

ブラジル国  
パラナ州衛生公社 (SANEPAR)

ブラジル国パラナ州  
上下水道システム運営・維持管理能力  
強化プロジェクト  
(円借款附帯プロジェクト)

プロジェクト業務完了報告書

ボリューム II

-- 添付資料 --

平成 27 年 9 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

株式会社日水コン

環境
JR
15-139





ブラジル国パラナ州  
上下水道システム運営・維持管理能力強化プロジェクト  
(円借款附帯プロ)

プロジェクト業務完了報告書

ボリューム II

--- 添付資料 ---

第 2 章 :

A2-1 C/P による供与機材受領レター

第 3 章 :

A3-1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) の変遷

第 4 章 :

A4-1 下水管路維持管理の現状調査結果  
A4-2 水質測定による浸入水量の調査方法  
A4-3 CMA パイロットエリアの流量調査  
A4-4 沿岸部パイロットエリアの流量調査  
A4-5 下水管の更生工法による部分補修デモ施工についての考察

第 5 章 :

A5-1 対象下水処理場の概要調査  
A5-2 対象下水処理場及びポンプ場の現況調査

第 6 章 :

A6-1 対象浄水場の PI データ

第 11 章 :

A11-1 下水管路の補修・更新計画  
A11-2 クリチバ首都圏及び沿岸部の下水管路診断計画案  
A11-3 下水処理場の運転維持管理マニュアル  
A11-4 下水処理場およびポンプ場の施設更新計画  
A11-5 再生水利用のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査結果  
A11-6 浄水場の運転維持管理マニュアル  
A11-7 浄水場の施設更新計画  
A11-8 上水道水源の藻類除去のための浄水場高度処理施設導入の実現可能性に係る調査結果



## A2-1 C/Pによる供与機材受領レター





DP 114/2013  
Curitiba, 25 de fevereiro de 2013.

Ilustríssimo Senhor  
SATOSHI MUROSAWA  
Agência de Cooperação do Japão – JICA Brasil

Senhor Representante Chefe

Temos a satisfação de enviar o “Termo de Recebimento” dos equipamentos adquiridos no âmbito do “Projeto de fortalecimento da capacidade de gerenciamento e manutenção do sistema de água e esgoto do Estado do Paraná”, entregues pelos técnicos japoneses, conforme o Acordo firmado na Minuta de Entendimento assinado no dia 09 de maio de 2012.

Em anexo, como parte integrante do referido termo, a lista de todos os equipamentos doados ao Projeto, estamos providenciando a incorporação ao patrimônio da Empresa.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos, aproveitando o ensejo para reiterar a V.Sa. os nossos votos de estima e apreço.

Atenciosamente,



Antonio Hallage  
Diretor-Presidente



**TERMO DE RECEBIMENTO**

Declaramos para os devidos fins que a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR recebeu os equipamentos listados abaixo, provenientes do Termo de Doação datado de 8 de fevereiro de 2013, da Japan International Cooperation Agency – JICA no âmbito do “Projeto de fortalecimento da capacidade de gerenciamento e manutenção do sistema de água e esgoto do Estado do Paraná”.

No	Equipamento	Modelo	Qtd.
1	Câmera de TV para inspeção primária	HANAREWAZA	1
2	Detector de gás portátil	GX-2003TYPE-B	1
3	Data Logger de condutividade	HOBO U24	3
4	Medidor portátil de qualidade de água multi-item	WQC-24	2
5	Medidor portátil de sedimento-líquido	Check Boy	2
6	Computador com monitor	Lenovo 57302491	1

Curitiba, 23 de fevereiro de 2013

  
Antonio Hallage  
Diretor Presidente

Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR

Curitiba, 27 de novembro de 2013  
CA 3/2013 - USES

Ao Senhor

Satoshi Murosawa

Representante Chefe

Agência de Cooperação do Japão

JICA Brasil

Senhor Representante

Temos a satisfação de encaminhar a V.Sa. o "Termo de Recebimento" dos equipamentos doados conforme ofício JICA 460/13 de 13 de novembro de 2013 e anexos.

Estamos procedendo a incorporação dos mesmos ao patrimônio da empresa.

Sem mais para o momento, reiteramos os nossos votos de estima e consideração.

Atenciosamente,

  
**Engº Gil Alceu Mochida**  
GPDO/USES

## TERMO DE RECEBIMENTO

Declaramos para os devidos fins que a Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR recebeu os equipamentos listados abaixo, provenientes do Termo de Doação datado de 13 de novembro de 2013, da Japan International Cooperation Agency - JICA, no âmbito do "Projeto de fortalecimento da capacidade de gerenciamento e manutenção do sistema de água e esgoto do Estado do Paraná".

No	Equipamento	Qtd.
1	Câmera de TV para inspeção primária	2
2	Medidor de vazão ultrassônico (p/ coletor saturado)	2
3	Medidor de sulfeto de hidrogênio na atmosfera	2
4	Equipamento ultrassônico controlador de algas	1
5	Câmera auto propulsora para inspeção visual remota ROVER	1
6	Medidor de Vazão Ultrassônico (método área-velocidade) FL900 HACH	15

Curitiba, \_\_\_\_\_ de novembro de 2013.



---

**SANEPAR**  
Fernando E. Ghignone  
Diretor Presidente  
SANEPAR

Curitiba, 31 de janeiro de 2014  
CA 1/2013 - USES

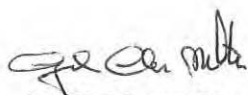
Senhora  
**Christiane Hiroko Hatano**  
Agência de Cooperação do Japão  
JICA Brasil

Encaminhamos a V.Sa. o "Termo de Recebimento" do veículo Furgão Fiat Ducatto Cargo, datado de 30 de janeiro de 2014, da Japan International Cooperation Agency – JICA, devidamente assinado pelo Diretor Presidente da Sanepar, Senhor Fernando E. Ghignone.

Estamos procedendo a incorporação dos mesmos ao patrimônio da empresa.

Á disposição para esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,



**Eng° Gil Alceu Mochida**  
Unidade de Serviço Processo Esgoto

## TERMO DE RECEBIMENTO

Declaramos para os devidos fins que a Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR recebeu o veículo listado abaixo, provenientes do Termo de Doação datado de 23 de janeiro de 2014, da Japan International Cooperation Agency - JICA, no âmbito do "Projeto de fortalecimento da capacidade de gerenciamento e manutenção do sistema de água e esgoto do Estado do Paraná".

No	Equipamento	Qtd.
1	Furgão Fiat Ducatto Cargo 2012/2013, Diesel, branco Cód. Renavam: 00589680358 Placa: OVM7663	1

Curitiba, 30 de janeiro de 2014.



**SANEPAR**

Fernando E. Ghignone  
Diretor Presidente  
SANEPAR



DP 114/2013  
Curitiba, 25 de fevereiro de 2013.

Ilustríssimo Senhor  
SATOSHI MUROSAWA  
Agência de Cooperação do Japão – JICA Brasil

Senhor Representante Chefe

Temos a satisfação de enviar o “Termo de Recebimento” dos equipamentos adquiridos no âmbito do “Projeto de fortalecimento da capacidade de gerenciamento e manutenção do sistema de água e esgoto do Estado do Paraná”, entregues pelos técnicos japoneses, conforme o Acordo firmado na Minuta de Entendimento assinado no dia 09 de maio de 2012.

Em anexo, como parte integrante do referido termo, a lista de todos os equipamentos doados ao Projeto, estamos providenciando a incorporação ao patrimônio da Empresa.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos, aproveitando o ensejo para reiterar a V.Sa. os nossos votos de estima e apreço.

Atenciosamente,



Antonio Hallage  
Diretor-Presidente

**TERMO DE RECEBIMENTO**

Declaramos para os devidos fins que a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR recebeu os equipamentos listados abaixo, provenientes do Termo de Doação datado de 8 de fevereiro de 2013, da Japan International Cooperation Agency – JICA no âmbito do “Projeto de fortalecimento da capacidade de gerenciamento e manutenção do sistema de água e esgoto do Estado do Paraná”.

No	Equipamento	Modelo	Qtd.
1	Câmera de TV para inspeção primária	HANAREWAZA	1
2	Detector de gás portátil	GX-2003TYPE-B	1
3	Data Logger de condutividade	HOBO U24	3
4	Medidor portátil de qualidade de água multi-item	WQC-24	2
5	Medidor portátil de sedimento-líquido	Check Boy	2
6	Computador com monitor	Lenovo 57302491	1

Curitiba, 23 de fevereiro de 2013

  
Antonio Hallage  
Diretor Presidente

Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR

### A3-1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) の変遷





## PDMの変更

第3年次において「プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)」が変更された。変更前のPDM<sub>0</sub>を表1に、変更後のPDM<sub>1</sub>を表2に、PDM<sub>2</sub>を表3に、PDM<sub>3</sub>を表4に、それぞれ示す。

第3年次には、指標にあるxx%の数值化と成果2における対象下水処理場についてPDMの変更を行った。なお、PDM<sub>2</sub>からPDM<sub>3</sub>への変更は、プロジェクト目標1. に示された99.78%を99.18%に変更したのみである。

協力期間:3年

- カウンターパート機関:パラナ州衛生公社(SANEPAR)
- 対象区域:パラナ州クリチバ首都圏(CMA)及び沿岸部
- 対象組織:パラナ州衛生公社(SANEPAR)運転管理局

表1 変更前のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM<sub>0</sub>)

内 容	指 標	検 証 方 法	重要な仮定
<b>上位目標</b> プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道サービスが向上する	1. 2018 年までに下水道普及率が CMA で 79%、沿岸部で 60%となる (現状: CMA72%、沿岸部 49.4%) 2. プロジェクトで策定される補修・更新計画が 2020 年までに実施される。	1. SANEPAR 報告書(年次報告書等) 2. SANEPAR 報告書	
<b>プロジェクト目標</b> プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道維持管理(O&M)が改善する	1. 下水処理場の運転維持管理のパフォーマンス指標(処理量/流入量、処理水量あたりの電力使用量及び薬品使用量、処理水のブラジル水質基準達成率等)が xx%まで改善される  2. 浄水場の運転維持管理のパフォーマンス指標(処理水量あたりの電力使用量及び薬品使用量、飲料水のブラジル水質基準達成率等)が xx%まで改善される	1. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書  2. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書	中央政府及び州政府の下水道及び水道政策に大きな変化がない  SANEPAR の補修・更新実施のための予算が確保される
<b>成果</b> 1. SANEPAR の下水管路維持管理に係る能力が強化される(成果 1)	1-1 パイロット地区内の下水管路の閉塞及び溢水事故が xx%減少する  1-2 パイロット地区内の不明水量が xx%減少する	1-1 プロジェクト報告書、SANEPAR 情報システム(SIS) 1-2 プロジェクト報告書	本プロジェクトで研修を受けた職員がそれぞれの役職に留まる
2. SANEPAR の下水処理場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 2)	2-1 プロジェクトで策定される下水処理場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される  2-2 補修・更新計画に基づいて年間予算計画が討議される	2-1 プロジェクト報告書  2-2 プロジェクト報告書	
3. SANEPAR の浄水場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 3)	3-1 プロジェクトで策定される浄水場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される  3-2 補修・更新計画に基づいて汚泥処理を含めた年間予算計画が討議される	3-1 プロジェクト報告書  3-2 プロジェクト報告書	
<b>プロジェクト活動</b>	<b>インプット</b>		

<p>1-1 下水管路の O&amp;M・診断に係る研修を行う</p> <p>1-2 下水管路診断チームを組織する</p> <p>1-3 下水管路診断パイロット地区を選定する</p> <p>1-4 パイロット地区の下水道台帳を準備し、下水管路を洗浄する</p> <p>1-5 TV カメラを用いた下水管路診断の研修(OJT)を行う</p> <p>1-6 診断結果を分析し、下水管路の補修・更新計画を作成する</p> <p>1-7 パイロット地区の下水道台帳に診断結果を入力し、下水管路の補修・更新計画を作成する</p> <p>1-8 パイロット地区の下水管路の補修・更新を行う</p> <p>1-9 クリチバ首都圏及び沿岸部の下水管路診断計画を作成する</p> <p>1-10 既存の下水管路材質・スペックを診断結果に基づき検討する</p> <p>1-11 パイロットプロジェクトの成果と下水管路更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p> <p>2-1 クリチバ首都圏及び沿岸部の下水処理場・ポンプ場の実態調査を実施する</p> <p>2-2 下水処理場に流入する汚水量測定のための測定システムを構築する</p>	<p>日本サイド:</p> <p>(1) JICA 専門家</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 総括/下水処理運転維持管理</li> <li>- 下水管路維持管理</li> <li>- 下水管路診断</li> <li>- 浄水場運転維持管理</li> <li>- 下水処理技術</li> <li>- 浄水技術</li> <li>- 電気機械技術</li> </ul> <p>(2) 研修</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 本邦研修 (3 から 5 名/年)</li> </ul> <p>(3) ローカルコスト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ワークショップ/セミナーに関する費用</li> <li>- 研修材料に関する費用</li> </ul> <p>(4) 供与機材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 管路診断用 TV カメラ</li> <li>- 超音波流速計</li> </ul>	<p>ブラジルサイド:</p> <p>(1) カウンターパート配置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトディレクター</li> <li>- プロジェクトマネージャー</li> <li>- 下水管路診断チームのカウンターパート</li> <li>- 下水処理場 Standard Operation Procedure (SOP) チームの C/P</li> <li>- 浄水場 SOP チームの C/P</li> </ul> <p>(2) 執務室、会議室</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- JICA 専門家執務室</li> <li>- 事務機器</li> <li>- インターネット接続</li> <li>- 研修・ワークショップ用教室</li> </ul> <p>(3) ローカルコスト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- パイロット地区の下水管路診断及び更新に必要な費用</li> <li>- 供与機材の設置費用</li> <li>- 上下水高度処理パイロットプロジェクトに必要な費用(資材費、工事費、運転費用)</li> <li>- その他費用、関税、付加価値税、供与機材の輸入に係る費用、倉庫保管費用、内陸輸送に係る費用</li> </ul>	
--	---	---	--

<p>2-3 下水処理場の SOP チーム( Standard Operation Procedure)を組織する</p> <p>2-4 下水処理場 O&amp;M に係る研修を行う</p> <p>2-5 既存のマニュアルをレビューし、下水処理場の O&amp;M マニュアルを作成する</p> <p>2-6 下水処理場及びポンプ場の施設更新計画を作成する</p> <p>2-7 再生水利用のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査を行う</p> <p>2-8 (仮)2-7 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>2-9 下水処理場の O&amp;M に係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>2-10 下水処理場の維持管理マニュアル及び更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p> <p>3-1 クリチバ首都圏及び沿岸部の浄水場の実態調査を実施する</p> <p>3-2 浄水場の SOP チーム( Standard Operation Procedure)を組織する</p> <p>3-3 浄水場 O&amp;M に係る研修を行う</p> <p>3-4 既存のマニュアルをレビューし、浄水場の O&amp;M マニュアルを作成する</p> <p>3-5 浄水場の施設更新計画を作成する</p> <p>3-6 藻類除去のための高度処理施設導入の調</p>		
--	--	--

<p>査を行う</p> <p>3-7 (仮)3-6 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する。</p> <p>3-8 浄水場のO&amp;Mに係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>3-9 浄水場の維持管理マニュアル及び更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p>		
---	--	--

表 2 変更後のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM<sub>1</sub>)

内 容	指 標	検 証 方 法	重要な仮定
<b>上位目標</b> プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道サービスが向上する	1. 2018 年までに下水道普及率が CMA で 79%、沿岸部で 60%となる (現状: CMA72%、沿岸部 49.4%) 2. プロジェクトで策定される補修・更新計画が 2020 年までに実施される。	1. SANEPAR 報告書(年次報告書等) 2. SANEPAR 報告書	
<b>プロジェクト目標</b> プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道維持管理 (O&M) が改善する	1. 下水処理場の運転維持管理のパフォーマンス指標(処理量/流入量、処理水量あたりの電力使用量及び薬品使用量、処理水のブラジル水質基準達成率等)が xx%まで改善される 2. 浄水場の運転維持管理のパフォーマンス指標(処理水量あたりの電力使用量及び薬品使用量、飲料水のブラジル水質基準達成率等)が xx%まで改善される	1. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書 2. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書	中央政府及び州政府の下水道及び水道政策に大きな変化がない  SANEPAR の補修・更新実施のための予算が確保される
<b>成果</b> 1. SANEPAR の下水管路維持管理に係る能力が強化される(成果 1)	1-1 パイロット地区内の下水管路の閉塞及び溢水事故が xx%減少する 1-2 パイロット地区内の不明水量が xx%減少する	1-1 プロジェクト報告書、SANEPAR 情報システム(SIS) 1-2 プロジェクト報告書	本プロジェクトで研修を受けた職員がそれぞれの役職に留まる
2. SANEPAR の下水処理場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 2)	2-1 プロジェクトで策定される下水処理場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される 2-2 補修・更新計画に基づいて年間予算計画が討議される	2-1 プロジェクト報告書 2-2 プロジェクト報告書	
3. SANEPAR の浄水場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 3)	3-1 プロジェクトで策定される浄水場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される 3-2 補修・更新計画に基づいて汚泥処理を含めた年間予算計画が討議される	3-1 プロジェクト報告書 3-2 プロジェクト報告書	
<b>プロジェクト活動</b> 1-1 下水管路診断チームを組織する	インプット		

<p>1-2 下水管路の調査を実施し問題点を把握する</p> <p>1-3 下水管路の O&amp;M・診断に係る研修を行う</p> <p>1-4 下水管路診断パイロットエリアを選定する</p> <p>1-5 パイロットエリアでの TV カメラを用いた下水管路調査・診断及び研修(OJT)を行う</p> <p>1-6 流量計を用いた流量調査の実施及び研修(OJT)を行う</p> <p>1-7 下水道システムの流量を把握する</p> <p>1-8 下水管路健全化計画の方針を策定する</p> <p>1-9 下水管路の補修・更新の非開削工法を含めた検討を行いパイロットエリアの管路の補修・更新計画を策定する</p> <p>1-10 パイロットエリアの下水管路の補修・更新、健全化の取組を行う</p> <p>1-11 クリチバ首都圏及び沿岸部の下水管路健全化計画を作成する</p> <p>1-12 パイロットプロジェクトの成果と下水管路健全化計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p> <p>2-1 クリチバ首都圏と沿岸部の下水処理場・ポンプ場の実態調査を行い現状を分析する</p> <p>2-2 成果1で実施する汚水量測定のための測定システムの構築を支援する</p>	<p>日本サイド:</p> <p>(1) JICA 専門家</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 総括/下水処理運転維持管理</li> <li>- 下水管路維持管理</li> <li>- 下水管路診断</li> <li>- 浄水場運転維持管理</li> <li>- 下水処理技術</li> <li>- 浄水技術</li> <li>- 電気機械技術</li> </ul> <p>(2) 研修</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 本邦研修 (3 から 5 名/年)</li> </ul> <p>(3) ローカルコスト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ワークショップ/セミナーに関する費用</li> <li>- 研修材料に関する費用</li> </ul> <p>(4) 供与機材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 管路診断用 TV カメラ</li> <li>- 超音波流量計</li> </ul>	<p>ブラジルサイド:</p> <p>(1) カウンターパート配置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトディレクター</li> <li>- プロジェクトマネジャー</li> <li>- 下水管路診断チームのカウンターパート</li> <li>- 下水処理場 Standard Operation Procedure (SOP) チームの C/P</li> <li>- 浄水場 SOP チームの C/P</li> </ul> <p>(2) 執務室、会議室</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- JICA 専門家執務室</li> <li>- 事務機器</li> <li>- インターネット接続</li> <li>- 研修・ワークショップ用教室</li> </ul> <p>(3) ローカルコスト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- パイロット地区の下水管路診断及び更新に必要な費用</li> <li>- 供与機材の設置費用</li> <li>- 上下水高度処理パイロットプロジェクトに必要な費用(資材費、工事費、運転費用)</li> <li>- その他費用、関税、付加価値税、供与機材の輸入に係る費用、倉庫保管費用、内陸輸送に係る費用</li> </ul>	
--	---	--	--



<p>2-3 上記活動 2-1 で明らかとなった下水処理場      運転維持管理に関する課題の改善に向け      た現場調査・実験を行う</p> <p>2-4 上記活動 2-1 で明らかとなった下水処理      場・ポンプ場の設備における課題の改善、      改良に向けた取り組みを行う</p> <p>2-5 下水処理場 SOP (Standard Operation      Procedure) チームを組織する</p> <p>2-6 (SOP チームを含む維持管理担当者に対し      て) 下水処理場運転維持管理に係る研修を      行う</p> <p>2-7 既存マニュアルをレビューし、下水処理場      の運転維持管理マニュアルを作成する</p> <p>2-8 下水処理場およびポンプ場の施設更新計      画を作成する</p> <p>2-9 再生水利用のための高度処理施設導入の      実現可能性に係る調査を行う</p> <p>2-10 (仮) 上記活動 2-7 の調査結果に基づき、      高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>2-11 下水処理場の維持管理に係るパフォーマ      ンス指標 (実績値) のモニタリングを行う</p> <p>2-12 (対象地域以外の維持管理担当者を中心      とした) 下水処理場の維持管理マニュアル      および更新計画普及のためのワークショップ      プ/セミナーを実施する</p> <p>3-1 クリチバ首都圏及び沿岸部の浄水場の実      態調査を行い現状を分析する</p>		
--	--	--

<p>3-2 浄水場の SOP チーム( Standard Operation Procedure)を組織する</p> <p>3-3 (SOP チームを含む維持管理対象者に対して)浄水場運転維持管理に係る研修を行う</p> <p>3-4 既存のマニュアルをレビューし、浄水場の運転維持管理マニュアルを作成する</p> <p>3-5 浄水場の施設更新計画を作成する</p> <p>3-6 藻類除去のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査を行う</p> <p>3-7 (仮)3-6 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>3-8 浄水場の維持管理に係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>3-9 (対象地域以外の維持管理担当者を中心とした)浄水場の運転維持管理マニュアル及び更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p> <p>3-10 既存加圧浮上システムの改善に向けた現場調査、パイロットプロジェクトを実施する</p>		
--	--	--

