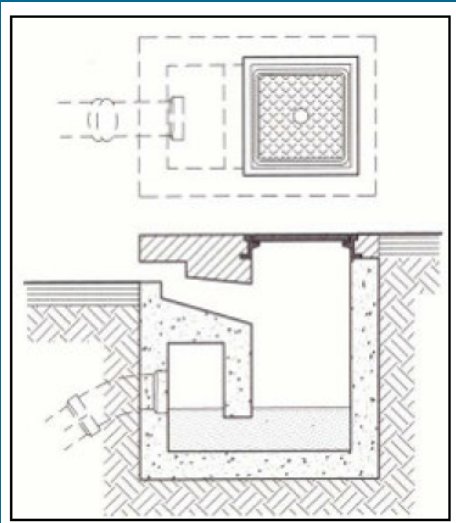


### Com Supertubos



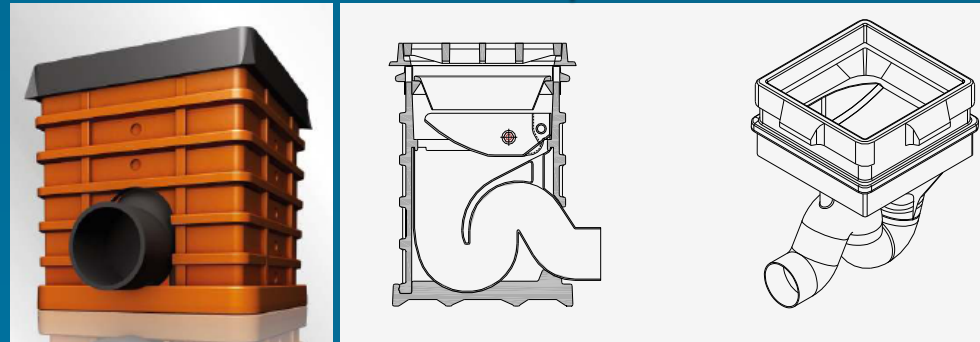
# Dispositivos de partição de vazão e controle de odores

BL sifonada



Maglionico, 2009

BL auto limpante



SIRCI GRESINTEX, 2010; Maglionico, 2009

Vertedor lateral

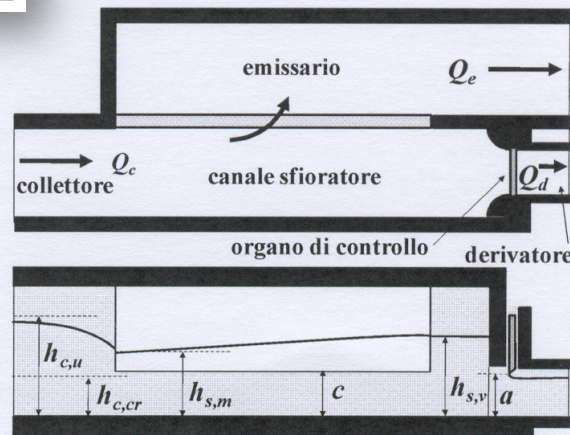


Figura 15 - Schema di uno sfiatore monolaterale con canale sfiatore a sezione costante