表3 変更後のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM<sub>2</sub>)

内 容	指 標	検 証 方 法	重要な仮定
上位目標 プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道サービスが向上する	1. 2018 年までに下水道普及率が CMA で 79%、沿岸部で 60%となる (現状: CMA72%、沿岸部 49.4%) 2. プロジェクトで策定される補修・更新計画が 2020 年までに実施される。	1. SANEPAR 報告書(年次報告書等) 2. SANEPAR 報告書	
プロジェクト目標 プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道維持管理(O&M)が改善する	1. 下水処理場の運転維持管理のパフォーマンス指標(処理水量/流入下水量がクリチバ首都圏で 99.78%となるとともに、SANEPAR が設定し、継続的に見直しを行う下水処理場放流水の水質基準遵守率(クリチバ首都圏で年平均 37.3%、沿岸部で年平均 97.6%)を達成する。 2. 浄水場の運転維持管理のパフォーマンス指標(浄水処理水の飲料水水質基準遵守率:ICP-Produção: Índice de Conformidade ao Padrão de potabilidade na Produção)が 100%まで改善される	1. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書  2. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書	中央政府及び州政府の下水道及び水道政策に大きな変化がない  SANEPAR の補修・更新実施のための予算が確保される
成果 1. SANEPAR の下水管路維持管理に係る能力が強化される(成果 1)	1-1 パイロット地区内の下水管路の閉塞及び溢水事故等の苦情件数を前年以下とする 1-2 パイロット地区内の河川水の溶存酸素濃度を最低 5mg/L とする	1-1 プロジェクト報告書、SANEPAR 情報システム(SIS) 1-2 プロジェクト報告書	本プロジェクトで研修を受けた職員がそれぞれの役職に留まる
2. SANEPAR の下水処理場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 2)	2-1 プロジェクトで策定される下水処理場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される 2-2 補修・更新計画に基づいて年間予算計画が討議される	2-1 プロジェクト報告書  2-2 プロジェクト報告書	
3. SANEPAR の浄水場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 3)	3-1 プロジェクトで策定される浄水場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される	3-1 プロジェクト報告書	

	3-2 補修・更新計画に基づいて汚泥処理を含めた年間予算計画が討議される	3-2 プロジェクト報告書	
<b>プロジェクト活動</b> 1-1 下水管路診断チームを組織する 1-2 下水管路の調査を実施し問題点を把握する 1-3 下水管路の O&M・診断に係る研修を行う 1-4 下水管路診断パイロットエリアを選定する 1-5 パイロットエリアでの TV カメラを用いた下水管路調査・診断及び研修(OJT)を行う 1-6 流量計を用いた流量調査の実施及び研修(OJT)を行う 1-7 下水道システムの流量を把握する 1-8 下水管路健全化計画の方針を策定する 1-9 下水管路の補修・更新の非開削工法を含めた検討を行いパイロットエリアの管路の補修・更新、健全化計画を策定する 1-10 パイロットエリアの下水管路の補修・更新、健全化の取組を行う 1-11 クリチバ首都圏及び沿岸部の下水管路診断計画案を作成する 1-12 パイロットプロジェクトの成果と下水管路健全化計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する 2-1 クリチバ首都圏と沿岸部の下水処理場・ポンプ場の実態調査を行い現状を分析する	<b>インプット</b> 日本サイド: (1) JICA 専門家 - 総括/下水処理運転維持管理 - 下水管路維持管理 - 下水管路診断 - 浄水場運転維持管理 - 下水処理技術 - 浄水技術 - 電気機械技術 (2) 研修 - 本邦研修 (3 から 5 名/年) (3) ローカルコスト - ワークショップ/セミナーに関する費用 - 研修材料に関する費用 (4) 供与機材 - 管路診断用 TV カメラ - 超音波流量計	ブラジルサイド: (1) カウンターパート配置 - プロジェクトディレクター - プロジェクトマネージャー - 下水管路診断チームのカウンターパート - 下水処理場 Standard Operation Procedure (SOP) チームの C/P - 浄水場 SOP チームの C/P (2) 執務室、会議室 - JICA 専門家執務室 - 事務機器 - インターネット接続 - 研修・ワークショップ用教室 (3) ローカルコスト - パイロット地区の下水管路診断及び更新に必要な費用 - 供与機材の設置費用 - 上下水高度処理パイロットプロジェクトに必要な費用(資材費、工事費、運転費用) - その他費用、関税、付加価値税、供与機材の輸入に係る費用、倉庫保管費用、内陸輸送に	

<p>2-2 成果1で実施する汚水量測定のための測定システムの構築を支援する</p> <p>2-3 上記活動 2-1 で明らかとなった下水処理場運転維持管理に関する課題の改善に向けた現場調査・実験を行う</p> <p>2-4 上記活動 2-1 で明らかとなった下水処理場・ポンプ場の設備における課題の改善、改良に向けた取り組みを行う</p> <p>2-5 下水処理場 SOP (Standard Operation Procedure) チームを組織する</p> <p>2-6 (SOP チームを含む維持管理担当者に対して) 下水処理場運転維持管理に係る研修を行う</p> <p>2-7 既存マニュアルをレビューし、下水処理場の運転維持管理マニュアルを作成する</p> <p>2-8 下水処理場およびポンプ場の施設更新計画を作成する</p> <p>2-9 再生水利用のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査を行う</p> <p>2-10 (仮) 上記活動 2-9 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>2-11 下水処理場の維持管理に係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>2-12 (対象地域以外の維持管理担当者を中心とした) 下水処理場の維持管理マニュアルおよび更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p>	<p>係る費用</p>	
--	-------------	--

<p>3-1 クリチバ首都圏及び沿岸部の浄水場の実態調査を行い現状を分析する</p> <p>3-2 浄水場の SOP チーム( Standard Operation Procedure)を組織する</p> <p>3-3 (SOP チームを含む維持管理対象者に対して)浄水場運転維持管理に係る研修を行う</p> <p>3-4 既存のマニュアルをレビューし、浄水場の運転維持管理マニュアルを作成する</p> <p>3-5 浄水場の施設更新計画を作成する</p> <p>3-6 藻類除去のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査を行う</p> <p>3-7 (仮)3-6 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>3-8 浄水場の維持管理に係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>3-9 (対象地域以外の維持管理担当者を中心とした)浄水場の運転維持管理マニュアル及び更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p> <p>3-10 既存加圧浮上システムの改善に向けた現場調査、パイロットプロジェクトを実施する</p>		
---	--	--

表 4 変更後のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM<sub>3</sub>)

内 容	指 標	検 証 方 法	重要な仮定
<b>上位目標</b> プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道サービスが向上する	1. 2018 年までに下水道普及率が CMA で 79%、沿岸部で 60%となる (現状: CMA72%、沿岸部 49.4%) 2. プロジェクトで策定される補修・更新計画が 2020 年までに実施される。	1. SANEPAR 報告書(年次報告書等) 2. SANEPAR 報告書	
<b>プロジェクト目標</b> プロジェクト対象地域で、SANEPAR の上下水道維持管理(O&M)が改善する	1. 下水処理場の運転維持管理のパフォーマンス指標(処理水量/流入下水量がクリチバ首都圏で 99.18%となるとともに、SANEPAR が設定し、継続的に見直しを行う下水処理場放流水の水質基準遵守率(クリチバ首都圏で年平均 37.3%、沿岸部で年平均 97.6%)を達成する。 2. 浄水場の運転維持管理のパフォーマンス指標(浄水処理水の飲料水水質基準遵守率:ICP-Produção: Índice de Conformidade ao Padrão de potabilidade na Produção)が 100%まで改善される	1. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書  2. プロジェクト報告書、SANEPAR 月例報告書	中央政府及び州政府の下水道及び水道政策に大きな変化がない  SANEPAR の補修・更新実施のための予算が確保される
<b>成果</b> 1. SANEPAR の下水管路維持管理に係る能力が強化される(成果 1)	1-1 パイロット地区内の下水管路の閉塞及び溢水事故等の苦情件数を前年以下とする 1-2 パイロット地区内の河川水の溶存酸素濃度を最低 5mg/L とする	1-1 プロジェクト報告書、SANEPAR 情報システム(SIS) 1-2 プロジェクト報告書	本プロジェクトで研修を受けた職員がそれぞれの役職に留まる
2. SANEPAR の下水処理場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 2)	2-1 プロジェクトで策定される下水処理場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される 2-2 補修・更新計画に基づいて年間予算計画が討議される	2-1 プロジェクト報告書  2-2 プロジェクト報告書	
3. SANEPAR の浄水場運転管理(O&M)に係る能力が強化される(成果 3)	3-1 プロジェクトで策定される浄水場の補修・更新計画が SANEPAR のマネジメントレベルで承認される	3-1 プロジェクト報告書	

	3-2 補修・更新計画に基づいて汚泥処理を含めた年間予算計画が討議される	3-2 プロジェクト報告書	
<b>プロジェクト活動</b> 1-1 下水管路診断チームを組織する 1-2 下水管路の調査を実施し問題点を把握する 1-3 下水管路の O&M・診断に係る研修を行う 1-4 下水管路診断パイロットエリアを選定する 1-5 パイロットエリアでの TV カメラを用いた下水管路調査・診断及び研修(OJT)を行う 1-6 流量計を用いた流量調査の実施及び研修(OJT)を行う 1-7 下水道システムの流量を把握する 1-8 下水管路健全化計画の方針を策定する 1-9 下水管路の補修・更新の非開削工法を含めた検討を行いパイロットエリアの管路の補修・更新、健全化計画を策定する 1-10 パイロットエリアの下水管路の補修・更新、健全化の取組を行う 1-11 クリチバ首都圏及び沿岸部の下水管路診断計画案を作成する 1-12 パイロットプロジェクトの成果と下水管路健全化計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する 2-1 クリチバ首都圏と沿岸部の下水処理場・ポンプ場の実態調査を行い現状を分析する	<b>インプット</b> 日本サイド: (1) JICA 専門家 - 総括/下水処理運転維持管理 - 下水管路維持管理 - 下水管路診断 - 浄水場運転維持管理 - 下水処理技術 - 浄水技術 - 電気機械技術 (2) 研修 - 本邦研修 (3 から 5 名/年) (3) ローカルコスト - ワークショップ/セミナーに関する費用 - 研修材料に関する費用 (4) 供与機材 - 管路診断用 TV カメラ - 超音波流量計	ブラジルサイド: (1) カウンターパート配置 - プロジェクトディレクター - プロジェクトマネージャー - 下水管路診断チームのカウンターパート - 下水処理場 Standard Operation Procedure (SOP) チームの C/P - 浄水場 SOP チームの C/P (2) 執務室、会議室 - JICA 専門家執務室 - 事務機器 - インターネット接続 - 研修・ワークショップ用教室 (3) ローカルコスト - パイロット地区の下水管路診断及び更新に必要な費用 - 供与機材の設置費用 - 上下水高度処理パイロットプロジェクトに必要な費用(資材費、工事費、運転費用) - その他費用、関税、付加価値税、供与機材の輸入に係る費用、倉庫保管費用、内陸輸送に	



<p>2-2 成果1で実施する汚水量測定のための測定システムの構築を支援する</p> <p>2-3 上記活動 2-1 で明らかとなった下水処理場運転維持管理に関する課題の改善に向けた現場調査・実験を行う</p> <p>2-4 上記活動 2-1 で明らかとなった下水処理場・ポンプ場の設備における課題の改善、改良に向けた取り組みを行う</p> <p>2-5 下水処理場 SOP (Standard Operation Procedure) チームを組織する</p> <p>2-6 (SOP チームを含む維持管理担当者に対して) 下水処理場運転維持管理に係る研修を行う</p> <p>2-7 既存マニュアルをレビューし、下水処理場の運転維持管理マニュアルを作成する</p> <p>2-8 下水処理場およびポンプ場の施設更新計画を作成する</p> <p>2-9 再生水利用のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査を行う</p> <p>2-10 (仮) 上記活動 2-9 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>2-11 下水処理場の維持管理に係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>2-12 (対象地域以外の維持管理担当者を中心とした) 下水処理場の維持管理マニュアルおよび更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p>	<p>係る費用</p>	
--	-------------	--

<p>3-1 クリチバ首都圏及び沿岸部の浄水場の実態調査を行い現状を分析する</p> <p>3-2 浄水場の SOP チーム( Standard Operation Procedure)を組織する</p> <p>3-3 (SOP チームを含む維持管理対象者に対して)浄水場運転維持管理に係る研修を行う</p> <p>3-4 既存のマニュアルをレビューし、浄水場の運転維持管理マニュアルを作成する</p> <p>3-5 浄水場の施設更新計画を作成する</p> <p>3-6 藻類除去のための高度処理施設導入の実現可能性に係る調査を行う</p> <p>3-7 (仮)3-6 の調査結果に基づき、高度処理パイロットプロジェクトを実施する</p> <p>3-8 浄水場の維持管理に係るパフォーマンス指標(実績値)のモニタリングを行う</p> <p>3-9 (対象地域以外の維持管理担当者を中心とした)浄水場の運転維持管理マニュアル及び更新計画普及のためのワークショップ/セミナーを実施する</p> <p>3-10 既存加圧浮上システムの改善に向けた現場調査、パイロットプロジェクトを実施する</p>		
---	--	--



#### **A4-1 下水管路維持管理の現状調査結果**



## 下水管路維持管理の現状調査結果

### 1 下水管路施設の現状

CMA及び沿岸部の下水管路の全延長は約9,202kmで、その内、PVC管が5,216kmで56.7%を占め、続いて陶管が2,929kmの31.8%を占めている。水密性に劣る陶管の延長が約3割を占めており不明水の原因のひとつとなっている。また、最小口径150mm（わが国では通常200mm）を採用していること及び下水管の余裕率が聞き取り調査によると6%（わが国では小口径管では100%）であることから、小口径管の占める割合が多く、φ300mm以上の管渠延長は遮集管を含めて361km、全体の全延長の4%に過ぎない。このように管路全体の容量が小さいことから、閉塞や逆流が生じやすいシステムであるといえる。

一方、下水管網の中には全部で103か所の下水ポンプ場があり、それぞれの下水処理場に下水を導いている。CMAでは、プロジェクト対象の7箇所の下水処理場の下水流域に37箇所、プロジェクト対象外の下水流域に27箇所、沿岸部ではプロジェクト対象の5箇所の下水処理場の下水流域に39か所の下水ポンプ場がある。表1-1に各下水処理場の下水流域毎の下水ポンプ場の箇所数を示す。

表 1-1 各下水処理場の下水流域毎の下水ポンプ場の箇所数

地区	下水処理場	下水ポンプ場の箇所数
CMA	Atuba Sul	17
	Belem	4
	Santa Quiteria	4
	CIC Xisto	11
	Padilha Sul	1
	Sao Jorge	0
	Faz Rio Grande	0
	小 計	37
	プロジェクト対象外の下水流域	27
沿岸部	Mtinhas	10
	Pontal do Parana	6
	Guaraquecaba	6
	Morretes	4
	Guaratuba	13
	小計	39
合 計		103

### 2 下水管路の維持管理の取組

下水管路維持管理の組織及び取組ごとの調査内容を以下に列挙する。

#### 1) 下水管路維持管理の組織

CMA及び沿岸部の下水管路の維持管理は、運転管理局（DO）のCMA及び沿岸部支局（GGML）が行っており、同局の4つの地域課－クリチバ東課（URCT-N）、クリチバ北課（URCT-N）、クリチバ南課（URCT-S）及び沿岸部支局（URLI）－が具体的な下水管路の管理を行っている。ここでは、30の下水管路維持管理チーム（職員数60名）と23の下水管補修チーム（職員数58名）の体制で維持管理を行っている。また、同局の下水道サービス課（USEG）が下水管路の調査等を行うとともに、計画・オペレーション開発部（GPDO）内のオペレーション・サービス開発課（USDO）が下水道の管路台帳を担当している。

## 2) 下水管路台帳

SANEPAR では、総務局 (DA) 内の IT サービス課が GIS システムを含む IT 情報の一元管理を行っており、ここで作成されたデータベース (SaneGIS—2012 年に無料ソフトから有料ソフトにグレードアップ済) を各担当課が取り出し、それぞれのシステムを重ね合わせて利用している。管路台帳は水道が先に完成しており、下水道の台帳はほぼ整備が完了しつつある。下水管路図面は、AutoCad により既にデジタル化されており、ArcGIS で管路の情報 (管種、管径等) も入力されている。これに加え、顧客台帳を管路網に関連付けた台帳 (CODDOPE) を構築中で、両者を重ねあわせることもできる。2012 年 1 月の調査時点より進捗し、充実した内容となりつつあり技術支援の必要性は低い。現システムで行える作業内容を精査し、SDT チームで本プロジェクトへの活用方法の検討を行う。SANEPAR における業務の IT 化については、(施設管理の現状に比して) きわめて熱心で投資額も大きいと思われる。

なお、不備な点として、台帳システムに面積データがないことや、2006 年に終了した GIS 化の際に管きよの布設年のデータが失われ、やむなく家屋の接続年月のデータで補完しているということがある。

## 3) 下水管路洗浄

CMA で 15 台、沿岸部で 4 台の洗浄車 (吸引車兼用) を保有している。作業チームは、現状の機材で工夫して作業をこなしており洗浄技術そのものの技術支援の必要性は低い。ただし、ブラジル国の法令により、マンホール内に作業員が入るためには、日常の作業では実施困難な安全対策を行う必要があることから、通常マンホール内に作業員が入ることはない。そのため、作業完了後の目視 (カメラ撮影含む) 確認を行わないため、管路の損傷や取付管の突出し等の管路閉塞の原因があってもその確認ができず、予防的な維持管理が行いにくい現状がある。なお、より高性能な機材の調達及び増車を検討している。



高圧洗浄車による管路清掃

## 4) テレビカメラ調査

GGML の URCTL (クリチバ東課) は挿入式 TV カメラ (わが国では主に取付管の宅内からの調査に利用) を 1 台保有しており、ベレン流域の老朽管の調査を順次実施している。(国家貯蓄銀行の融資で購入し、3 年間で 98 km の調査を義務付けられている) 調査結果は、路線番号 (調査時)、場所、担当者、管径、管種、写真、内容 (不法接続、取付管の突出、破損、木根の侵入、逆勾配)などを記載し、路線毎に集計表を作成 (症状と箇所数を集計) し、報告書としてまとめている。ただし、更新のランク付けまではされていない。

このカメラは下水の流れを利用して挿入していく方式であるため、管路洗浄後、通常止水せずにカメラを挿入し撮影を行っている。視察したケースでは、管路洗浄が完了できないままカメラ調査を行ったことからカメラが水没し撮影できなかったため、止水プラグで下水を止めて撮影できる区間を長くできるようにしていた。

また、このカメラの性能上、マンホール内に作業員が入り目視確認を行わないブラジルでは下水管のおよその状態を把握するには有効である。他に管路の目視確認に替わる方法として、簡易 TV カメラの活用もきわめて有効であると考えられる。一方、更生工法の実施を



管路 TV カメラ調査

前提とした詳細な調査には自走式の TV カメラが必要である。

なお、SANEPAR は、2013 年 2 月に 10 台の挿入式 TV カメラを購入し、CMA で 3 台、沿岸地方で 1 台配備された。今後の、管路調査及び診断については、供与機材の簡易 TV カメラ及び自走式カメラに加え、これらの挿入式カメラを活用する必要がある。

#### 5) 誤接調査チーム（排水設備調査チーム）

GGML の URCT-L（クリチバ東課）では、2 人 1 組を 1 チームとし、SANEPAR 職員 3 チーム、委託業者 4~5 チーム、合計 7~8 チームが宅内の排水設備の調査を行っている。1995 年から年 9 万件以上、計 130 万件の調査を行っている。現在は、苦情対応及び新築家屋の確認手続きについての調査が多く、誤接のみを目的に調査を行っているのではない。CMA では 12%（他に調査不能 18%）、沿岸地方では 8%の誤接続が確認されている。調査は、染料（トイレ、流し、雨水の 3 種に色分け）を流して確認している。



染料による 新築家屋 誤接調査

新たに下水道区域となった場合、接続の義務があり、住民説明後 30 日で確認、その際未接続でもその 30 日後から料金徴収を行うとともに、環境局に改善対象として通知する。チームはこの業務も行っている。

なお、雨水浸入水対策は、宅内の誤接が原因であることが多く、その対策も実施されている。対策をより進捗させるため、本プロジェクトにおいてこのチームとの連携が必要である。

#### 6) 管路調査チーム

GGML 内の USEG（下水サービス課）内に、今年度新たに管路調査チームを設置し、2012 年 8 月から活動を開始している。フォーマットを定めて 300 mm以上の管きょを対象にマンホールの目視調査を行っており、ベレン流域について 10 月時点で 16.5 kmの調査を完了している。約 18%のマンホールが、舗装などのために鉄蓋が見当たらない結果で今後の調査・診断が困難となることが想定される。また、浸食により管路が露出、破断しているケースも見られる。このチームは、流量計による下水管の流量調査を担当しており、また、C/P でもあることから、本プロジェクトの中心的役割を担う。



管路調査チームによる MH 調査

#### 7) 流量計を用いた流量調査の実施

GGML 内の USEG（下水サービス課）、ポータブル式超音波流量計 3 台を保有しており、雨天時浸入水量の把握を目的にベレン流域、サンタ・キテリア流域及びアツバ・スル流域で予備調査を開始している。ベレン流域の 9 か所のマンホールでの測定データを見ると、内 7 か所がポンプ場の運転の影響を受けている。また、その 7 か所の内 2 か所で水位の変動が見られず、河川へのバイパス管による放流が疑われる。流下管として流量が測定できていたのは 2 か所のみである。これらのことから、浸入水量の把握のみを目的とした流量調査を行うことにはかなりの制約があると思われる。



SANEPAR 保有の超音波流量計



## 8) 管路更生工事の実績

SANEPAR では、数年前に試験的に管路更生工事を実施している。口径 150 mmの下水管路を対象に、約 30 km実施したが、施工後大きく変形し下水の流下能力を著しく阻害したため布設替えを余儀なくされた区間が相当に上っている。施工はサンパウロの業者が行ったようだが現在営業していない。熱硬化性樹脂を用いていると推測されるが、地上でのデモ施工では正常に硬化しており、不良の原因は、硬化時の温度管理の不徹底などの施工管理の不備と思われる。



なお、上記の更生工事の材料の厚みは約 7 mm (デモ施工を実測) であったが、口径 150 mmの場合、断面積は約 80%に縮小する。わが国の公共下水道の最小管径である 200 mm に比して、より流下能力が小さいものとなり、管路の更新はなされるものの、閉塞しやすくなる、あるいは、雨水の混入による溢水がしやすくなるなどの維持管理上の問題を引き起こす恐れがある。そのため、150 mmの下水管への更生工法の適用については、その可否を含めて十分な検討を行う必要がある。

## 9) 管路使用資材について

<全般>

表 1-2 に下水管路の管種別延長を示す。下水管路に使用している材料については、300mm 程度以下の口径は、当初は陶管を使用していたが、その後、400mm 以下で塩ビ管を使用するようになり現在、全延長約 9,200 kmの内、塩ビ管が 56.7%、陶管が 31.8%で、全体の 88.5%を占めている。一方、中大口径管は鉄筋コンクリート管を使用している。また、圧送管については、以前は铸铁管を用いていたが、現在は硬質ポリエチレン管を用いている。

表 1-1 下水管路の管種別延長

下水管種	下水管延長(m)	割合(%)
PVC (硬質塩化ビニル管)	5,216,230	56.7
陶管	2,929,959	31.8
鉄筋コンクリート管	245,705	2.7
ポリエチレン管	82,566	0.9
铸铁管	31,248	0.3
ポリエステル管	31,509	0.3
ポリプロピレン管	9,696	0.1
管種不明	656,073	7.1
合計	9,202,987	100.0

<陶管>

陶管については、腐食などの材質劣化による経年劣化は生じにくく、地盤の不等沈下等による蛇行・継手のずれ、外力(車両荷重、他工事など)による破損、後(あと)施工取付管の突出しなどにより維持管理上の問題を引き起こしている。

<塩ビ管>

塩ビ管については、現在、400 mm以下の下水管に利用されており、開削工法による新設及び布設替え管きよのほとんどは塩ビ管である。わが国の下水道用硬質塩化ビニル

管に比して、厚みがやや少ないが（口径 150 mmで、わが国基準 5.1 mm、ブラジル基準 3.6 mm）、材料担当者によると、2m までの深さに対応するものであるとのことであるが、特に沿岸部ではこれを超える箇所を確認している。

#### <鉄筋コンクリート管>

鉄筋コンクリート管については、管路システム全体的に口径が小さいため 2.7%とシェアは小さい。鉄筋コンクリート管は条件により腐食性ガスによる腐食が生じることもあることから現状の実態調査が必要である。

#### <資材管理その他>

SANEPAR では、大規模な建設工事以外の修繕工事などに用いる管路材料（水道を含むパイプ、マンホール、鉄蓋等）は、SANEPAR が一括購入して施工業者に支給する支給材料としており、ブラジルの基準に基づき、工場検査を含めて厳格な検査を行っている。一方、資材用の事務所はかなり多量に資材を貯蔵しているが、紫外線で劣化が生じる塩ビ管に覆いをしていない等管理上の問題も確認した。

本プロジェクトで下水道管の使用資材の検討を行うこととされているが、現在は、わが国と同様に、流下管の中大口径管：鉄筋コンクリート管、小口径管：塩ビ管、圧送管：ポリエチレン管としており、また仕様についてもブラジルの基準に基づいたものとしているため検討は不要と思われる。

### 10) ポンプ施設

対象エリア内のポンプ場 103 か所のうち 64 か所が CMA 内にある。この内、最大規模のポンプ場であるピラクアラポンプ場（アツバ・スル処理区）を視察した。機械式の除塵機は故障とのことで撤去されていたがその他の管理はほぼ良好であった。このポンプ場には、停止時の対応のため予備タンクが設けられていたが、さらに、河川へのバイパス管も設けられていた。CMA 内のポンプ場にはこのようなバイパス管が設置されているようである。運転管理については、大規模なポンプ場は流量計が設置されておりデータの管理もできているようであるが、小規模なポンプ場は、流量計が設置されておらず運転時間についても毎日～数日に 1 度の点検で確認している。また、現時点で流量計が設置されているポンプ場は 6 箇所であるが 順次設置していく計画を持っており、2013 年には CMA 内で 11 か所（内 Atuba Sul 流域：3 か所、CIC Xisto 流域：5 か所）の流量計が設置される予定である。ポンプ施設についての詳細な調査結果は、成果 2 の活動 2・3 に示す。



### 11) 管路の維持管理のまとめ

現有施設の維持管理という観点からは、2) から 7) で示した業務について、経験・能力ともに高く、管路洗浄車等の操作方法等についての技能研修は不要と考えられる。管路台帳の充実や調査チームの発足、高圧洗浄車、TV カメラの新規購入など新しい取り組みも精力的に進めている。ただし、より効率的な維持管理や予防的な維持管理に向けた配慮やシステム化、調査方法、新技術導入時の配慮等については改善の余地がみられ、本プロジェクトの対象とできる。

ポンプ場については、機械・電気設備の機能保全の取組を進めるとともに、流量計の設置が必要な箇所があるが、遠隔監視と一体のものとするべきであり、本プロジェクトの調査用流量計はなじまない。SANEPAR が予算化し順次設置することを確認している。配管材料の選定については、基本的に、開削管＝塩ビ管、圧送管＝ポリエチレン管であり、現在用いているものに改善の余地はない。

## 12) 都市河川水質改善計画について

SANEPAR は下水システムからの汚水の流出に伴う都市河川の水質汚濁を改善するため、環境局の USHI（水資源課）を中心に URCT（地域課）や USEA（環境教育課）など関連部課が協力して、都市河川水質改善計画（PRRU）を進めている。改善方法は、河川の DO を測定して下水管からの流出箇所を特定し、その箇所を修繕することにより効果的な対策を行うというものである。また、地域住民と協働した取組も行っている。取組の実績を見ると、数名のスタッフで 1,2 ヶ月という短期間に効果が上がっているが、内容を吟味する必要がある。河川に近接した箇所の汚水管の破損などが原因の場合は、この手法が効果的であるが、各戸の接続など面的な原因の場合は、原因の特定が困難で対策にも時間を要するものと思われる。本プロジェクトにおいて、この PRRU プロジェクトと連携し、下水管路の調査のみならず、河川の水質調査や住民との連携も行うこととしている。

## 3 管路管理上の問題点の整理

### 1) 下水管路の維持管理の現状

CMA 及び沿岸部における過去 2 年間の下水管路の維持管理上のトラブル（下水管の閉塞、逆流など）と補修の実績を表 2-2 に示す。トラブルの発生件数は非常に多く、1 kmあたり約 3 件発生している。トラブル発生件数に対する下水管の補修件数は約 10~20%であり、大半が下水管の洗浄により下水管の閉塞を解消している。しかし、閉塞の要因を解消せず、閉塞の再発を招いていることが推定される。トラブルの発生件数を減少させるには、この要因を取り除く取組とそのシステム作りが必要である。

表 2-2 過去 2 年間のトラブル発生件数と下水管補修件数

地区	トラブル発生件数		下水管補修件数	
	2010 年	2011 年	2010 年	2011 年
CMA	24,759	27,388	4,870	4,435
沿岸部	986	610	95	97
計	25,745	27,998	4,965	4,532

### 2) 下水管の閉塞等について

#### ア) 管路の構造上の問題によるもの

経年劣化及び外力（他の道路工事等）による下水管の破損、継手のずれ、あるいは取付管の新設時の工事の不備による取付管の突出し等がある。また、沿岸地方では、埋設深さ 2m 以上の場合（塩ビ管）、管内へ取付管が落下するという問題がある。これは、取付支管の仕様の不備によるもので現在改良を行うとともに、管路清掃時に落下を確認した場合は開削による取り替えを行っている。

対策としては、経年劣化等で管路施設が全般的に劣化している場合は、スパン単位（人孔間の全区間）の布設替えや管更生、それ以外は、部分的な補修などの対応となる。

#### イ) 流下物によるもの

管路閉塞の最も多い原因は下水管中での油の固化で、閉塞原因の 20~30%を占めており、汚物の流入がそれに次ぐ。油、汚物等の流下物による閉塞の対策としては、宅内の排水設備のオイルトラップの設置や市民啓発である。

#### ウ) その他

木の根の侵入については、その除去と再度侵入しないようにする手だてが必要であるが、現在、開削工法により対応している。わが国では、TV カメラで確認しながら高圧洗浄車の高圧水や更正工法の取付管穿孔機で除去し部分的な補修工法で再侵入しないよう手だてを行うことが多い。

また、沿岸地方の土砂流入については下水管の継手のずれや破損が想定されることから管路の修繕が必要である。このとき、部分補修かスパン単位の布設替えあるいは管

更生を行うかは詳細調査による。

### 3) 雨天時の下水管の逆流

雨天時の下水管の逆流が多く発生し、このことに関する苦情も多い。雨水が汚水管に浸入することによるが、その原因として、宅内の排水設備の不備（誤接続）によるものが多い。このことは、誤接調査チームの調査結果からも明らかである。その対策としては、まず、雨水の浸入水量を減少させることである。誤接続を発見した場合、市役所が改善命令を出す、その手続きが滞っている、あるいは、実効性が低いとのことである。市役所とのより緊密な連携が必要である。また、幹線、支線を含めた管きよの容量不足についても対策の検討を行う必要がある。

### 4) 雨天時 SSO

雨天時の下水の河川への流出（SSO）については、処理場のバイパス管、一部のポンプ場のバイパス管、幹線管きよ（サイホン部等）のバイパス管（未確認）及び管路からの漏れ等（河川の浸食により下水管が破損している箇所もある）が原因で生じている。その対策については、2) の宅内の誤接続の対策と同様の方法で雨水浸入水量を減少させることが必要であるが、まず、SSO を解消しようとする方針を明確にし、施設（構造物）の改善についても、優先順位を定めて取り組む必要がある。

### 5) 晴天時 SSO

下水管路からの溢水は、雨天時の浸入水によるもの以外に、晴天時においても汚水が下水管から溢水（SSO）している模様である。特に、ベレン処理区域では、市内中心部から南北に一部暗渠で流下するベレン川に、多量の汚水が下水管から溢水しているとみられ、著しい環境汚染を引き起こしている。

晴天時 SSO の原因は、聞き取り調査及び現地調査の結果、誤接続の他に、河川などの横断部分で用いられているサイホン構造が閉塞等の障害を起こしており、人孔部からの漏れ（現場で確認）及び遮集管（注1）整備の際に残された既設放流管（未確認）により河川に汚水が流出しているケースが多いようである。また、クリチバ市内にはサイホン構造が多数存在し、その中で、サイホンの破損が確認され工事の発注準備中のものもあるようである。早急に実態調査を行う必要がある。サイホン構造については、土砂や汚物の堆積で閉塞した場合、浚渫・清掃は非常に困難で、時間経過するほど困難度は増加する。また、維持管理用に2連とするのが原則であるが、ここでは一部を除き1連としており、配管部分に土砂が堆積しやすいベント式サイホン構造を採用していることとあわせて、対策は一層困難である。これらのことから、下水管路施設の基本的な機能を確保するため、実態調査に基づき、抜本的な対策を行う必要がある。

この部分でサイホン人孔からの下水の漏れも確認（SANEPAR 本部近くの街の中心部近く）



雨水渠からベレン川への汚水の流入（ベレン川は固有水量をほとんど持たない）

注1：遮集管（Interceptor）は、主として合流式下水道の河川への放流後の残流下水及び晴天時下水を集める下水管である。本来分流式で計画された下水管路システムでは、支線管きよから幹線管きよへと下水を流集するのみで遮集管は存在しない。本プロジェクトエリアでは、1910年ごろから下水管

路の整備がなされている一方、下水処理場の運転は 1970 年代からである。その間、他の中南米諸国の下水道システムと同様に、河川へ直接放流されていたものと思われる。下水処理場の運転開始時に、下水を遮集する遮集管を建設したのであろう。また、以前河川に放流していた吐口が処理場を含めて、余水吐きとして残留し、現在も機能しているであろう。

## 6) 晴天時浸入水（地下水浸入）

特に沿岸地方で地下水の浸入が報告されている。CMA では、流量計による調査を、EC 計（電気伝導度計—浸入水が多いと値が低下）による調査で補完して、その量を確認する必要がある。一般に、雨水浸入水が主に宅内の誤接続が原因であるのに対して、晴天時の地下水浸入水は、道路部の下水管から浸入しているものが多いとされている。対策としては、下水管の布設替えや更生工法による水密化で対応を行う。地下水浸入水の問題は、下水管の能力を低下させ雨天時の浸入水による下水管の溢水を早めることの他に、下水量の増大と処理場流入下水の有機物濃度の低下をもたらし、下水処理に影響を及ぼすことになる。

## 7) 沿岸地方の下水管路維持管理の問題点

沿岸地方では、平坦な地形条件から、全般に埋設深さが大きくなるとともにポンプ場の数が多い（対象エリア内 103 か所のうち 39 か所が沿岸地方）。地下水位が高い（潮位によっても影響を受ける）ことに加え透水係数の高い土質（砂地）であることから、管きょへの地下水の浸入の問題を抱えている。また、地下水の流入に伴って砂の流入が見られ、観光人口が増加するハイシーズン前に閉塞を防ぐため予防的な洗浄を行っている。沿岸地方の海岸に近い幹線下水道においては砂の流入が多く、砂の除去を行った後に道路の沈下がみられる箇所があり早急な対応が求められている。雨天時浸入水については、宅内の誤接続の問題もあるが、雨水整備が遅れており、住民がマンホール蓋を開口して汚水管に流入させることもあるとの説明を受けた。

また、沿岸部では、ソケットの構造の不備により、埋設深さが 2m を超えると取付管が本管内に落下する事象が発生し、仕様を変更し取り替えを行っている。

沿岸地方の担当は調査時点で TV カメラを保有していないため、前記の取付管の落下についても洗浄作業中の推定で確認しており、深埋設による塩ビ管の変形も懸念されることから TV カメラ（SANEPAR 購入予定の挿入式カメラでも可）の必要性が高い。

管きょ材料については、マッシーニョスの一部の古く整備された地区では陶管が使用されており継手のずれなどが原因で砂の流入の問題を抱えており塩ビ管への布設替えを始めている。ポンプ施設については、いくつかの施設を視察したが、おおむね良好な管理がなされていた。新しい施設については、3 時間程度の下水量に対応する貯留槽を設けており、停止時や浸入水の増大に対応している。古い施設は貯留槽を持たず、バイパス放流で対応している。

特に海岸に近い個所では、高地下水位で流動性の高い砂地であることから、小規模な修繕工事でも、通常の開削工法では施工できず、ウェルポイント工法（パイプを多数地中



に打ち込んで地下水をくみ上げ地下水位を低下させる工法)を採用している。

## 8) 下水管路の容量不足について

ベレン流域の遮集管はベレン川に沿って布設されており、処理場付近の最下流からセントロ・シビコ地区の上流部まで踏査した。添付の写真は最下流付近の遮集管のマンホールであるが、ベレン処理場の沈砂池の水位が高いことから背水影響もあり、満管に近い状態のようである。雨天時の下水管の逆流箇所をパソコン上で図示したのを見たが、幹線下水道付近に多く発生していることが見て取れた。晴天時でも余裕のない状態で、雨天時に浸入水により流量が増加した際には圧力状態となり、それに流入する下水管に逆流を生じさせているものと推定される。



処理場近くの満水状態の幹線遮集管

また、ベレン流域では、給水量から推定した下水量の約40%が下水処理場に到達していないとのことである。晴天時においても、4)で述べたように下水管からの汚水の放流があるようで、この問題を解消すると、遮集管をはじめとする幹線下水道の容量はさらに不足することとなる。末端の下水管の口径が150mmであることも問題である(注2)。

注2：口径150mmの下水管の断面積は200mmの断面積の56%に相当、また、150mmの下水管に厚み7mmのライニングを行うと46%に減少する。

## 9) まとめ

管路管理上の問題点、原因、把握方法、調査方法及び対策を表2-3にまとめた。「対処的な対策」は現状でもほぼ行われており、本プロジェクトにおいて表中で下線を引いた「予防的な対策」に向けて取組を進めていく必要がある。

本プロジェクトにおいて、問題点ごとの対応・対策が出来るよう、総合的な取組を進めていく必要がある。

表2-3 下水管路維持管理における問題点、原因、調査方法及び対策

問題点	原因	調査方法	対策
1) 下水管の閉塞	構造上の問題	カメラ調査(発生後) カメラ調査(計画的)	問題発生後の修繕 (対処的) 計画的調査で事前対応 (予防的)
	流下物(油、汚物等)	洗浄時の確認 頻発箇所の事前確認	閉塞に伴う洗浄 (対処的) 住民の協力・啓発 (予防的) 頻発箇所の事前清掃 (予防的)
	その他(木の根の侵入)	カメラ調査(発生後) カメラ調査(計画的)	問題発生後の除去 (対処的) 計画的調査で事前除去 (予防的)
2) 雨天時の逆流	雨水浸入水	訪問調査 流量計による調査	逆止弁の設置等 (対処的) 誤接続の改善 (予防的)
3) 雨天時SSO	雨水浸入水 構造上の問題	現地調査 流量計による調査	誤接続の改善 (予防的) 施設的能力増、構造改善(予防的)
4) 晴天時SSO	構造上の問題	現地調査 流量計による調査	閉塞サイホンの改善 (対処的) 施設的能力増、構造改善(予防的)
5) 晴天時浸入水	地下水浸入水	現地調査 流量計等による調査	下水管の布設替え、更生による水密化 (対処的及び予防的)



#### A4-2 水質測定による浸入水量の調査方法





潤いある未来へ

2014/2/21

## Método de Estudo da Infiltração Através da Medição de Qualidade da Água

JICA Expert Team

© Copyright Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

### 1. Método de Estudo

#### Comportamento da qualidade de água

**Infiltração de água subterrânea**

**Água Subterrânea** No tipo infiltração de água subterrânea, é pequena a variação horária da qualidade de água e do volume infiltrado, e o esgoto do tempo seco é simplesmente diluído.

**Água Pluvial** No tipo infiltração de água pluvial, é grande a variação do volume infiltrado, com grande variação da qualidade de água do tempo seco em comparação com o tempo chuvoso.

JICA Expert Team

### 1. Método de Estudo

#### Local para instalação do medidor de qualidade de água

**Exemplo de instalação no PV**

JICA Expert Team

### 1. Método de Estudo

#### Princípio

$$C_{A+B} = \frac{C_A \times Q_A + C_B \times Q_B}{Q_A + Q_B}$$

$C_{A+B}$  : qualidade de água do esgoto misturada com água pluvial  
 $C_A$  : qualidade de água do esgoto  
 $Q_A$  : volume do esgoto  
 $C_B$  : qualidade de água pluvial  
 $Q_B$  : volume da água pluvial

Indicadores de qualidade de água: eletrocondutividade, temperatura, etc.