CSDU, 2010

Derivador Central

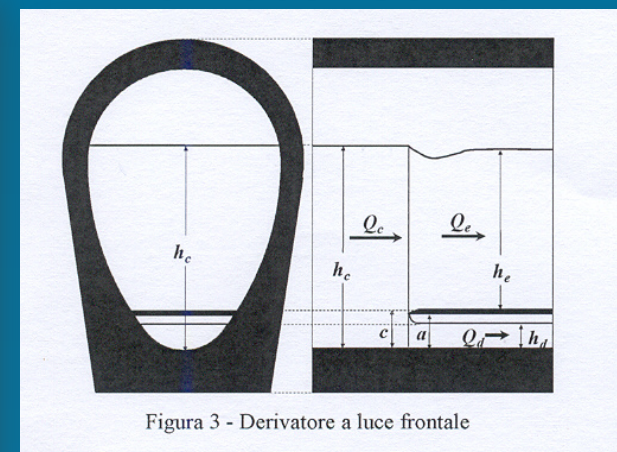


Figura 3 - Derivatore a luce frontale

CSDU, 2010





Depuratore Milano Nosedo

# SISTEMA DE ESGOTOS UNITÁRIO DE MILÃO



Depuratore Milano San Rocco

# SISTEMA DE ESGOTOS UNITÁRIO DE MILÃO



População atendida

2.550.000 hab