(exemplo de eletrocondutividade)  
 esgoto: valor médio oscila entre 800 ~ 1.300µS/cm  
 água pluvial: inferior a 150 µS/cm (ocorrência maior: inferior a 75 µS/cm)  
 água subterrânea: inferior a 300 µS/cm  
 µS/cm : micro simens por centímetro

JICA Expert Team

### 1. Método de Estudo

#### Método de instalação do medidor de qualidade de água

##### Exemplo de instalação no PV

[Fixar no fundo do PV com âncora] [Referência: medição da vazão (Calha PB)]

(Data Logger de condutividade)

JICA Expert Team

### 1. Método de Estudo

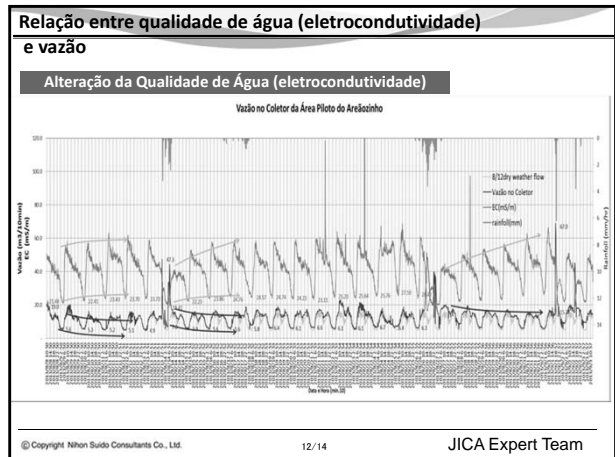
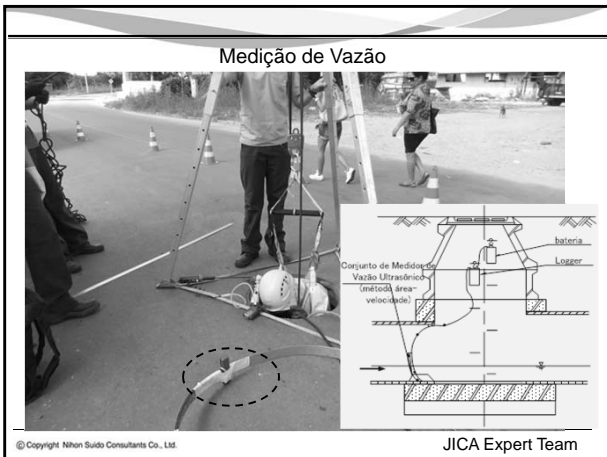
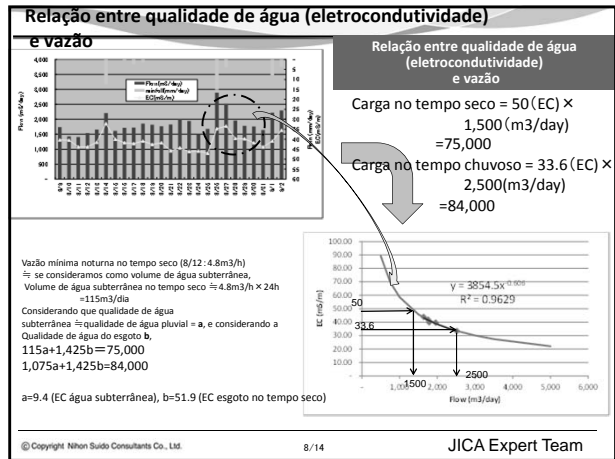
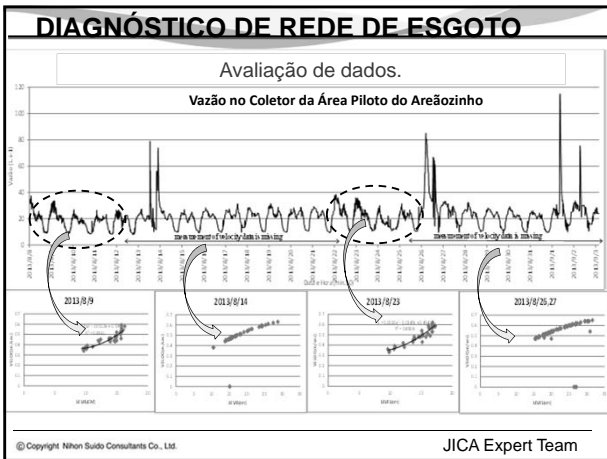
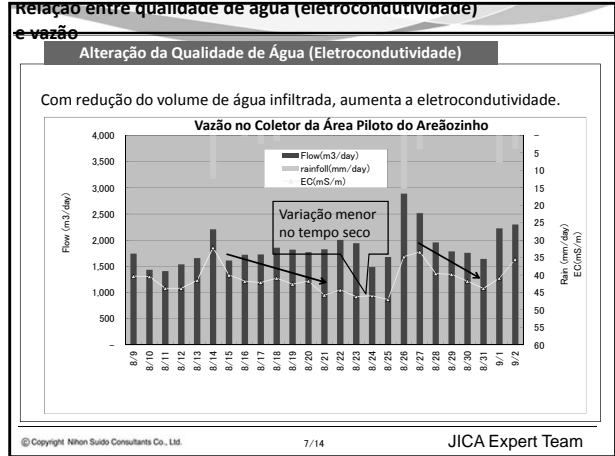
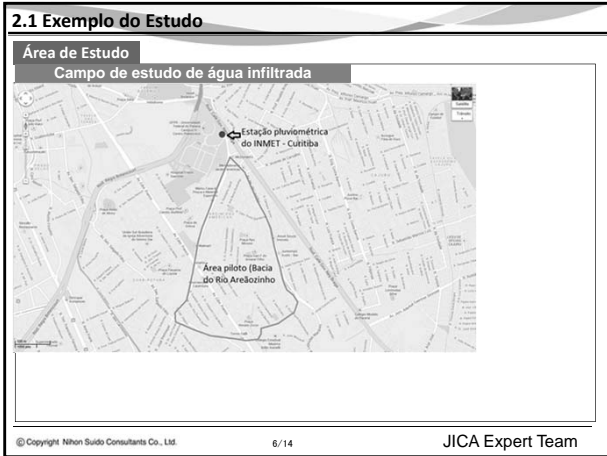
#### Exemplo do comportamento da qualidade de água (tempo seco/tempo chuvoso)

##### Eletrocondutividade

**Infiltração de Água Pluvial**  
 No momento da chuva ocorre a redução de eletrocondutividade

**Infiltração de Água Subterrânea** Mesmo após a chuva não ocorre o aumento de eletrocondutividade → Devido a grande volume de água subterrânea, ocorre a diluição do esgoto.

JICA Expert Team



Muito Obrigado!



### **A4-3 CMA パイロットエリアの流量調査**



# PROJETO PARA MELHORIA DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DO PARANÁ – JICA

## MEDIÇÃO DE VAZÃO



## DEFINIÇÃO DE DIAS SECOS E CHUVOSOS

Dia	Precipitação	Condição
06/08/13	0	U
07/08/13	0	U
08/08/13	0,2	S
09/08/13	0	S
10/08/13	0,6	S
11/08/13	0	S
12/08/13	0	S
13/08/13	3,2	S
14/08/13	9,2	N
15/08/13	0	S
16/08/13	0,4	S
17/08/13	3,2	S
18/08/13	0,8	S
19/08/13	0	S
20/08/13	0	S
21/08/13	0	S
22/08/13	0	S
23/08/13	0	S
24/08/13	0	S
25/08/13	0	S
26/08/13	16,8	C
27/08/13	2,4	U
28/08/13	0	U
29/08/13	0	S
30/08/13	0	S
31/08/13	0	S
01/09/13	7,8	N
02/09/13	4,4	N
03/09/13	0	S

(C) Dia Chuvoso  $\geq 10$  mm

(U) Dia Húmido = dois dias após um dia chuvoso.

(N) 4mm  $\leq$  Dia chuvoso não representativo  $< 10$  mm

(S) Dia seco  $< 4$  mm



## MEDIÇÃO DE VAZÃO

Levantamento e apresentação de dados de vazão, eletro-condutividade e precipitação na área piloto da bacia do rio Areãozinho.

- Precipitação (dados do INMET);
- Medição da Vazão e eletro-condutividade realizada no período de 08/08/2013 a 03/09/2013.



## MEDIÇÃO DE VAZÃO

- Definição dos coletores;
- Divisão dos polígonos conforme o CODOPE;
- Medição de vazão;
- Obtenção dos dados de chuva no período de medição de vazão;
- Tabulação dos dados;
- Avaliação dos dados de medição de vazão.

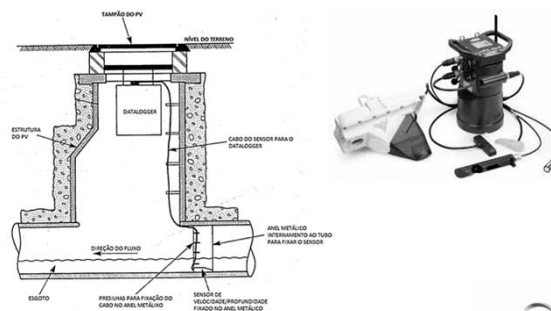


## DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Estação pluviométrica do INMET em Curitiba.

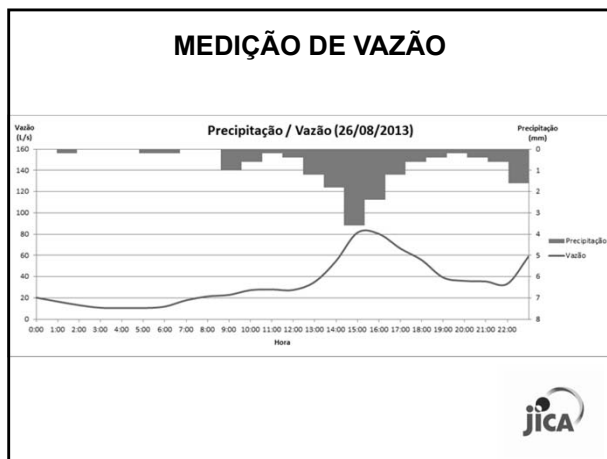
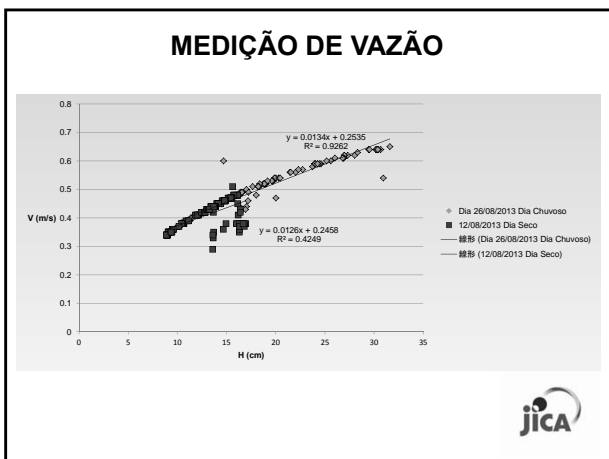
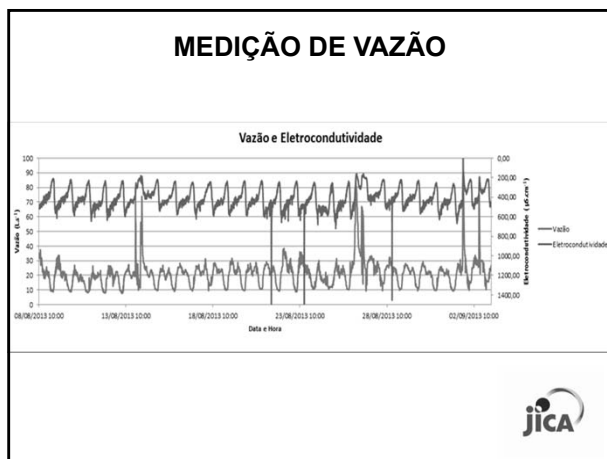
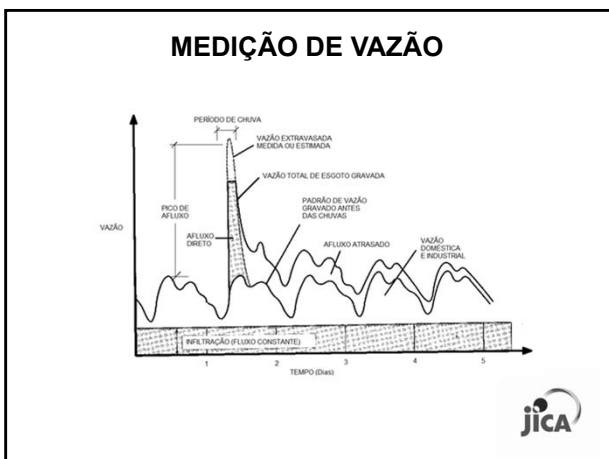
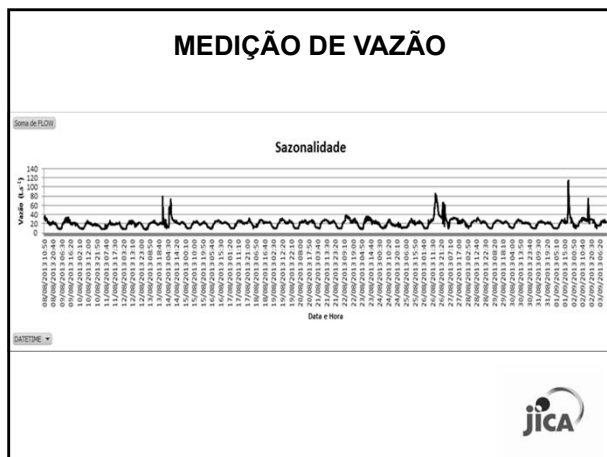


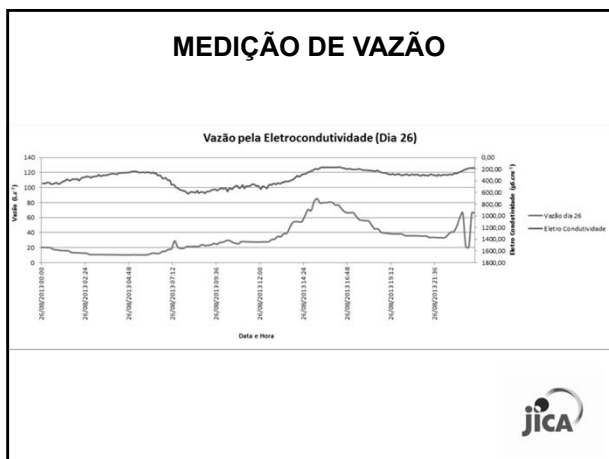
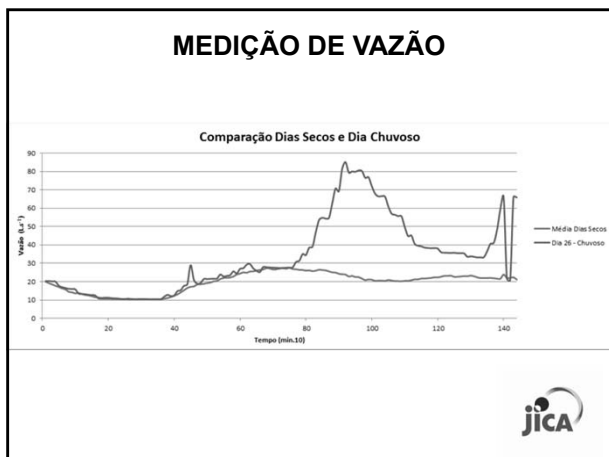
## MEDIÇÃO DE VAZÃO





### MEDIÇÃO DE VAZÃO





# PRIORIZAÇÃO DE TRABALHOS



### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

#### INSTALAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA PARA INSTALAR MEDIDORES DE VAZÃO NO VALOR DE: R\$ 299.000,00

FORAM INSTALADOS MEDIDORES DE VAZÃO EM 38 PONTOS DOS COLETORES POR EMPRESA TERCEIRIZADA

Legend for polygons:  
 ■ ETE SÃO JORGE  
 ■ ETE BRUNO MAG.  
 ■ ETE BELÉM  
 ■ ETE SANTA GUYTERBA  
 ■ ETE CEC JARDIM  
 ■ ETE PADILHEIRO  
 ■ ETE SAC. DO GRANDE

### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

Cálculo das vazões teóricas com base nas vazões micro medidas

Parâmetros de cálculo	
coef. retorno	0,90
sub medição	0,15
K1	1,2
K2	1,5
K3	0,5
taxa infiltração	0,0001 l/s.m para junta elástica
	0,0005 l/s.m para junta argamassada

### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

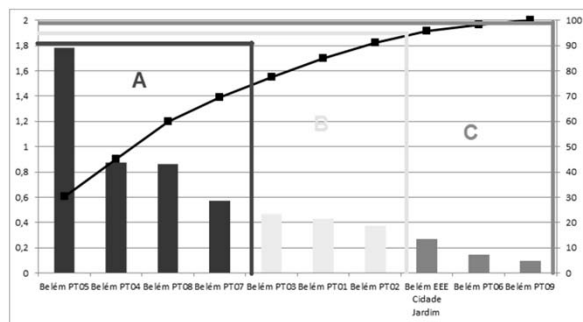
Ponto	Fator 0,4	Fator 0,6	Soma dos Fatores	Área	Vazão/Área	Curva ABC
Belém PT05	3,390945	2,393836	5,784781	3,244825	1,7827715	30,3203
Belém PT04	25,81246	9,810453	35,62291	40,66625	0,8759823	14,89818
Belém PT08	2,611932	1,941245	4,553177	5,266096	0,8646209	14,70495
Belém PT07	1,541588	3,039629	4,581216	8,02307	0,5710054	9,711316
Belém PT03	0,920569	4,7722	5,692769	12,1942	0,4668423	7,939773
Belém PT01	1,234731	1,583641	2,818373	6,58573	0,4279515	7,27834
Belém PT02		31,18155	31,18155	82,98935	0,3757296	6,390182
Belém EEE						
Cidade Jardim	4,487774	0,809765	5,297539	19,559	0,2708492	4,60644
Belém PT06		3,268288	3,268288	22,43402	0,1456845	2,477713
Belém PT09		1,19939	1,19939	12,1942	0,0983574	1,672803
						100

### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

#### VAZÕES TEÓRICAS DOS PONTOS DO SES ETE BELÉM

PONTO DE CONTROLE	TUBULAÇÕES (M)		VAZÕES (L/s)		VAZÕES (L/s) - CONSIDERANDO MICROMEDIDO				
	CER / CA	PVC E OUTRAS	Qinfiltração	Qsanitária	Qmédia	Qmaxdiária	Qmaxhorária	Qmínima	
PT01	99.597,68	31.202,62	52,92	58,38	111,30	122,97	158,03	82,11	
PT02	305.326,52	124.508,61	165,11	185,66	350,77	387,90	499,30	257,94	
PT03	217.221,97	56.274,77	114,24	194,63	308,87	347,80	464,58	211,56	
PT04	101.212,19	25.584,19	53,16	153,50	206,67	237,37	329,47	129,91	
PT05	67.597,40	4.718,31	34,27	99,18	133,45	153,28	212,79	83,86	
PT06	58.232,44	6.998,22	29,82	100,97	130,78	150,88	211,56	80,30	
PT07	166.420,40	8.743,11	84,08	175,97	260,05	295,25	400,83	172,07	
PT08	105.341,95	6.996,50	53,37	201,63	255,00	295,33	416,31	154,18	
PT09	179.569,07	67.679,87	96,55	97,26	193,82	213,27	271,63	145,18	
EEE	88.021,59	141.363,48	58,15	55,59	113,73	124,85	158,20	85,94	
S/MEDICAO	140.709,43	104.707,45	80,83	105,00	185,83	206,83	269,83	133,33	

### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS



### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

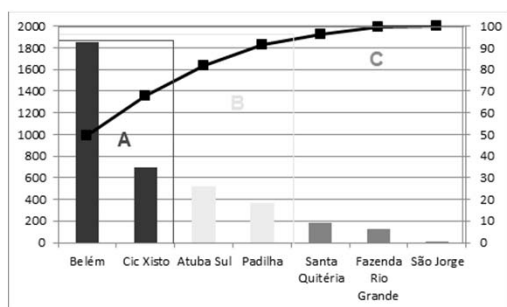
#### VAZÕES MEDIDAS

PONTO	Q média (Micro) (L*s-1)	Q Média Seco (Medida) (L*s-1)	Variação Média de Q (Micro Medido - Medido Seco) (L*s-1)	Variação Média de Q (Dia Seco) (%)	Q Média Chuvoso (Medido) (L*s-1)	Variação Média de Q (L*s-1) (Chuvoso - Seco)	Variação Média de Q (Dia Chuvoso) (%)
Belém PT02	1950,71	499,77	1450,94	74,38	456,99	-42,78	-8,56
Belém PT04	1179,77	723,27	456,5	38,69	1005,91	282,64	39,08
Belém PT03	308,87	86,81	222,06	71,89	96,89	10,08	11,61
Belém PT06	579,6	427,52	152,08	26,24	423,83	-3,69	-0,86
Belém PT07	260,05	118,61	141,44	54,39	135,49	16,88	14,23
Belém PT05	133,45	22,06	111,39	83,47	59,19	37,13	168,31
Belém PT08	255	164,67	90,33	35,42	193,27	28,6	17,37
Belém PT01	111,3	37,61	73,69	66,21	51,13	13,52	35,95
Belém PT09	193,82	138,01	55,81	28,79	120,21	-17,8	-12,90
Belém EEE							
Cidade Jardim	113,73	76,05	37,68	33,13	125,19	49,14	64,62

### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

ETE	Seco	Fator 0,6	Chuva	Fator 0,4	Soma dos Fatores	Prioridade
Belém	2791,92	1675,152	437,99	175,196	1850,348	1
Cic Xisto	812,18	487,308	512,24	204,896	692,204	2
Atuba Sul	700,65	420,39	260,21	104,084	524,474	3
Padilha	466,52	279,912	225,28	90,112	370,024	4
Santa Quitéria	232,81	139,686	102,91	41,164	180,85	5
Fazenda Rio Grande	0,74	0,444	318,78	127,512	127,956	6
São Jorge	0,05	0,03	18,84	7,536	7,566	7

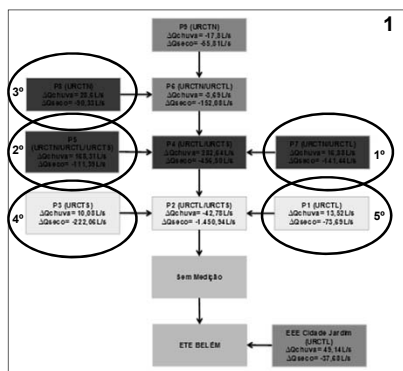
### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS



### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

URCT	ETE	Polígono	Prioridade
URCTN	Belém Prioridade 1	P7	1
		P5	2
		P8	3
URCTN	Cic Xisto Prioridade 2	P7	4
		P7	5
URCTN	Atuba Sul Prioridade 3	P8	6
		P6	7
URCTN	Santa Quitéria 5	P5	8
		P1	9

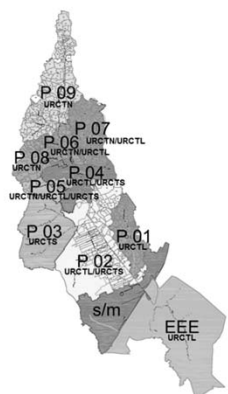
### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS



### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS

URCT	ETE	Polígono	Prioridade
URCTS	Belém Prioridade 1	P5	1
		P3	2
		P10	3
URCTS	Cic Xisto Prioridade 2	P7	4
		P5	5
URCTS	Padilha Prioridade 4	P3	6
		P1	7
URCTS	Fazenda Rio Grande Prioridade 6	P1	8
		P3	9

### PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS





#### A4-4 沿岸部パイロットエリアの流量調査



# Measurement and Analysis of Sewage Flow Volume at Pontal do Parana

JICA Expert Team

2014/01/29



# 1 Measurement of sewage flow volume at coastal area

## 1.1 Summary

In coastal area sewerage area of Pontal do Parana was selected as the pilot area of investigation of flow volume, because of its high infiltration volume of rain water in wet weather.

- The four pumping stations were selected to install flow meters in six stations.
- Multiple-items water quality meter was installed at the inlet section of STP to estimate the amount of water infiltration by analyzing the EC value.

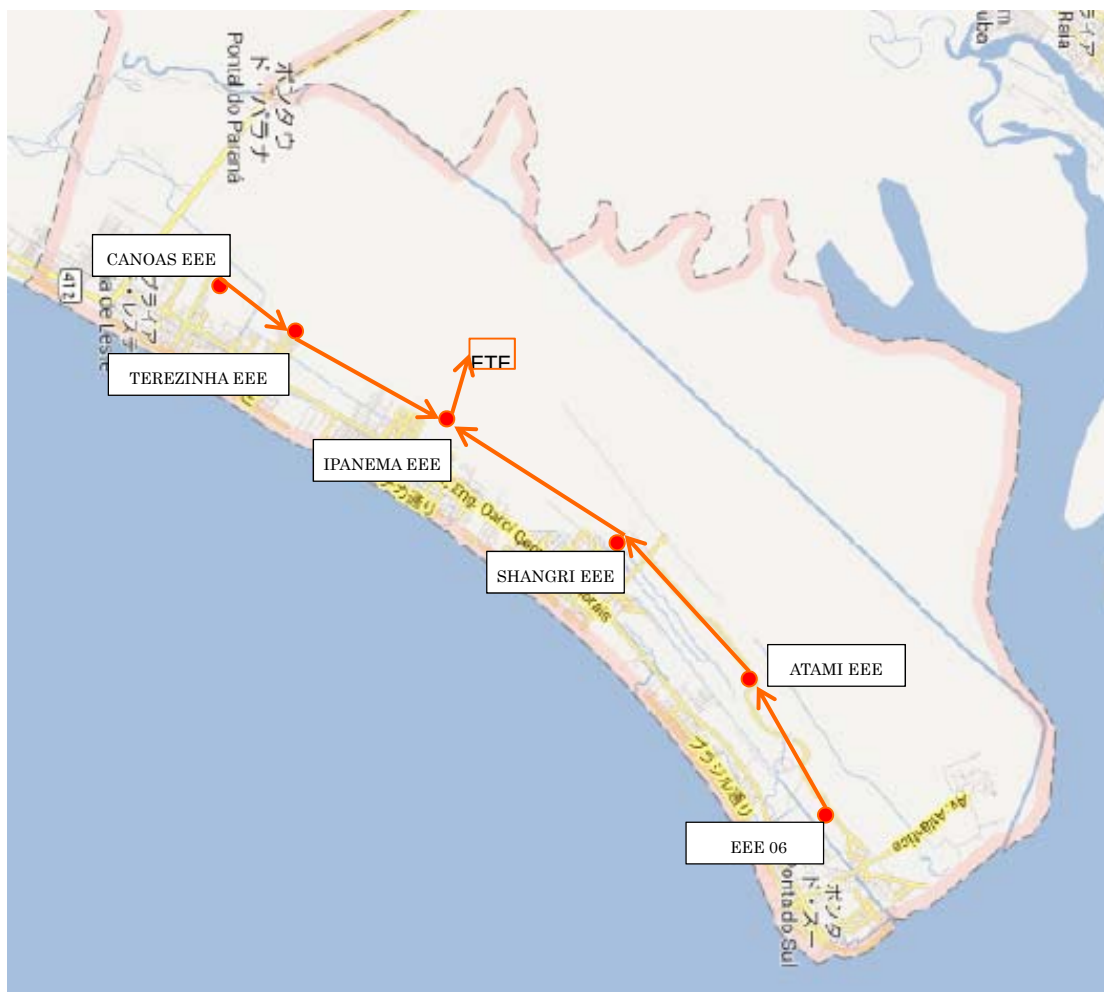
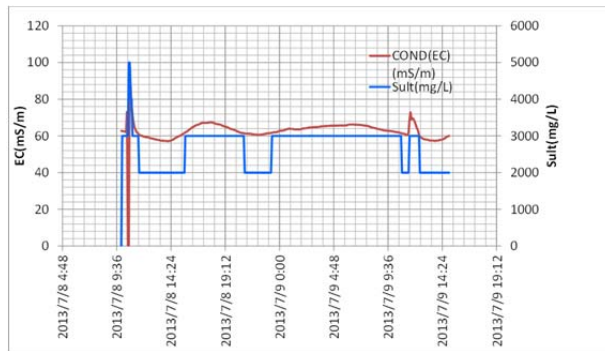


Figure 1.1.1 Overall Sewerage System Plan

## 1.2 Methods of measurement

### (1) Preliminary measurement 07/2013

- The purpose of this investigation was to estimate the groundwater infiltration and the amount of dry weather flow.
- Time variation of water inflow volume to STP. (The 24-hour survey by multiple items water quality meter)



Example of the measurement results

EC value follows the salt concentration and is being leveled afterwards.  
⇒ Infiltration of seawater is considered. (Salt concentration; 3000 ~ 5000mg / l).

Measurement of flow volume at four pumping stations. (Using two ultrasonic flow meter)

- ♦ Period of measurement : More than 24 hours

### (2) The secondary measurement

- The purpose of this measurement was to estimate the infiltration of rain water at wet weather: 10/2013
- Time variation of influent quality of the treatment plant. (A-week survey with multiple items water quality meter)
- Measurement of flow volume at four pumping stations. (Using two ultrasonic flow meter)
- Period of measurement of flow volume : For more than one week

## 1.3 Results of investigation

### 1.3.1 Flow volume of influent of STP and water consumption volume(by CODOPE)

The water consumption volume of sewerage area of Pontal do Parana estimated from data of CODOPE is shown in Table 1.3.1. Water consumption volume in this treatment area is about 1,000m<sup>3</sup>/day.

It is shown in Table 1.3.2 and Figure 1.3.1 that the relations between water consumption volume and inflow volume to STP and rainfall amount.

Table 1.3.1 The water consumption volume of sewerage area of Pontal do Parana

month	days	① VOL.MED .AGUA (m3)	② VOL.MED .AGUA (m3/day)	③ LIG.AGUA Number	④ LIG.ESG OTO Number	⑤ VOL.ESG OTO ④/③×②
JAN	31	350,851	11,320	22,205	5,290	2,700
FEV	28	265,665	9,490	22,295	5,311	2,260
MAR	31	158,823	5,120	22,363	5,309	1,220
ABR	30	144,358	4,810	22,386	5,304	1,140
MAI	31	126,682	4,090	22,411	5,298	970
JUN	30	127,961	4,270	22,485	5,301	1,010
JUL	31	121,564	3,920	22,551	5,304	920
AGO	31	124,043	4,000	22,594	5,303	940
SET	30	130,484	4,350	22,691	5,325	1,020
OUT	31	135,975	4,390	22,750	5,337	1,030

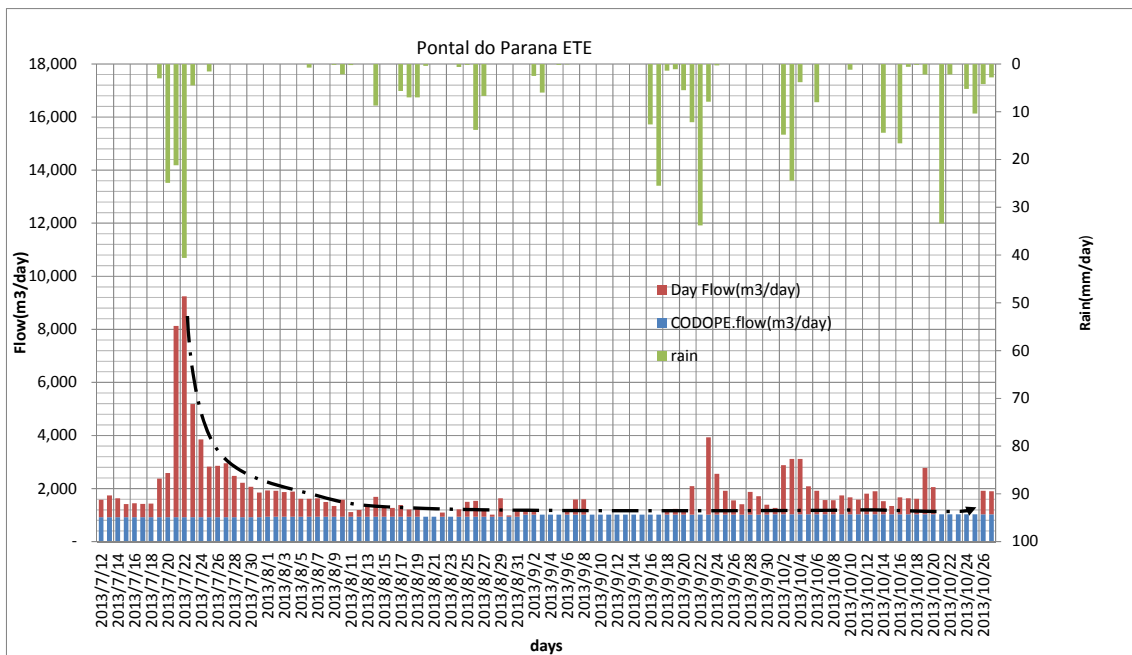


Figure 1.3.1 The relationship between water consumption and inflow volume to STP and rainfall amount.

Table 1.3.2 The relationship between water consumption volume and inflow volume to STP and rainfall amount.

Timestamp	Day of the week	Rain mm/day	①Day Flow M3/day	①-②flow m3/day	②CODPE flow m3/day	②/① accounted-for water %
2013/7/12	Sexta	金	0	1,576	656	60.4%
2013/7/13	Dabado	土	0	1,742	822	
2013/7/14	Domingo	日	0	1,632	712	
2013/7/15	Segunda	月	0	1,416	496	
2013/7/16	Terca	火	0	1,446	526	
2013/7/17	Quarta	水	0	1,423	503	
2013/7/18	Quinta	木	0	1,435	515	
2013/7/19	Sexta	金	3	2,376	1,456	
2013/7/20	Dabado	土	25	2,583	1,663	
2013/7/21	Domingo	日	21	8,132	7,212	
2013/7/22	Segunda	月	41	9,243	8,323	
2013/7/23	Terca	火	4	5,188	4,268	
2013/7/24	Quarta	水	0	3,853	2,933	
2013/7/25	Quinta	木	2	2,829	1,909	
2013/7/26	Sexta	金	0	2,860	1,940	
2013/7/27	Dabado	土	0	2,951	2,031	
2013/7/28	Domingo	日	0	2,478	1,558	
2013/7/29	Segunda	月	0	2,219	1,299	
2013/7/30	Terca	火	0	2,063	1,143	
2013/7/31	Quarta	水	0	1,850	930	
2013/8/1	Quinta	木	0	1,928	988	
2013/8/2	Sexta	金	0	1,916	976	
2013/8/3	Dabado	土	0	1,867	927	
2013/8/4	Domingo	日	0	1,885	945	
2013/8/5	Segunda	月	0	1,620	890	
2013/8/6	Terca	火	1	1,616	876	
2013/8/7	Quarta	水	0	1,633	693	
2013/8/8	Quinta	木	0	1,491	551	
2013/8/9	Sexta	金	0	1,342	402	
2013/8/10	Dabado	土	2	1,575	635	
2013/8/11	Domingo	日	0	1,112	172	
2013/8/12	Segunda	月	0	1,190	250	
2013/8/13	Terca	火	0	1,411	471	
2013/8/14	Quarta	水	9	1,659	749	
2013/8/15	Quinta	木	0	1,274	334	
2013/8/16	Sexta	金	0	1,271	331	
2013/8/17	Dabado	土	6	1,380	440	
2013/8/18	Domingo	日	7	1,207	267	
2013/8/19	Segunda	月	7	1,286	346	
2013/8/20	Terca	火	0	810	(130)	
2013/8/21	Quarta	水	0	829	(111)	
2013/8/22	Quinta	木	0	1,096	156	
2013/8/23	Sexta	金	0	645	(295)	
2013/8/24	Dabado	土	1	1,220	280	
2013/8/25	Domingo	日	0	1,498	558	
2013/8/26	Segunda	月	14	1,539	599	
2013/8/27	Terca	火	7	1,193	253	
2013/8/28	Quarta	水	0	1,022	82	
2013/8/29	Quinta	木	0	1,629	689	
2013/8/30	Sexta	金	0	986	46	
2013/8/31	Dabado	土	0	1,216	276	
2013/9/1	Domingo	日	0	1,191	171	
2013/9/2	Segunda	月	3	1,130	110	
2013/9/3	Terca	火	6	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/4	Quarta	水	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/5	Quinta	木	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/6	Sexta	金	0	1,200	180	
2013/9/7	Dabado	土	0	1,594	574	
2013/9/8	Domingo	日	0	1,596	576	
2013/9/9	Segunda	月	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/10	Terca	火	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/11	Quarta	水	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/12	Quinta	木	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/13	Sexta	金	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/14	Dabado	土	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/15	Domingo	日	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/16	Segunda	月	13	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/17	Terca	火	26	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/18	Quarta	水	1	1,163	143	
2013/9/19	Quinta	木	1	1,237	217	
2013/9/20	Sexta	金	6	1,124	104	
2013/9/21	Dabado	土	12	2,094	1,074	
2013/9/22	Domingo	日	34	#VALUE!	#VALUE!	
2013/9/23	Segunda	月	8	3,933	2,913	
2013/9/24	Terca	火	0	2,555	1,535	
2013/9/25	Quarta	水	0	1,913	893	
2013/9/26	Quinta	木	0	1,554	534	
2013/9/27	Sexta	金	0	1,405	385	
2013/9/28	Dabado	土	0	1,873	853	
2013/9/29	Domingo	日	0	1,707	687	
2013/9/30	Segunda	月	0	1,395	375	
2013/10/1	Terca	火	0	1,272	242	
2013/10/2	Quarta	水	15	2,877	1,847	
2013/10/3	Quinta	木	24	3,113	2,083	
2013/10/4	Sexta	金	4	3,114	2,084	
2013/10/5	Dabado	土	0	2,084	1,054	
2013/10/6	Domingo	日	8	1,912	882	
2013/10/7	Segunda	月	0	1,566	536	
2013/10/8	Terca	火	0	1,557	527	
2013/10/9	Quarta	水	0	1,743	713	
2013/10/10	Quinta	木	1	1,671	641	
2013/10/11	Sexta	金	0	1,584	554	
2013/10/12	Dabado	土	0	1,809	779	
2013/10/13	Domingo	日	0	1,900	870	
2013/10/14	Segunda	月	14	1,525	495	
2013/10/15	Terca	火	0	1,339	309	
2013/10/16	Quarta	水	17	1,668	638	
2013/10/17	Quinta	木	1	1,631	601	
2013/10/18	Sexta	金	0	1,616	586	
2013/10/19	Dabado	土	2	2,778	1,748	
2013/10/20	Domingo	日	0	2,061	1,031	
2013/10/21	Segunda	月	33	#VALUE!	#VALUE!	
2013/10/22	Terca	火	2	#VALUE!	#VALUE!	
2013/10/23	Quarta	水	0	#VALUE!	#VALUE!	
2013/10/24	Quinta	木	5	#VALUE!	#VALUE!	
2013/10/25	Sexta	金	10	#VALUE!	#VALUE!	
2013/10/26	Dabado	土	4	1,917	887	
2013/10/27	Domingo	日	3	1,902	872	

Rainfall data : 「[http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg\\_automaticas.php](http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php)」

Legend: Yellow represents a major rainfall days. Gray measurement data missing. 黄色 : 主な降雨日を示す。灰色 : データ欠測

### 1.3.2 Infiltration amount of the treatment plant

#### (1) Groundwater infiltration

According to Table 1.3.2 and Figure 1.3.1, at the period of small rainfall, the accounted water volume is corresponded to 70-80% of the inflow volume to STP. The rest of the inflow volume is considered as the infiltration of groundwater.

#### (2) Infiltration volume of rain water

Surplus sewage volume at rainy day compared to dry weather is estimated as rain water infiltration volume as shown in Figure 1.3.2.

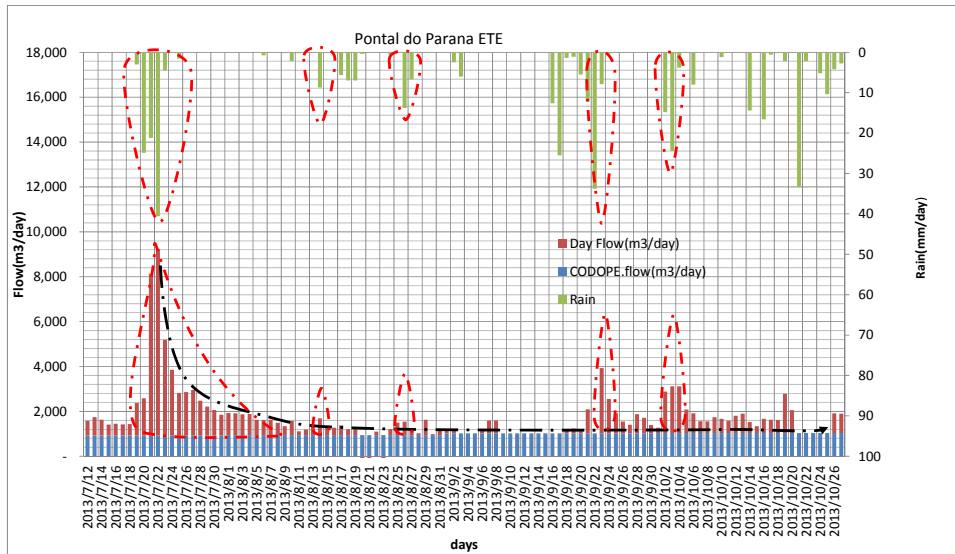


Figure 1.3.2 Estimated rain water infiltration volume corresponding to the rainy days

Table 1.3.3 Estimated infiltration volume

7/19-23 Rain	94	mm
7/19-8/8 Total Flow	62,580	m <sup>3</sup> /21days
CODOPE Flow	19,320	m <sup>3</sup> /21days
7/19-8/8 Infiltration	43,260	m <sup>3</sup> /21days
8/14 Rain	9	mm
8/14 Total Flow	1688	m <sup>3</sup> /day
8/14 Infiltration	768	m <sup>3</sup> /day
8/26 Rain	14	mm
8/26 Total Flow	1539	m <sup>3</sup> /day
CODOPE Flow	940	m <sup>3</sup> /day
8/26 Infiltration	599	m <sup>3</sup> /day
8/26-27 Rain	21	mm
8/26-27 Total Flow	2732	m <sup>3</sup> /2days
CODOPE Flow	1880	m <sup>3</sup> /day
8/26-27 Infiltration	852	m <sup>3</sup> /day
9/22-23 Rain	42	mm
9/23-25 Total Flow	8,401	m <sup>3</sup> /3days
CODOPE Flow	3060	m <sup>3</sup> /3days
9/23-25 Infiltration	5,341	m <sup>3</sup> /3days
10/2-4 Rain	43	mm
10/2-5 Total Flow	11,188	m <sup>3</sup> /4days
CODOPE Flow	4080	m <sup>3</sup> /4days
10/2-5 Infiltration	7,108	m <sup>3</sup> /4days

Relation in Figure 1.3.3 was drawn by plotting precipitation volume vs infiltration volume in Table 1.3.3.

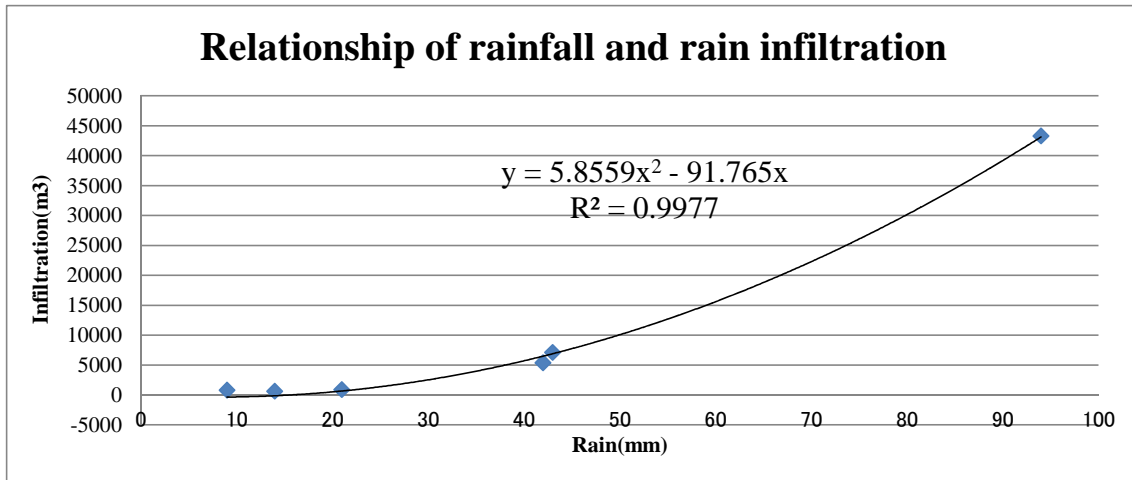


Figure 1.3.3 The relation between rainfall amount and infiltration volume

(3) Result of measurement by multiple items water quality meter

EC value of influent of STP is shown in Figure 1.3.4. Time variation of EC value is not observed because of the averaging effect by the big storage capacity of each EEEs.