Vazão média diária de tempo  
seco

10,1 m<sup>3</sup>/s

Vazão máxima em evento de  
chuva

30,3 m<sup>3</sup>/s

Estações de tratamento

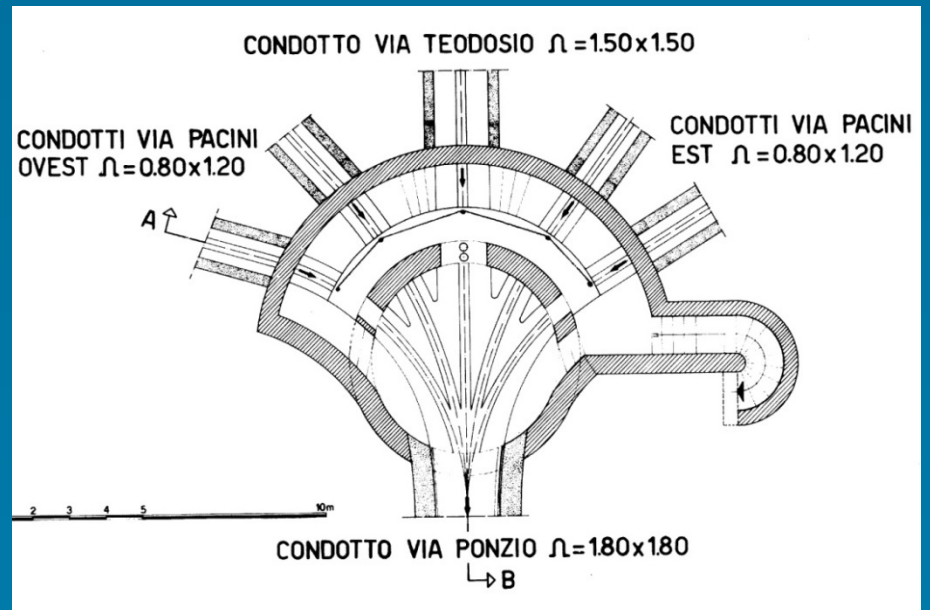
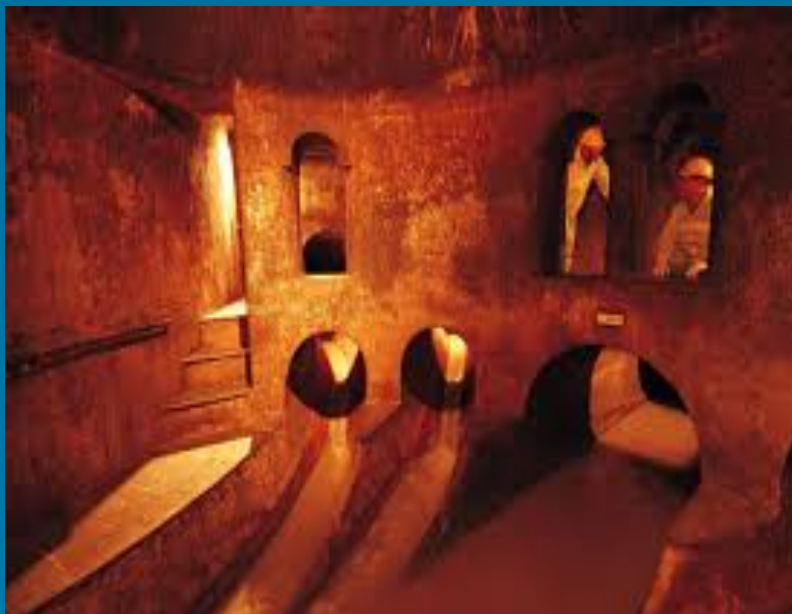
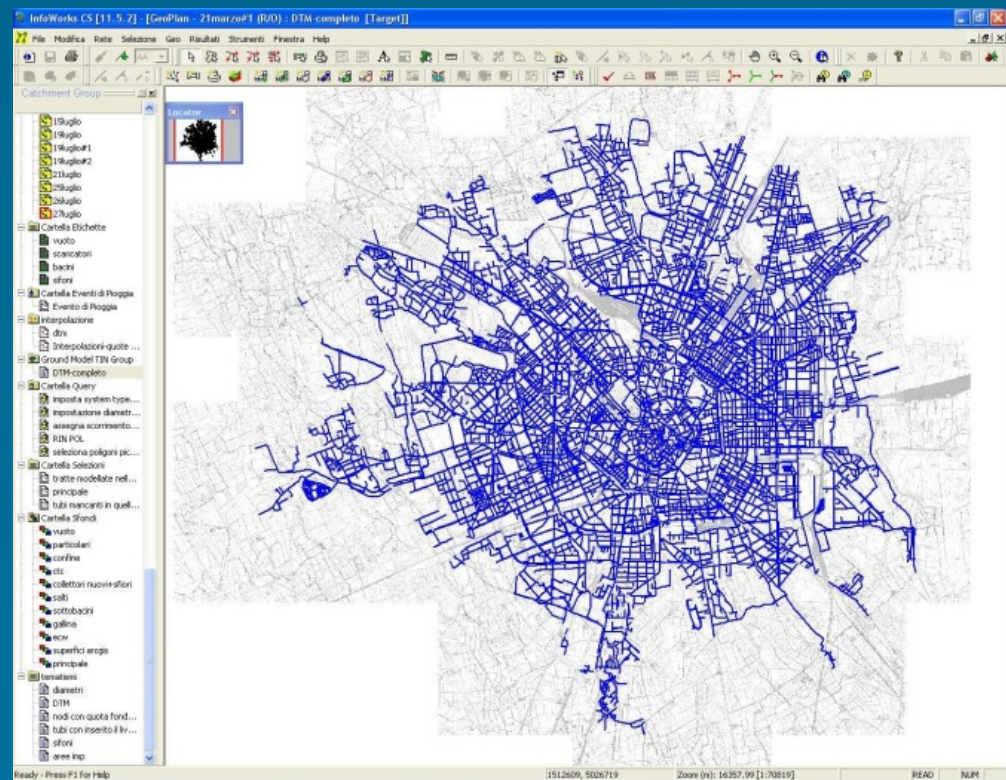
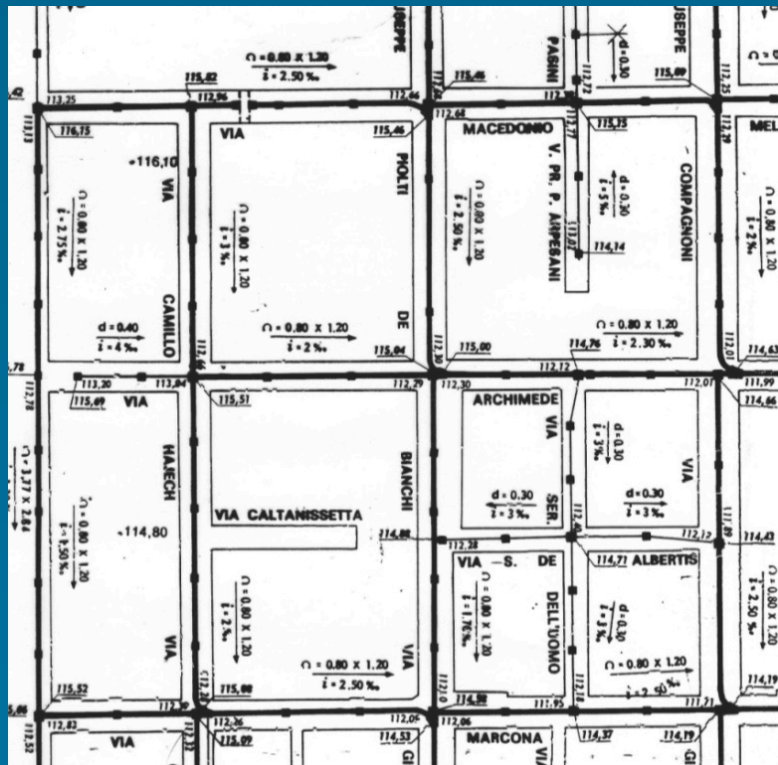
3