Average EC value is high at 76.0mS/m and the concentration of Salt is about 3%, that deduces the infiltration of sea water. On the other hand EC value was reduced from 95mS/m to 60mS/m by the effect of rainfall at Nov3rd. Infiltration volume of rain water is estimated to about 1000m<sup>3</sup>, as being shown at following equation assuming that EC of rain water is 10mS/m and sewage volume at dry weather is 1,500m<sup>3</sup>/day and putting that infiltration volume at wet weather is Q.

$$60\text{mS/m} \times (Q + 1,500) = 95\text{mS/m} \times 1,500\text{m}^3/\text{day} + 10\text{mS/m} \times Q \quad Q = 1,050\text{m}^3/\text{day}$$

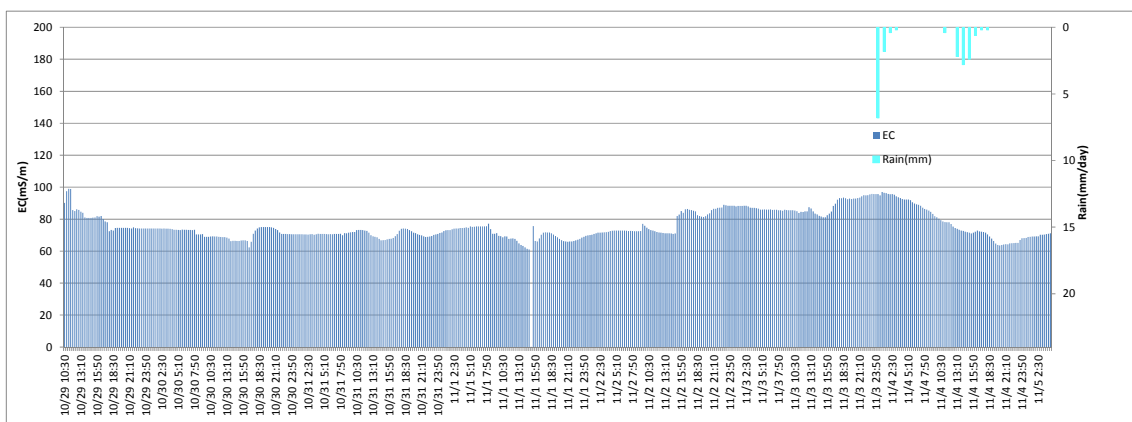


Figure 1.3.4 EC value of influent of STP

### 1.3.3 Result of measurement at pumping stations

Table 1.3.4 shows the duration of measurement of sewage volume, principal precipitations and the capacity of pumps.

Table 1.3.4 The period of measurement of sewage volume, principal precipitations and the capacity of pumps

Name of EEE	Period of measurement	Principal precipitations (mm)	Capacity of pumps (l/s)	Flow volume of dry weather (m3/day)
ATAMI	10/22 14:30 ~ 10/28 14:30	35.4(10/22 22:00~24:00)	58.25	200~500
SHANGRI-LA	10/29 12:30 ~ 11/5 10:00	18.2(11/4 2:00~20:00)	10.00	300
TEREZINHA	10/21 19:30 ~ 10/29 17:00	35.4(10/22 22:00~24:00)	23.60	500
CANOAS	10/29 15:40 ~ 11/5 22:40	18.2(11/4 2:00~20:00)	23.10	400

It is desired that the infiltration volume at wet weather will be evaluated by comparing with other pumping stations by the infiltration volume per sewerage area. But here it is evaluated by the magnification of the flow volume at wet weather/that of dry weather.

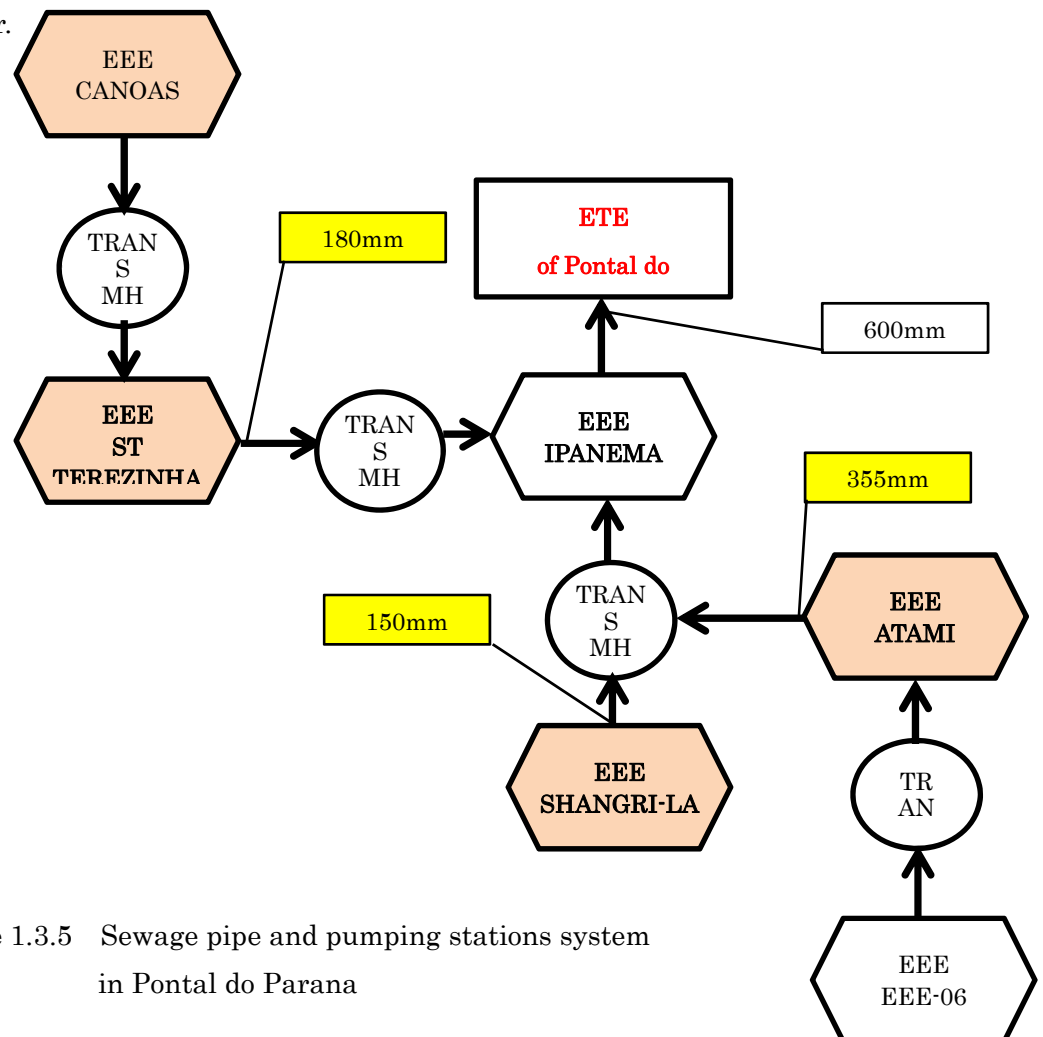


Figure 1.3.5 Sewage pipe and pumping stations system in Pontal do Parana

(1) CANOAS EEE

The result of the measurement is shown in Figure 1.3.6. Flow volume of dry weather is about 400m<sup>3</sup>/day.

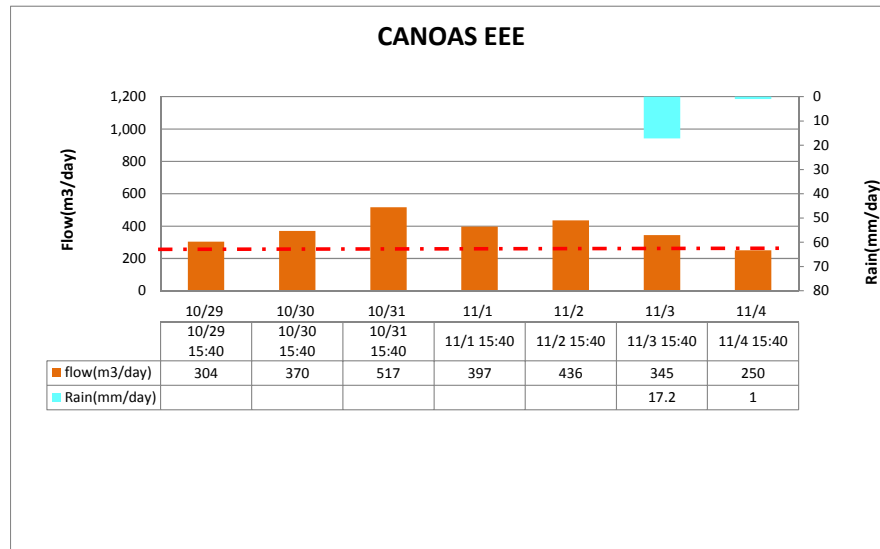


Figure 1.3.6 Result of the measurement at Canoas EEE

Table 1.3.5 Estimated infiltration volume in wet weather at Canoas EEE

Sunny day flow 11/4	250	m <sup>3</sup> /day
11/3 Rain	17.2	mm
11/3 Total Flow	345	m <sup>3</sup> /day
11/3 Infiltration	95	m <sup>3</sup> /day
11/3 Total Flow / Sunny day flow	1.38	

(2) TEREZINHA EEE

The result of the measurement is shown in Figure 1.3.7. Flow volume of dry weather is about 500m<sup>3</sup>/day.

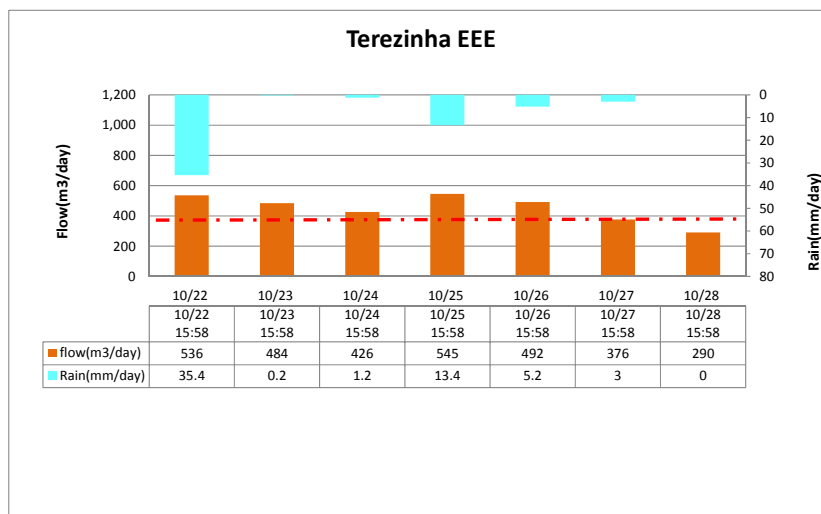


Figure 1.3.7 Result of the measurement at Terezinha EEE



Table 1.3.6 Estimated infiltration volume in wet weather at Terezinha EEE

Sunny day flow 10/27	376	m3/day
10/22 Rain	37	mm
10/22-24 Total Flow	1,446	m3/3days
10/22-24 Infiltration	318	m3/3days
10/22-24 Total Flow / Sunny day flow	1.85	
Sunny day flow 10/27	376	m3/day
10/25 Rain	18.6	mm
10/25-26 Total Flow	1,037	m3/day
10/25-26 Infiltration	285	m3/day
10/25-26 Total Flow / Sunny day flow	1.76	

The result of the measurement of flow volume by 0.5hr at Terezinha EEE is shown in Figure 1.3.8. The direct infiltration of rain water is estimated at the data of Oct/22.

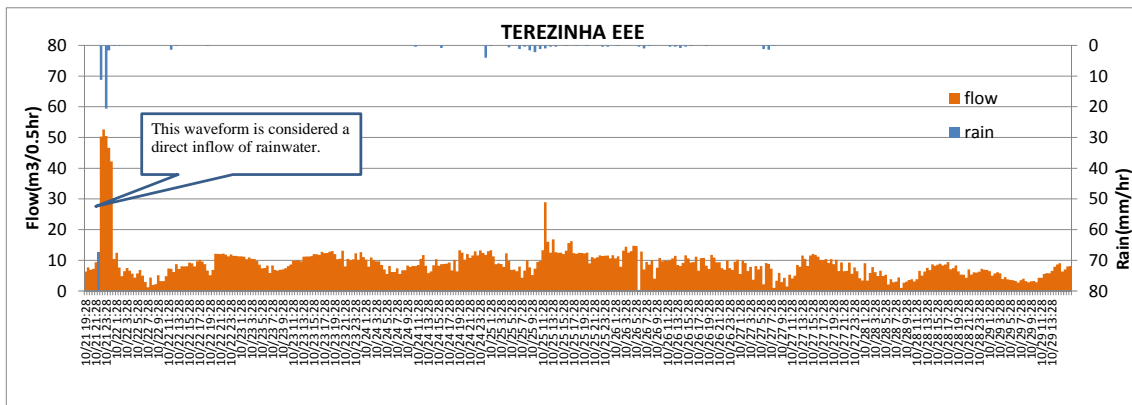


Figure 1.3.8 The result of the measurement of flow volume by 0.5hr at Terezinha EEE

### (3) SHANGRI-LA EEE

The result of the measurement is shown in Figure 1.3.9. Flow volume of dry weather is about 300m<sup>3</sup>/day. It is difficult to estimate the infiltration volume of rain water at Nov/3rd.

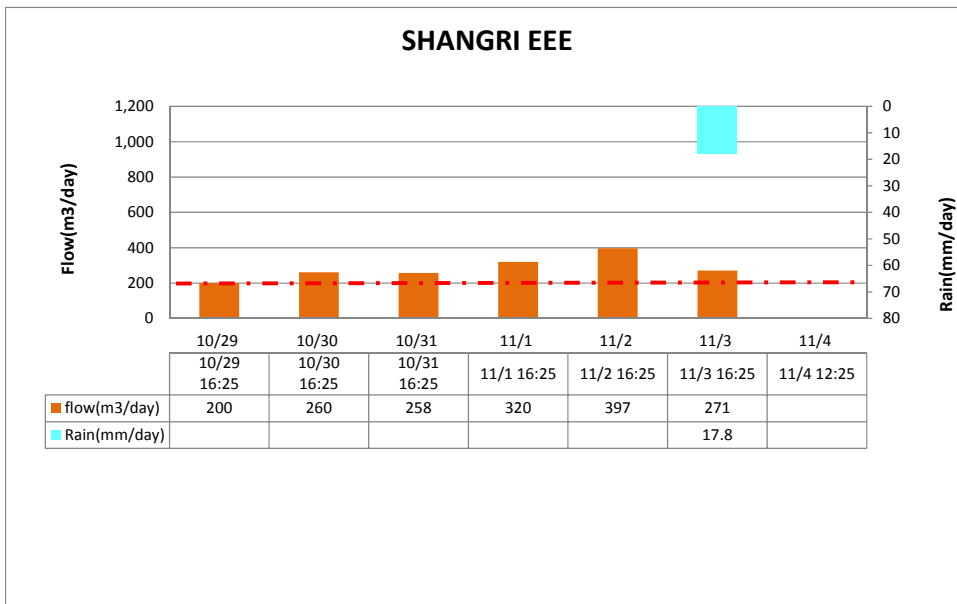


Figure 1.3.9 Result of the measurement at Shangri-La EEE

(4) ATAMI EEE

The result of the measurement is shown in Figure 1.3.10. The fluctuation of flow volume at dry weather is rather big showing the range of 200 to 500m<sup>3</sup>/day.

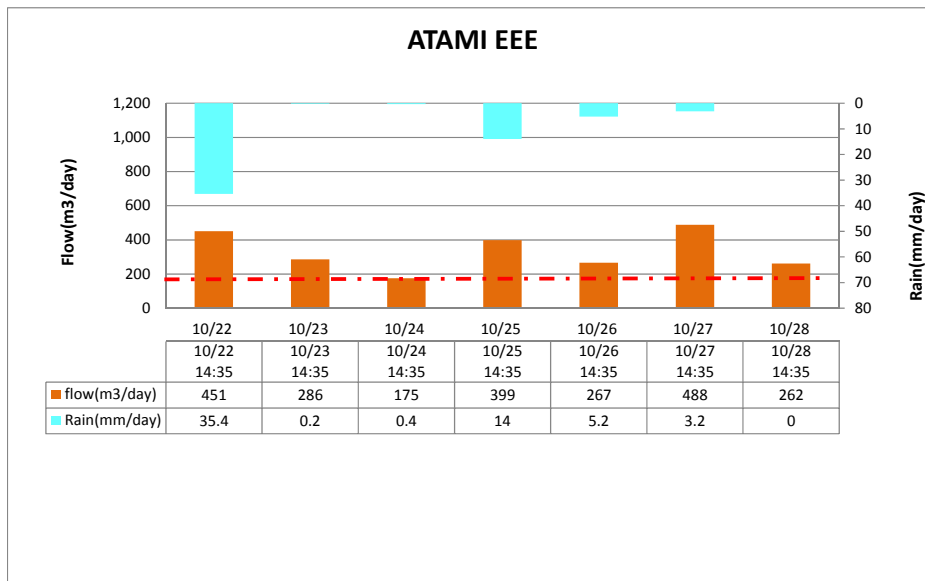


Figure 1.3.9 Result of the measurement at Atami EEE

Table 1.3.7 Estimated infiltration volume in wet weather at Atami EEE

Sunny day flow10/24	175	m3/day
10/22Rain	35	mm
10/22-23 Total Flow	737	m3/2days
10/22-23 Infiltration	387	m3/2days
10/22-23 Total Flow / Sunny day flow	3.2	
Sunny day flow10/26	267	m3/day
10/25 Rain	14	mm
10/25 Total Flow	399	m3/day
10/25Infiltration	132	m3/day
10/25 Total Flow / Sunny day flow	1.5	

The result of the measurement of flow volume by 0.5hr is shown in Figure 1.3.11. The direct infiltration of rain water is estimated at the data of Oct/22th that shows the largest infiltration in the pumping stations measured in this investigation.

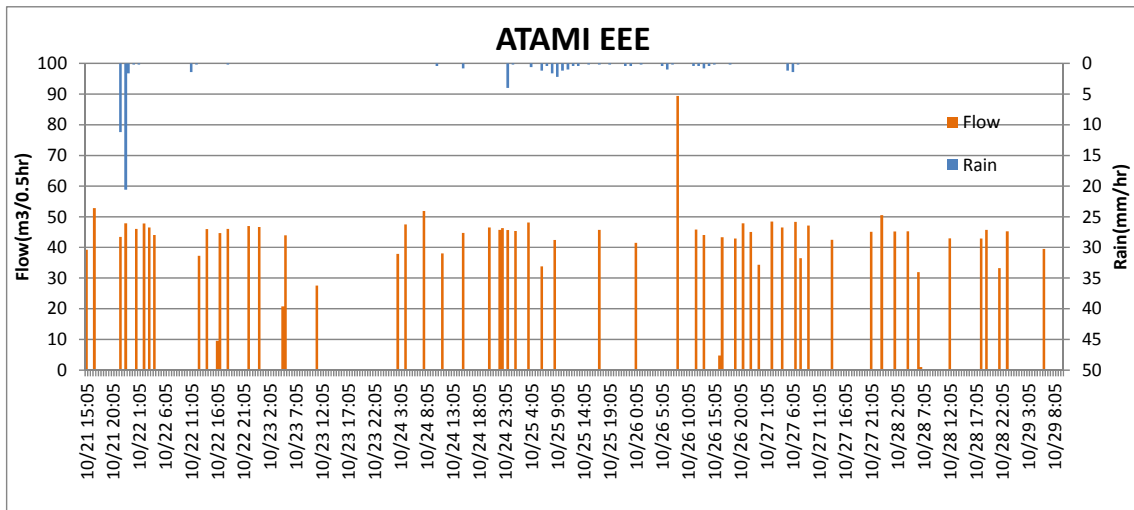


Figure 1.3.11 The result of the measurement of flow volume by 0.5hr at Atami EEE

**A4-5** 下水管の更生工法による部分補修デモ施工についての考  
察



## 下水管の更生工法による部分補修デモ施工についての考察

## 1. 部分補修工法によるデモ施工

## 1-1 デモ施工の実施

JICAプロジェクトのパイロットエリアである Areonzinho 流域の下水管でデモ施工を実施

実施時期 ; 2013 年 11 月

場所 ; URCT-L 管内 Areonzinho 川流域内の下水管

施工箇所数 ; 3 か所 (口径 150mm, 200mm, 250mm)

## 1-2 用いた下水管路補修工法

## PipePatch cured-in-place pipe (CIPP)工法

ーグラスファイバー製の布に2液混合の樹脂系接着剤を含浸させたものを補修機に装着し、下水管内の所定の位置に引き込み、下水管に圧着・硬化させることで下水管の部分補修を行う。なお、硬化方式は、自然硬化であるが、一般的には他に熱硬化及び光硬化の方式がある。

## 1-3 施工結果

一定時間養生し硬化させた後、補修機を撤去し、高圧洗浄を行い、挿入式 TV カメラにて出来形を確認した。

1)  $\phi$  150mm ; 出来形良好

2)  $\phi$  200mm ; 出来形良好

3)  $\phi$  250mm ; 出来形不良

- ✓ 補修材料が下水管に圧着しておらず隙間が見られた
- ✓ 破損箇所から侵入した木の根が確認された
- ✓ 補修材料端部から木の根までの距離が短く、補修材料の中心に破損箇所がセットできていないように見受けられた

## 2 失敗施工の原因の推定

施工後に挿入式 TV カメラで撮影された画像によると、失敗施工の原因として次の事柄が確認又は推定される。

- ✓ 下水管内に侵入した木の根の突出しにより、補修材料が下水管に圧着できなかった。
- ✓ 上記に加え、下水の量が多く補修材料の下水管への圧着を妨げた。
- ✓ 木の根の突出しが補修材料の端部に近かったため、補修材料が下水管に圧着できなかった。