Extensão de rede unitária

1.480 Km

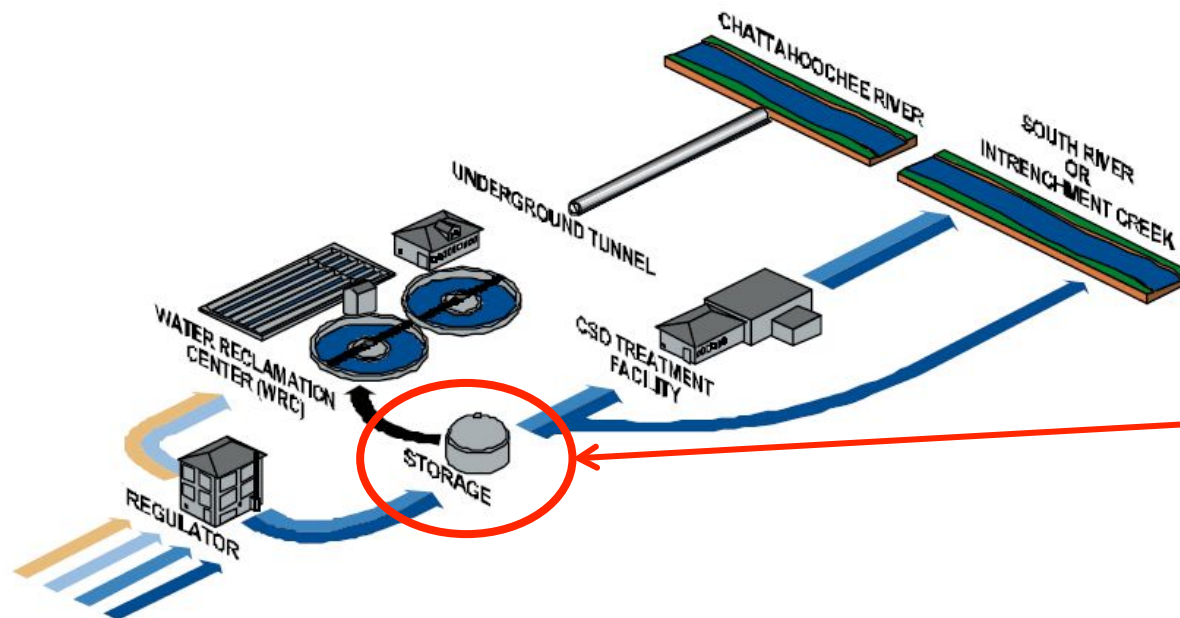
Prazo de construção

2001 a 2004



# Atlanta, EUA

## Estação de tratamento esgotos + AP



Reservatório de  
águas de primeira  
chuva

- ENR201012A1L
- ☀ During dry weather, all wastewater flows go to the WRC for treatment and then discharge to the river.
  - ☁ During light rain, the combined wastewater and storm water goes to the WRC for treatment and then is discharged to the river.
  - ☁ During moderate rain, a large portion of the wastewater and storm water goes to the WRC for treatment and what cannot be sent to the WRC goes to the CSD Storage/Treatment Facility. The stored flow at McDaniel is treated at the South River WRC. The stored flow at Intrenchment Creek is treated at a dedicated CSD treatment plant.
  - ☁ During heavy rain, the wastewater and storm water from the combined sewer that exceeds storage capacity is screened and disinfected (disinfection under construction) and then discharged to the river or creek.