## 3 一般的な補修工法に必要な施工条件

日本における今回のデモ施工と類似した工法 (FRP 内面補修工法<熱硬化>) の施工仕様と施工条件は以下の通りである。

◆仕様

既設管径	φ 150mm～φ 600mm
既設管種	鉄筋コンクリート管、陶管、PVC 管
更生幅	標準幅 400mm、ロング幅 1000mm
複合管の外圧強度	新管と同等以上
複合管の外圧疲労	下限荷重 340kgf～上限荷重 1,020kgf で 200 万回荷重後異常なし その後の外圧強度；破壊荷重 31.1KN/m (3.167kgf/m)
対高圧洗浄	ポンプ圧力 15Mpa(150kgf/cm <sup>2</sup> )で一回につき 5 秒間 50 回噴射後異常なし
施工時間	標準施工（準備工～片付け工） 1 時間 50 分から 2 時間 (1 スパン 1 ヶ所補修の場合)

◆施工条件

作業位置	マンホール間隔 120m 以内	
マンホール形状	内径 500mm 以上	
許容下水量	流れている程度、TV カメラ調査が可能な程度	
既設管の損傷状態	1) 破損	標準幅；200mm 以内の欠落まで可 ロング幅；800mm 以内の欠落まで可
	2) クラック	全円周、管の断面が維持されていれば可
	3) 目地ずれ（段差）	管の厚み以上、管径の 1/4D 以内
	4) たるみ、蛇行	管径の 1/3D 以内
	5) 管路の屈曲	45 度以上
	6) 堆積物（モルタル付着等）	管径の 1/5D 以内 それ以上は事前処理が必要
	7) 浸入水	流れ落ちる程度は可 目安；水量 2 ℓ/min かつ 水圧 0.05Mpa(0.5kgf/cm <sup>2</sup> )
	8) 取付管突き出し	管径の 1/5D 以内
	9) 管の腐食	鉄筋露出可（スリーブがパンクしない程度）

4 失敗の原因と対策

4-1 施工条件からみた失敗の原因

3 で示した部分補修工法の施工条件からみた失敗の原因は下記のとおりである。

木の根の突き出しについての施工条件の記載はないが、一般に侵入した木の根は除去するものとされている。また、堆積物や取付管の突き出しに関する施工条件が管径の 1/5D 以内で

あることから今回のデモ施工では侵入していた木の根を除去せず施工したことが失敗の主要因と推定される。

また、補修機に水抜き穴が設けられていることから一定量の下水が流れていても施工可能ではあるが、今回のデモ施工では、TVカメラでの撮影が困難な程度の下水が流れており、補修機装着時に一時止水したものの養生期間を含めた止水を行わなかったことも失敗の一因と考えられる。

なお、施工条件からみると、更正幅として管の破損部分から 100mm の余裕があれば施工可能とされているが、更正材料からかなり近い位置に木の根が見えていたことから、補修機の位置の設定にも問題があったことが推定される。

#### 4-2 対策

今回の失敗施工に限った対策は次の通りである。ただし、3 番目の項目は、施工実績を重ねることにより改善が期待できる

- ✓ 下水管内に侵入した木の根を完全に除去してから施工する。
- ✓ 補修機のセット時及びその後の一定時間は、できるだけ下水を止めて施工する。
- ✓ 損傷部分を、補修機の中心にセットする。

### 5 SANEPAR で適用するための条件

#### 5-1 施工条件の確保

3 で示した既設管の損傷状態についての施工条件を評価すると、下記のとおりとなる。

- 1) 破損や 2) クラックはかなり損傷が重大でも施工可能である
- 3) 目地ずれや 4) たるみ、蛇行 は、下水管の流下能力に問題が生じるため、これが大きい場合は、管の布設替えを行うことになる
- 5) 管の屈曲は通常の場合問題にならない
- 7) 浸入水は水量や水圧を見て施工の可否を判断する
- 6) 堆積物、侵入した木の根や 8) 突き出した取付管の除去が重要なポイントとなる
- 9) 著しい腐食が見られる場合は、施工の可否を判断する

ここで、更生工法による下水管の部分補修を行うには、6) 堆積物、侵入した木の根や 8) 突き出した取付管の除去について、非開削で行うことが必要になる。なぜならば、下水管の補修を更生工法すなわち非開削工法で行っても、侵入した木の根の除去や付着したモルタルの除去、突き出した取付管の除去を開削工法で行って意味がないからである。人孔間のスパン単位の更生工法については、障害物の除去などのために一部区間を開削工法で行っても、全体を非開削工法で工事を実施するメリットがあるかもしれないが、部分補修工法についてはメリットがない。

#### 5-2 SANEPAR での部分補修工法の適用の可能性

日本においては、侵入した木の根の除去や付着したモルタルの除去、突き出した取付管の除去をマンホール内からの作業で行う方法が確立している。具体的な方法は、自走式 TV カメラで作業を確認しながら、高圧洗浄車の高圧水で切り取りまたは除去する方法や、更生工法施工後に取付管の穴を開ける穿孔機械を用いて切り取る方法が用いられている。しかし、SANEPAR を含めたブラジルでは、このような方法・技術が一般に用いられている状況にない。現時点では、非開削工法による障害物除去が出来ないことを前提に、工法の選定を行う必要がある。こ



のとき、更生工法による下水管の部分補修が適用できるケースは多くないと思われる。

しかしながら、下水管調査用の TV カメラが整備されている中で、特殊な高圧洗浄ノズルを用いた障害物の除去技術を確立し、併せて更生工法による下水管の部分補修を進めていくことが考えられる。

## A5-1 対象下水処理場の概要調査



## Reconnaissance Survey for the Target STPs

### (1)-3-1 Present situation of STP

#### <STP of CMA>

##### (1)-3-1-1 Sao Jorge STP

- Capacity: 70 l/sec (6,048 m<sup>3</sup>/day)
- Process : UASB + DAF (Dissolved air floatation)
- Situation of Treatment :

**Influent :** At present, organic load increased higher than last year. Sometimes influent COD exceeds 1,000mg/L. The source of wastewater is not known yet. Automatic operation of two submerged pumps. Number of operator at night is one person until 10pm, no one until morning next day, while three persons at daytime.



**UASB:** Removal rate of UASB is approximately 70%. Higher COD value of effluent is caused by higher influent.

**Addition of Hydrogen peroxide:** To control odor problems, oxygen peroxide is added to the effluent conduit of UASB. Oxygen peroxide is safer and more effective than chlorine gas of the past.

**DAF:** Stop operation at present. However, floatation tank is used as a settling one by introducing UASB effluent. Operation of DAF is completely manual. To operate 24hours a day, the plant lacks operators.

**Sludge drying bed:** Once in every 40 days, the withdrawal of sludge from the UASB is made. Every time 200m<sup>3</sup> of sludge is discarded. Dried sludge is conveyed to CIC Xisto and mixed with lime and used for agriculture.

##### (1)-3-1-2 Santa Quiteria STP

- Capacity: 450 l/sec (38,880 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + DAF (Dissolved air floatation)
- Situation of Treatment:

**Influent:** When it rains, influent water level increase 1m more. Normally, influent flow ranges around 400 L/sec. The flow peaks from 12 (noon) to 16 (4pm), while 200 L/sec for night time. On the other

hand, the amount increases higher than 600 to 800 L/sec in rain storms, although the sewage system belongs to Separate System. Submerged Pumps were of 3 units.

**UASB:** The dimension of UASB unit is 21m(W)×21m(L)×5m(H), Height of sludge blanket is measured routinely by



sticking a transparent pipe into the tank. Though odor protection cover over the UASB was made by FRP, there is corrosion problem. To get on those covers is prohibited. Each UASB unit has an inscribed angle distributor. To avoid clogging of it, cleaning of screen and piping is major maintenance work. At beginning, a cover unit was installed for it, but in practice, the cover was removed because of its maintenance work. Corrosion level of upper part of effluent conduit is remarkable. Corrosion invaded until the crusher layer.

**Addition of Chlorine to effluent of UASB:** In practice, further countermeasure is taken as chlorine gas is added to effluent of UASB to oxidize hydrogen-sulfide. In spite of the reduction of hydrogen sulfide in the effluent by dosing chlorine gas to the effluent, there is some fear of turbidity increase because of the dosing( i.e. precipitation of sulfur).

**DAF:** Scum rise is already seen in open conduits before entering floatation unit. Operational period is 5min operation, 10min of suspension. Frequent faults occur. The cause of derailment is thought to be too long span of sludge collector.



**Sludge Dewatering Machine:** Made in France. Only one unit is installed. In the past when failure was occurred, long period was needed as parts was not available soon. So in those days, floatation could not be operated thus made effluent quality worth for a long time.

**Stockyard of Dewatered Sludge:** Dewatered sludge is mixed with lime (dose rate is 57% of dry solid of sludge) and keep pH over 12 for one month. In those holding period, parasite eggs will be annihilated. In one month, after checking parasite egg and heavy metal content, the sludge will be used for agriculture field of beans and corns.

### (1)-3-1-3 CIC Xisto STP

- Capacity: 490 l/sec (42,336 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + (un-aerated) Lagoon
- Situation of Treatment:

**Influent:** Depth of sewer main entering the plant seems relatively shallow. Sometimes, there may have unusual dark influent (as witnessed on 22nd of October) that was brought about by some factories upstream. (However, any suspect has not been pointed out so far.) Three submerged pumps. One of them is for a spare. Because of low performance of the existing mechanical screen, another screen was installed which operator must clean every two or three times per a shift.



**UASB:** Being suffered by settlement of facility, overflow weirs could not keep horizontal and cannot provide uniform overflow. The gas-liquid separator that had been said to be able to sustain for 10 years could not keep its original position and had floated itself two years ago. The situation continues to this day. Almost all the UASB tanks continue operation without solving problems of collapsed separator sheet. Insufficient gas separation brings high odor strength problems of the plant site. Scum buildup problem is remarkable.

**Addition of Chlorine to effluent of UASB:** The plant doses chlorine gas to the effluent of UASB to reduce odor from the lagoon.

**LAGOON:** No aerator at present. There is a plan to install aerators to the lagoon to increase treatment capacity of 420 l/sec (36,288 m<sup>3</sup>/day). (However, the point was not clear whether it has a plan to build another lagoon or not.)

**Sludge dewatering machine:** Sludge drawn from UASB is dewatered by a centrifugal dewatering machine, mixed with lime and stored and finally used for agriculture.

### (1)-3-1-4 Atuba Sul STP

- Capacity: 1,120 l/sec (96,768 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + DAF (Dissolved air floatation)
- Situation of Treatment:

**Influent:** Depth of sewer main entering the plant seems to be 4m depth from the ground. Substantial

amount of screen debris is discovered (when sampling tube was got around by those debris). The JICA team noticed blackish wastewater 3m depth from the ground which flows into pump well. Three screw type main lifting pumps are installed. Normally, one unit is operated. Basically there is no need of control for pump operation. Normally one pump is operated while another one is added when increase of inflow. Mechanical screen (2 units).



After the screens, there is a weir to bypass the surplus wastewater when sewage flows beyond the treatment capacity. At the time of visit, water level is scarcely below the overflow level. However, when entering into UASB, its concentration increase substantially due to the in-site side stream ( see cylinder sample).

Samples of every hour were collected from 2PM of 15 Oct. to 1PM of 16. The influent concentration increase from 6PM a little, but decrease by 2AM.

**UASB:** Total 16 units. Each tank capacity 2,000m<sup>3</sup>. Retention time that does not include in-site recycling wastewater remains around 9 hours. Concrete covers are installed as they were built, while FRP covers seemed to be removed because of some disadvantage. The chlorine gas is added to effluent of UASB to reduce odor emitted from the effluent. There is a bypass route to pass effluent



of UASB directly to the final effluent conduit. On the 15th and 16th of Oct. when some failure was occurred to the DAF, 500 l/sec of effluent UASB was bypassed to the final effluent conduit while design total treating capacity is 1,000l/sec.

**DAF:** Treatment capacity is said to reach 280 l/sec for average, 420 l/sec for maximum.(32,288 m<sup>3</sup>/day). Retention time is 20min. Four units were estimated to be able to treat 800l/sec in all. Ferric Chloride is added as a coagulant. Dose rate is 60 mgFeCl<sub>3</sub>/L. Accidents in which froth collector chain ran off the wheel occur frequently. SANEPAR required the contractor to repair and improve the situations. However the company could not correspond satisfactorily and SANEPAR ceased dealing with the contractor.

Frequent failures were reported such as froth collectors ran off the wheel. Urgent countermeasure is needed. As stated before, long absence of operation of DAF is directly connected to getting worth of final effluent.



**Sludge Dewatering Machine:** Two units. French made. Sludge cakes leaking from between two filter-meshes and insufficient cake separation which deteriorate quality of filtrate was confirmed. Total amount of sludge cake production is designed to 1,400 ton/month. When 26 days of operation is supposed, daily rate should be 54 tons. Amount of daily dewatering sludge should be 11 m<sup>3</sup> from UASB, while 294 m<sup>3</sup> from DAF.



**Stockyard of Dewatered Sludge:** After mixed with lime, sludge cake is preserved for one month. It can only be used as a fertilizer for soybeans and corns after sterilization of coliform (10<sup>3</sup> MPN) and Ascaris egg and low content of heavy metals were confirmed. Distance to the sludge utilization site is around 150 km. At present, Curitiba city office has a landfill site only for garbage and does not accept sewage sludge. So incineration process might be needed in future (from the point of view of person handling the process). For the time being, "Drying Process" is said now being planned.

#### (1)-3-1-5 Fazenda Rio Grande STP



- Capacity: 210 l/sec (18,144 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + (aerated and un-aerated) Lagoon
- Situation of Treatment:

**Influent:** Depth of influent sewage from the ground seemed to be around 4m. The color of sewage was remarkably blackish. The lifting pumps are of submerged pumps as those of other plants. Number of units is three. Grit chamber is installed one unit of circular one as those of other plants.

**UASB:** Three units of UASB are installed. The unit has a new scum removing device using gate-mechanism. One unit is planned to be installed additionally in future. As for the treatment of UASB, the effluent seemed better in transparence and odor emission compared with those of other UASB facilities in Curitiba-city. The reason has been assumed of the low loadings around one fourth of the design value. At the time



of visit, retention time of UASB is around 30 hours, while the design standard was set to 8 hours. Under those light load UASB seems to give relatively good quality effluent.

**LAGOON:** There is one unit of Lagoon. The Lagoon is separated into two parts. In the first half, 5 aerators are installed, while the latter half remains sedimentation area where effluent of Lagoon is withdrawn from relatively midpoint of the area. Furthermore, there is no odor detected around the lagoon as aerators are installed.



Also no foams build-up was discovered on the lagoon surface. On the other hand, tendency of greenish of lagoon effluent is remarkable. This is due to the algae build-up as the poor removal of nitrogen and phosphorus effluent has been kept longer period with sufficient light under warm temperature. The countermeasure should only be existed to eliminate those causes.

#### (1)-3-1-6 Padilha Sul STP

- Capacity: 420 l/sec (36,288 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + (un-aerated) Lagoon

- Situation of Treatment:

**Influent:** Three units of submerged pump are installed. One unit is operated continuously. Fine screens are installed two units of mechanical and one unit of manual scrape. Efficiency of those mechanical screens



were assumed low and the plan is going on to replace to other products. Grit chamber is installed one unit of circular one as those of other plants.

**UASB:** As the influent amount ranges about the design value with the operation of 6 units of UASB, odor is remarkably detected for whole plant site to meet the odor problem, hydrogen peroxide is added to the effluent of UASB. Scum build-up rate seems to exceed the removal rate and scum remains untreated and dried on the surface of UASB. Removed scum is conveyed to Belem sewage treatment plant and is treated by casting to influent sewage. Impression of effluent on the site was tolerable level.



**LAGOON:** Addition of Hydrogen Peroxide to the effluent of UASB is estimated high in improving odor emission from the lagoon Hereafter the plan is going on to install aerators to the lagoon to expect further improvement. The both lagoons are operated parallel. In the future, a pump system is planned to withdraw settled sludge from the lagoon. At present, Hydrogen Peroxide is dosed again to the effluent of lagoon.

### (1)-3-1-7 Belem STP

- Capacity: 840 l/sec (72,576 m<sup>3</sup>/day)
- Process: OD
- Situation of Treatment:

**Influent:** The pump type is screw pump. One unit of 2,200 L/sec, two units of 1,100 L/sec are installed. The screw pumps receive favorable evaluation by the operators because of less trouble. Sewage after lifting pumps flows into a conduit to pass screens one by mechanical driven



then manual scraping and flows to a grit chamber.

**OD:** OD has 16 units of mechanical aerators and each reveals strong agitation. These aerators are operated by intervals controlled by MLDO, although all aerators are operated continuously because of overload situation at present. Operation is controlled around MLSS 5,000mg/L, MLDO 0.5 to 1.5mg/L. Monitoring instrument is not installed for MLDO. The value is measured in the laboratory. Thick layer

of scum is floating over the channel of OD tank seemingly because of high concentration of



MLSS. The scum buildup seemed to be brought by low efficient performance of the aerators which is apt to cause unnecessary turbulence of liquid surface and make fine bubbles which might to adhere the sludge. One of the

two sedimentation tanks were covered with scum built up the water surface.



The main reason

is because of over load operation to avoid discharge untreated wastewater which flows into the plant recently.

**Sludge Dewatering Machine:** Sludge dewatering is attained by three centrifugal dewatering machines.

At the time of visit, dewatering has been stopped because of lack of space to store dewatered sludge which

follows dewatering. On the other hand, water content of



dewatered sludge is pretty high as a part of the dewatered sludge was remained.

**Stockyard of Dewatered Sludge:** The major characteristics of this plant should be on this large sludge holding yard. Recently roofing was being constructed to make drying to be stable as it should be called

improvement work. However, occupying of so much space by sludge holding tank should be extraordinary as a sense of Japanese practice. Furthermore stop of dewatering process because of lack of holding space on such large plant might not be understandable from the sense of Japanese practice.

<STP of coastal area >

(1)-3-1-8 Guaraquecaba STP

- Capacity: 30 l/sec (2,592 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + BAF(Biological Aerated Filter)
- Situation of Treatment:

**Influent:** Raw sewage is received by pressure sewer from a pumping station. Screen is of manual bar screen.

**UASB:** Plant capacity is said to be 30 L/sec. In those conditions, the retention time will be 9.3 hr. Effluent seemed clear when seen at the overflow notch. However at collective point the effluent showed much darker, which indicates sludge was eluted from somewhere else in the tank. No scum was observed.



**BAF:** Volume of BAF is (supposed to be) 64 m<sup>3</sup> as the dimensions are estimated to 4m×4m×4mH. The retention time is at present 1.5hr. Plastic scraps are used as contact media inside. No need of backwash. It started operation from May 2012. Covering net to prevent bubbles from blow away. Too much foam is built up and treatment level seems insufficient. Improper contact media may causes less efficiency of treatment. The volume of sedimentation tank is supposed 615 m<sup>3</sup>,as the dimension is estimated to be 14m diameter by 4mH. Before starting operation of BAF, the sedimentation tank has been used for settling of solid from effluent of UASB.



**Sludge drying bed:** All the sludge is withdrawn from UASB and dewatered and dried in sludge drying bed. License for agricultural use is already obtained. However, agriculture here does not have need for such materials, and sludge has not been used so far. At present, possibility use as land filling soil is being considered.



#### (1)-3-1-9 Guaratuba STP

- Capacity: 210 l/sec (18,144 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + (aerated) Lagoon
- Situation of Treatment:

**Influent:** Sewage is pumped up directly to the STP via 4 pumping stations from north, south, east and west directions. The sewer connection rate remains about 40% at present, the plan is going on to cover as much as 80% by developing sewer service area near the STP. Screen consists of two kinds; manual and mechanical



for each. The mechanical one has been stopped and been waiting for repair because it had damage from a timber stuck accident. Putrid sewer is received and mal odor becomes high around raw sewer receiving chamber especially at rain. The large volume of equalization tanks of upstream pumping stations and development of anaerobic reaction in the pressure sewers are



presumed as the causes. At summer sea bathing season, the amount of flow increases to large extent.

**UASB:** There are 3 UASB tanks. The retention time in winter is 16 hours, while 9 to 10 hours in summer which is high season for this coastal area. Production of methane gas is high (as 70% removal rate against influent). The piping system which was installed to break scum build-up has not revealed good from the beginning. Two UASB tanks are operated (daily alternated manner) except high peaks in summer. UASB as a whole was covered by PC plates, but odor is leaking from some openings and not so perfect. On the other hand, scum build-up was not so remarkable. The reason for this is explained as practicing scum removal twice in a day is working for the elimination of scum although there might be other effect depending on influent sewage. i.e. longer holding time in sewer pipes might accelerate oil decomposition. On the other side, effluent of UASB has scarcely no evident of sludge overflow, the color was still blackish.

**LAGOON:** The lagoon is divided into 2 sections, upper part is aerated zone, and down part is un-aerated (settling) zone. Retention time of lagoon is 20 to 29 days in winter, 16 to 20 days in summer. Sludge has not withdrawn from the lagoon yet. At first, the lagoon had 15 units of aerators, but many of

them being faced severe corrosive gas and broke down and only 4 units are surviving.



Foam is building up on the surface of lagoon. Algae are apt to grow after rain season and effluent becomes greenish.

**Sludge drying bed:** The sludge withdrawn from UASB is dried naturally on the sludge drying beds and mixed with lime and stored on the pile in the plant site. The plant start operation on 2004, but sludge has not carried out so far. In the original plan, sludge was concentrated in the thickener and dewatered



by centrifugal machine. However, at the final stage, the plan was altered to present combination. The sludge is withdrawn once a month (once in three months for each unit of UASB).

### (1)-3-1-10 Matinhos STP

- Capacity: 210 l/sec (18,144 m<sup>3</sup>/day)

- Process: UASB + DAF (Dissolved air floatation)
- Situation of Treatment:

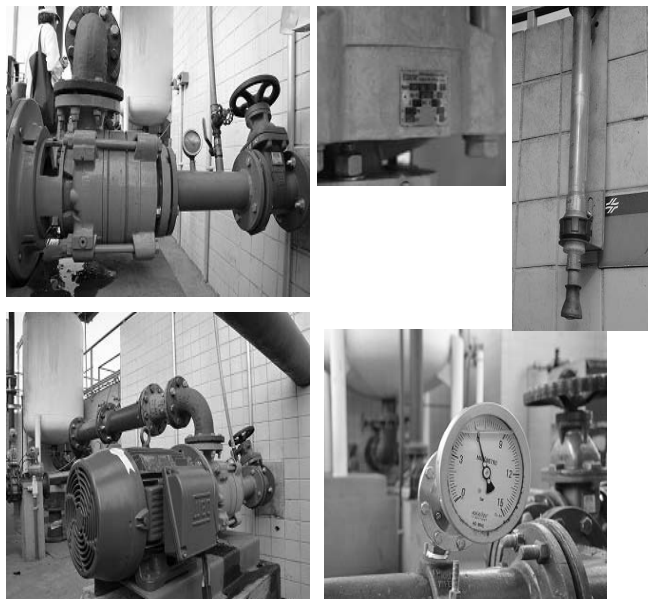
**Influent:** Raw sewage is received by pressure sewer from a pumping station. Screen if of two types; manual bar screen and mechanical one. Mechanical instruments have been wrong and settled grit has been removed by draining the chamber regularly.



**UASB:** Six units of UASB

**DAF:** Having three units of DAF as current treatment facility. However, operation of the facility

practiced recently. Formerly, DAF facility has not been operated because the effluent quality has been well under the standard without DAF, and because it needs to manual-operate froth collectors (and watch for any trouble in collector mechanism). In coastal area where personnel are limited, the operation of DAF thus has been delayed. At present, another type of pump "Micro-bubble pump" is now on test operation. As the test result revealed good performance, a plan is now going on to promote



introducing the same type of pump to all other plants in SANEPAR. Green part is of the "Micro-bubble pump" now testing. Principle is that an ejector is installed on the upstream side of the pump and air is aspirated into the water stream and given pressure and mixing by the pump impellers and pressured saturated water is conveyed to the holding tank. No need of air compressor and easier operation is the merit.

**Sludge drying bed:** More than 30 days are needed to make sludge dry. At present, construction of additional drying bed is planned. Like other treatment plants, final disposal of sludge has not established yet. Sludge is stored inside the plant site. After operation of DAF is started, sludge treatment and disposal of DAF have to be needed. At present, temporary pipe is laid out to sludge drying bed and DAF sludge is dewatered and dried there. Increasing sludge disposal will possibly be the problem in future.



#### (1)-3-1-11 Morretes STP

- Capacity: 35 l/sec (3,024 m<sup>3</sup>/day)
- Process: UASB + BAF(Biological Aerated Filter)
- Situation of Treatment:

**Influent:** Raw sewage is received by pressure sewer from a pumping station. Influent sewage keeps low in concentration. The problem is thought to be of sewer pipes. The reason should be explained as such that the sewage collection system only covers 40% of water supply area but receives almost equal amount of sewage to the whole amount of the water supply already. BOD of influent in 2011 is mostly less than 100 mg/L. Screen if of two types; manual bar screen and mechanical one. Circular type of grit chamber with an air lift type sand lifter.

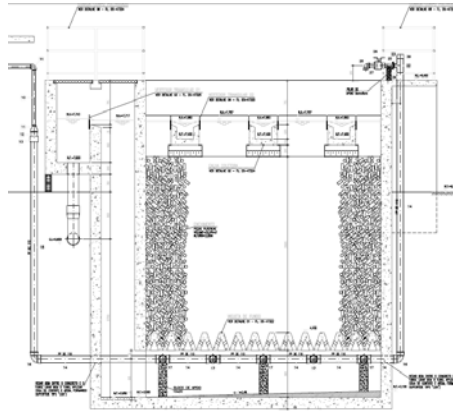
**UASB:** Volume of UASB is 1,000 m<sup>3</sup>, retention time is 8 hours. All the designs including other facilities are same as those of Guaraquecabe. UASB proves no remarkable floating scum and no sludge flock overflow and maintains relatively preferable treatment. No odor noticed from UASB. On the other hand, when sampling sludge from UASB, extraordinary





thickened sludge (apparently 10% of solid concentration) was drawn from the bottom of the tank.

**BAF:** Volume of BAF is supposed to be 64 m<sup>3</sup> as the dimensions are estimated to 4m×4m×4mH. Relatively large contact materials are accumulated 2.5m high. (Photo is of partially broken.). Contrary to the general "Biological Aerated Filters" that usually has down-flow system, this type of filter adopts upflow type which should be considered unique. The volume of sedimentation tank is supposed 615 m<sup>3</sup> as, the dimension is estimated to 14m diameter by 4mH. Retention time is estimated to 4.9hours. Short period of retention and with too large material for BAF, degree of how much aerobic bio-film treatment functions is not clear. The BAF started operation only 4 months ago.



**Sludge drying bed:** Centrifugal dewatering machine was originally designed in PARANASAN. But in practice, sludge drying bed is adopted. Sludge drawn from UASB is dried in the bed for 40 days, then mixed with lime and stored. Sludge from sedimentation tank was designed to be discharged to UASB inlet. After the accumulation of floating sludge on the UASB became apparent, the sludge is conveyed to drying bed directly at present. Stored sludge has a license to be used for agriculture but no practice is made until now. (Just stored in the site now.) Until now, no stored sludge is exported to disposal site. At present, lack of sludge drying beds is apparent. Longer needs of period to dry sludge means longer sludge withdrawal intervals.



**(1)-3-1-12 Pontal do Parana STP**

- Capacity: 140 l/sec (12,100 m<sup>3</sup>/day)



- Process: UASB + DAF (Dissolved air floatation)
- Situation of Treatment:

**Influent:** Influent sewage is directly pumped from collective pumping station (EEE09) to receiving conduit of sewage treatment plant. At the time of visit, sewage flowed small quantity as 20 liters per second (1,28 m<sup>3</sup>/day) of the average and the concentration seemed very low. On the other hand, in summer season, when the amount of flow



increases much as 140 liter per second (12,096 m<sup>3</sup>/day), the concentration also increases. As for the screen, there is one mechanical unit and one manual one as those of other coastal area. Grit chamber is circular one as same as other coastal area. However, in this plant, the grit chamber is operated with stopped mechanical device of removing grit. So, dredging work has to be done every 30 to 40 days.

**UASB:** The plant has 4 units of UASB tanks, each has volume of 1000 m<sup>3</sup>. For this case, the mean retention time for the design flow 140 liter per second (12,096 m<sup>3</sup>/day) will be 7.9 hours, while at the present when 20 liter per second (1,728 m<sup>3</sup>/day) will be long as 55.5 hours of light load. The operation of UASB under wet weather is pretty difficult to control as the sudden increase of flow produce overflow of sludge inside the UASB. So in some cases, the operation of bypassing UASB and directly introduce effluent of grit chamber to DAF is being done. Originally, UASB was covered by PC plate to hold odor gas inside. But after discovery of advancement of serious corrosion, PC plates have been removed totally. from the point of safety. For the inside the UASB tanks where anti-corrosion paint was practiced, the effect of anti-corrosion seemed remarkable. At the time of visit, operation was under low loading and so the time of fine quality of effluent.

**DAF:** While the plant started operation in 2008, DAF had not been operated fully until recently because of the problems of the necessary manpower and the



operational knowledge. However at the present, operation of DAF is restricted within daytime while in nighttime DAF receive flow without adding pressurized water nor coagulant dosing. As for froth skimming device, automatic operation is not adopted and is operated manually in order to meet accidents if it may happen. DAF facilities on this plant do not seem to have any problems regarding pressurizing pumps nor froth collectors as those of other plants.

**Sludge drying bed:** At the time of visit, dried sludge had just removed from the sludge drying bed and sludge had just mixed with lime. As for sludge from DAF may be dewatered in the bag because of the operation hours remain small. As for the sludge disposal, the sludge had not ever transported outside and

no license is obtained yet for agriculture use.

**(1)-3-1-13 Summary of problems for STP of CMA**

From the above extracted problems (of total 60) by the baseline survey, further analysis was made as followings for CMA STP (7 STP, 40 problems) and for coastal area STP (5 STP, 20 problems).

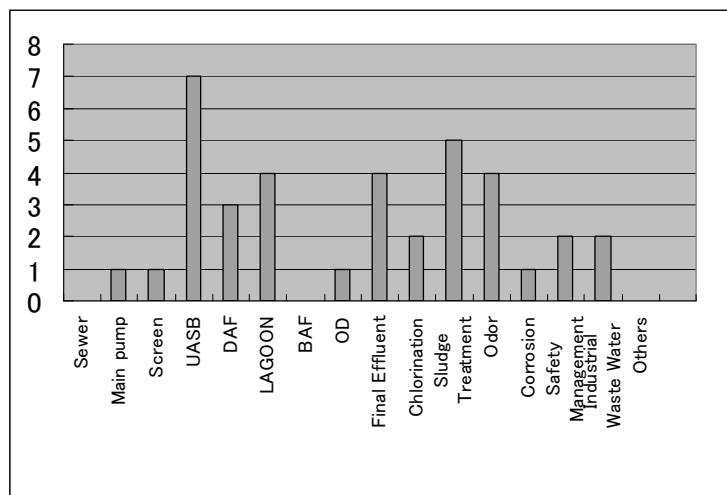
Table 3.3-2 shows the number of problems found in each STP.

The table indicates CIC Xisto that suffers facility sink problem, damage in separators, and sludge accumulation in lagoon has exceedingly many problems. However number of visit there is most frequent because of water quality samplings while visit hours for Faz. Rio Grande and Padilha Sul was a limited one because of itinerary. So author would like to mention here that one cannot evaluate STP by those numbers of problems alone.

**Table 3.3-2 Number of problems for each STP of CMA**

Name of STP	Treatment Capacity	Process	Number of Problems
①Sao Jorge	70l/sec(6048 m <sup>3</sup> /day)	UASB + DAF	5
②Santa Quitéria	450l/sec(38,880 m <sup>3</sup> /day)	UASB + DAF	6
③CIC Xisto	490l/sec(42336 m <sup>3</sup> /day)	UASB + (Un aerated) LAGOON	17
④Atuba Sul	1120l/sec(96768 m <sup>3</sup> /day)	UASB + DAF	4
⑤Faz. Rio Grande	210l/sec(18144 m <sup>3</sup> /day)	UASB + ( Aerated) LAGOON	2
⑥Padilha Sul	420l/sec(36288 m <sup>3</sup> /day)	UASB + (Un aerated) LAGOON	2
⑦Belem	840l/sec(72576 m <sup>3</sup> /day)	OD	4

Next, problems were classified into categories as in the following figure. The result shows the maximum problem is related with "UASB", next with "Sludge Treatment and Disposal", "Lagoon", "Final Effluent" and "Odor" as it follows. At this point, "Lagoon" must be noticed to have so many problems in fact as it has long been thought as easy to operate so far.



**Fig. 3.3-1 Problems in categories for STP of CMA**

**(1)-3-1-14 Summary of problems for STP of coastal area**

Table 3.3-3 shows the number of problems found in each STP.

The table shows Guaraquecaba, a small STP of remote area has largest amount of problems. Guaratuba and Morretes also have problems.

**Table 3.3-3 Number of problems for each STP of coastal area**

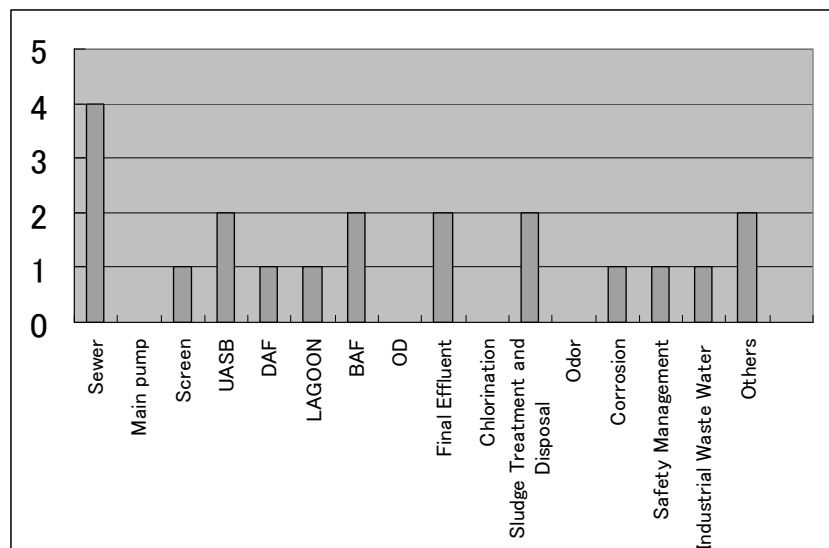
Name of STP	Treatment Capacity	Process	Number of Problems
Guaraquecaba	30l/sec (2592 m <sup>3</sup> /day)	UASB + BAF	8
Guaratuba	210l/sec (18144 m <sup>3</sup> /day)	UASB + LAGOON	4
Matinhos	210l/sec (18144 m <sup>3</sup> /day)	UASB + DAF	2
Morretes	35l/sec (3024 m <sup>3</sup> /day)	UASB + BAF	4
Pontal do Parana	140 l/sec (12100 m <sup>3</sup> /day)	UASB + DAF	2

Next, problems were classified into categories as in the following fig. 3.3-2.

Most significant distinction in coastal area is that so many problems were found in "Influent Sewer". There contains "corrosive tendency of influent" because sewage flows into STP via pressure sewer from pumping stations as well as garbage landfilling leachate and others.

Odor problems however, were not recognized at any sites. However, the tendency may be effected by the fact the visiting was made in off season.

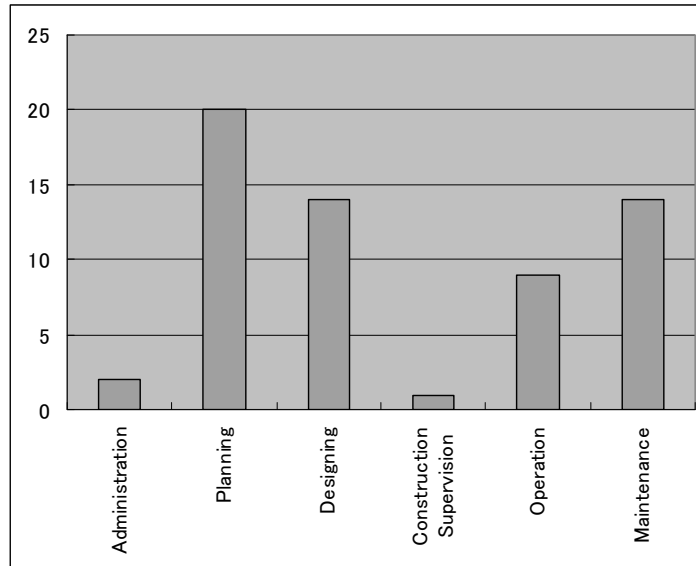
It also should be notified that problem contains one that is apart from treatment plant itself such as "Others" category which includes lack of man power desposition problem at night time.



**Fig. 3.3-2 Problems in categories for STP of coastal area**

### (1)-3-1-15 Classification of problems into the responsible sections

Those problems were again classified into the sections in SANEPAR that are thought to have responsibility and power to solve the problems. Fig. 3.3-3 shows the results.



**Fig. 3.3-3 Problems classified into the responsible section**

In short, among the problems of STP, "Operation" is only responsible to solve 9 problems, while "Maintenance" responsible 14. That is remaining 37 problems should be solved by other section, such as 2 by "Administration" section, 20 by "Planning", 14 by "Designing", 1 by "Construction Supervision". It should be noted that efforts by sections other than O&M section is needed.

### (1)-3-2 Evaluation of treatment performance of STP

Results of 24hours sample by using automatic sampler was shown in (1)-3-2-1 Results of detailed analysis, while past one year water quality analysis data recorded by SANEPAR was described in (1)-3-2-2 Statistical analysis of annual water quality data.

#### (1)-3-2-1 Results of detailed analysis

"Influent" and "Effluent" data for 7 STP where 24hour sample was analyzed were described shortly in the following Figure 3.3-4 to 3.3-8.

However, CIC Xisto of those data may not have proper sample as there was an accident of lifting pump at night that may have effected effluent quality and may not represent normal effluent.

**BOD:** As to BOD, many STP attains approximately 75% removal rate. For further removal was attained by Morretes which adopts "BAF" and Faz. Rio Grande "Aerated Lagoon". "Aerobic biological

treatment" shows far more efficient treatment performance than "DAF" nor "Un-aerated Lagoon".

**COD:** Removal ratio of COD is lower than BOD ranging lower than 75%. Lower value of 50% was found. In addition to Morretes and Faz. Rio Grande which are relatively good performance, "Un-aerated Lagoon" of Padilha Sul indicate preferable performance too.

**SS:** As for SS, removal ratio is mostly in the range of 75%. Those of Morretes and Faz. Rio Grande show higher values as the case of BOD removal.

**T-N:** As for nitrogen removal, removal rate remain almost zero. That is why nitrogen removal begins from biological oxidation of ammonia to nitric acid but existing process which includes "DAF" or "BAF" and "Aerated Lagoon" of little aeration time cannot afford to supply enough treating hours to accelerate those nitrifications.

**T-P:** As for phosphorus, except for some removal tendency for Faz. Rio Grande and Padilha Sul where lagoon is adopted, removal ratio seems insufficient too.

It should be noticed here that influent concentration of Padilha Sul is extremely higher than normal domestic sewage as T-N over 100mg/L, T-P over 10mg/L and it may be notified as some industrial wastewater is influencing the STP.

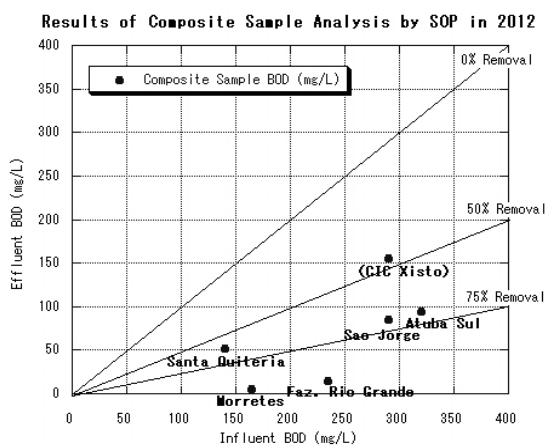


Fig. 3.3-4 BOD removal

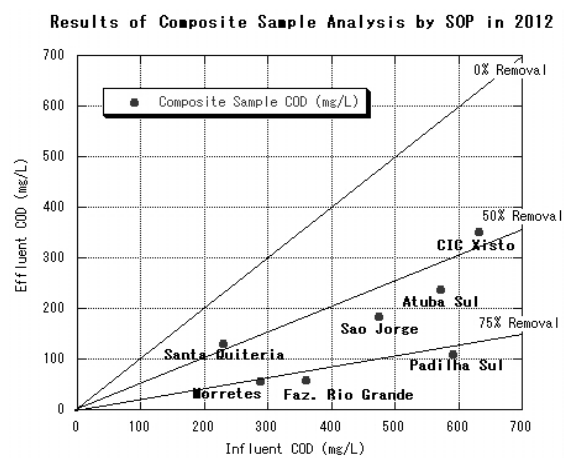


Fig. 3.3-5 COD removal

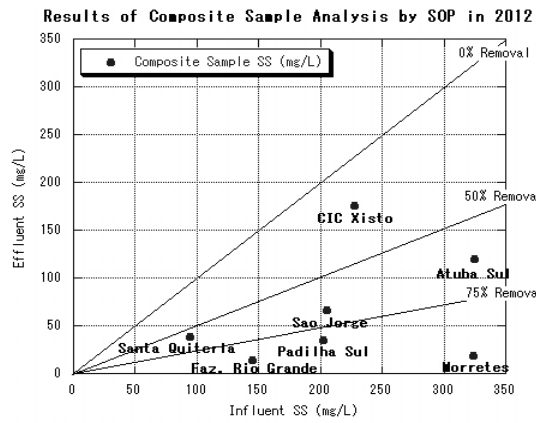


Fig. 3.3-6 SS removal

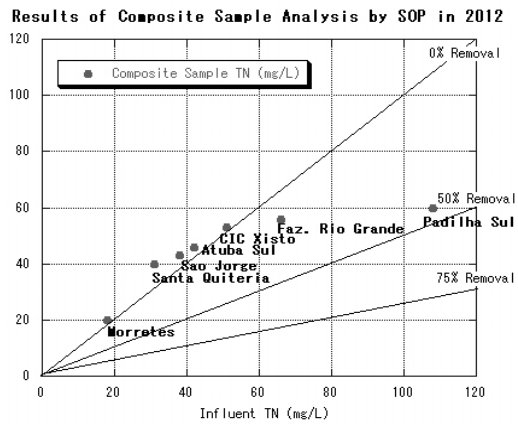


Fig. 3.3-7 T-N removal

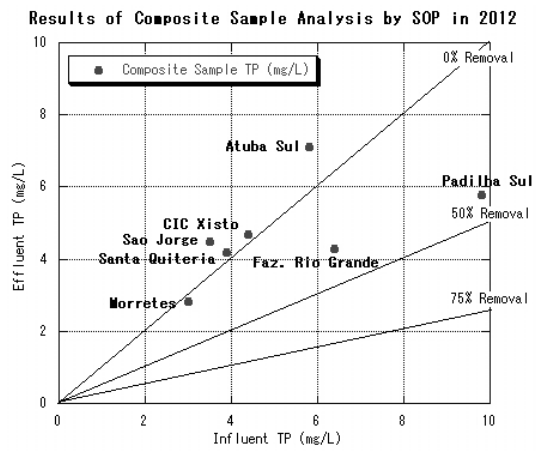


Fig. 3.3-8 T-P removal