FIGURE 1-2  
Generalized Flow Diagram for Wastewater and Storm Water  
East Area Facilities  
*City of Atlanta CSO System Evaluation*

# Tratamento de esgotos e das águas de 1ª chuva

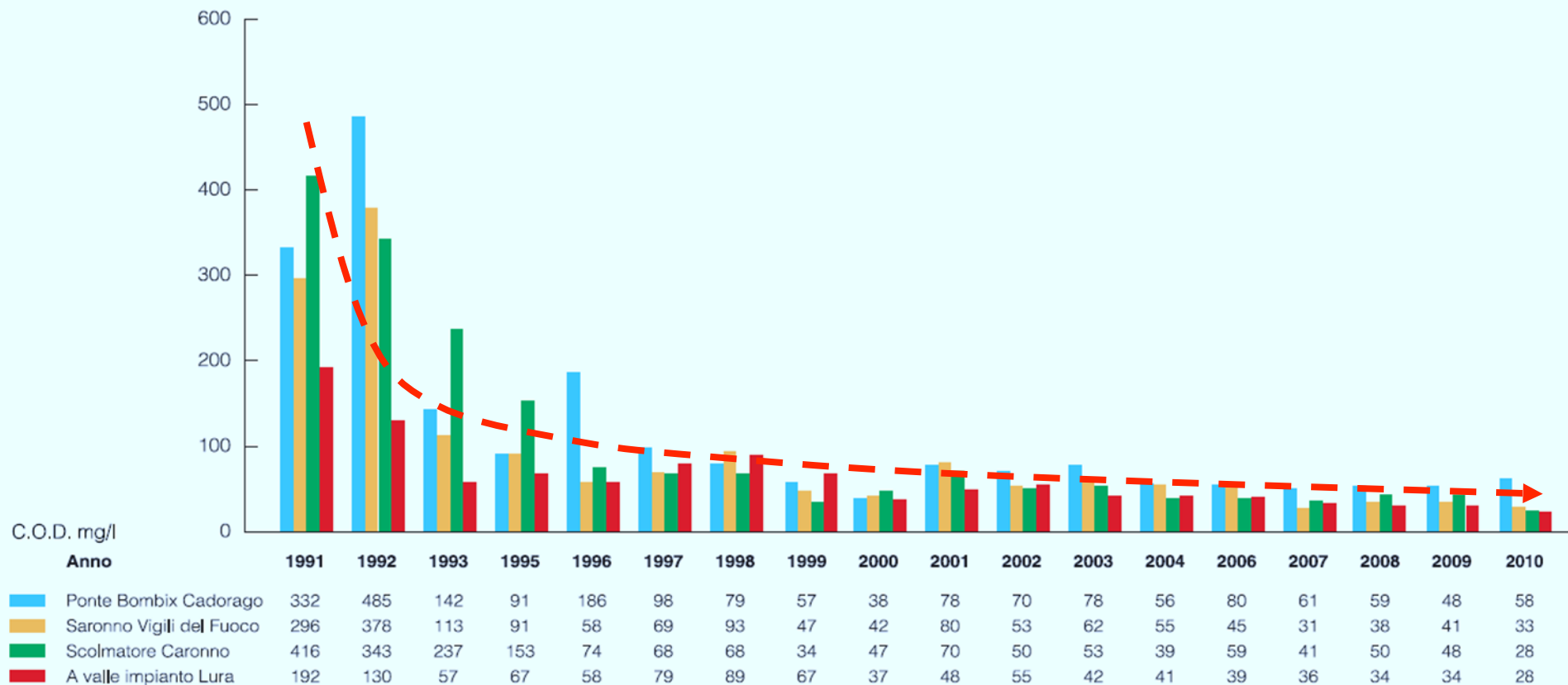


Reservatório de  
águas de  
primeira chuva

ETE da Lura Ambiente  
Caronno Pertusella, Varese, Lombardia, It

# Resultado esperado

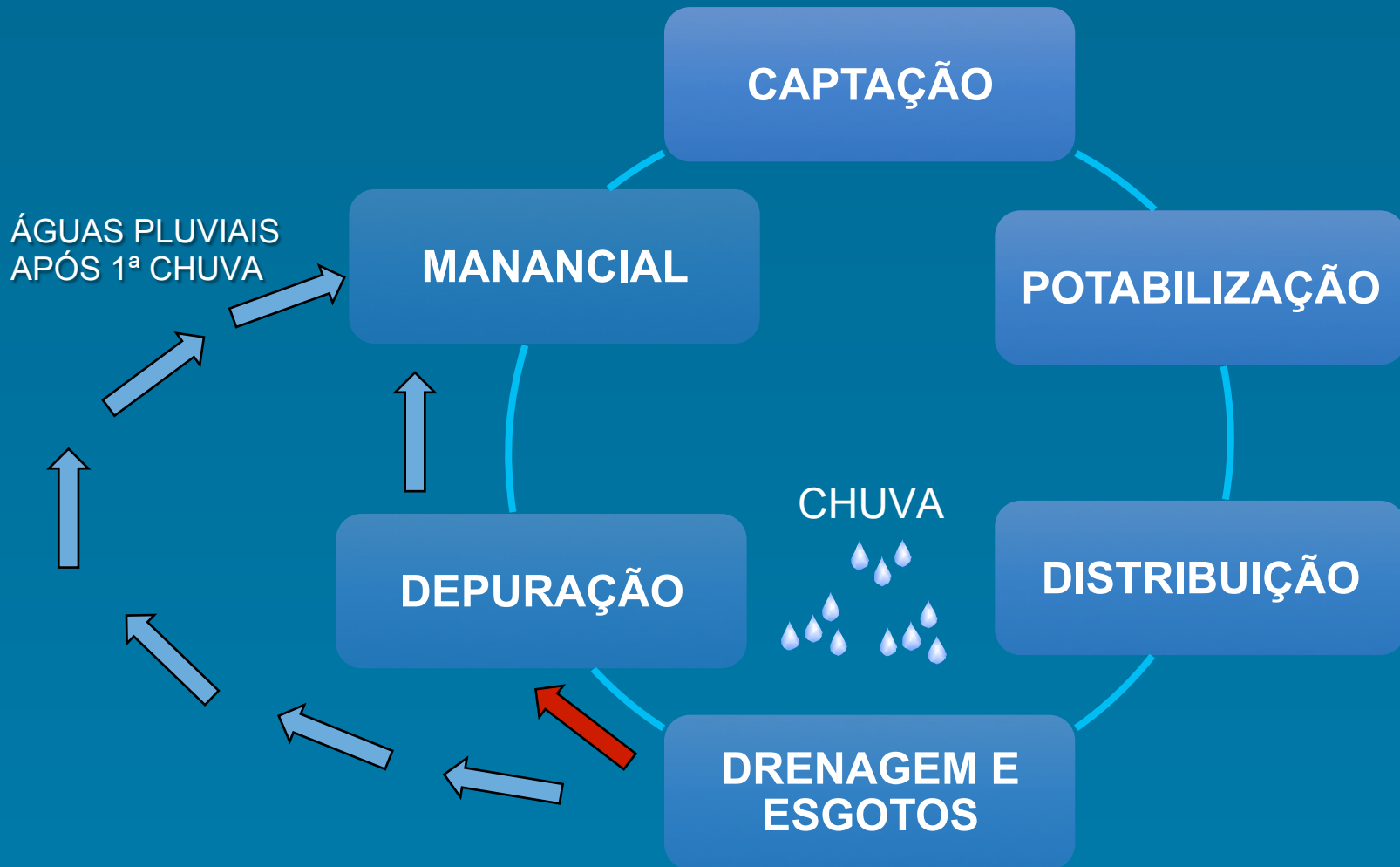
## Andamento C.O.D. (Domanda di O<sub>2</sub> Chimico)



# Serviço Hídrico Integrado



# Serviço Hídrico Integrado



Obrigado!

luizfyazaki@uol.com.br