

ボリヴァリア国  
ラパス市

国際協力事業団

# ラパス市水質汚濁対策計画調査

## 要 約

1993年 5 月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

702  
619  
SSS  
LIBRARY

社 調 二
J R
93-059



JICA LIBRARY



1109010[7]



国際協力事業団

25564

ボリヴィア国  
ラパス市

国際協力事業団

# ラパス市水質汚濁対策計画調査

## 要 約

1993年 5 月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

本報告書においては、プロジェクトのコストは1992年6月価格で表示し、  
1US\$ = Bs. 3.87 (=¥127) の通貨換算率を用いた。

## 序 文

日本国政府は、ボリビア共和国政府の要請に基づき、同国のラパス市水質汚濁対策計画にかかるマスタープラン及びフィジビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年2月から平成5年3月までの間、3回にわたり、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの内田顕氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ボリビア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年5月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

## ラパス市水質汚濁対策計画調査

### 伝 達 状

1993年5月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

ボリビア国ラパス市水質汚濁対策計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、1992年1月28日、10月13日および1993年4月27日に国際協力事業団と株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルとの間で締結された契約に従って作成されました。

本報告書には、ラパス市の河川水の水質汚濁に関する現状分析、水質汚濁対策の基本計画、および下水道整備の優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の結果が記載されています。

本報告書は、英文、和文および西文の要約報告書、英文と西文の主報告書、英文の付属報告書、およびデータ集に分冊されています。要約報告書は調査全体を簡潔明瞭にまとめ、主報告書には、調査の背景、調査地域の状況、水質汚濁基本計画の策定、優先プロジェクトの選定とそれに対するフィージビリティ調査を含む全ての調査結果が記載されています。付属報告書は、主報告書の内容を更に詳述し、参考文献の一覧および各種の汚濁対策方法の検討結果も付録として含んでいます。

本報告書の提出にあたり、全調査期間に亘り多大な御支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在ボリビア日本国大使館の諸賢ならびにボリビア国政府諸機関およびラパス市の関係各位に対し心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がラパス市の水環境の改善と社会の発展の一助となることを希望する次第であります。

調 査 団 長

内 田 顕



# ボリヴィア国

## ラパス市水質汚濁対策計画調査

### 要 約

### 目 次

	ページ
1. 緒 論	1
2. 基本計画	3
3. フィージビリティ調査	17
4. 提 言	30

## 1. 結論

ラパス市はボリビア国最大の都市であり、人口約72万人を有する事実上の首都である。

Choqueyapu川とその支流は、ラパス市がChoqueyapu川沿いに発展して来たため、非常に汚染されてきた。汚染の最大の原因は、生活排水および工場排水が、直接あるいは下水管より無処理で河川に排出されているためである。このため、川沿いの市街地においては悪臭が発生し美観がそこなわれており、また下流の農地ではこの川の水を使用する上で支障を来たしている。ラパス市のこのような水質汚濁による水環境を改善するためには、水質汚濁防止計画が必要不可欠となってきた。

本調査は、ラパス市およびラパス市上下水道公社(SAMAPA)の協力の基に、国際協力事業団によって1992年2月から1993年5月にわたり実施された。当調査の目的は次の通りである。

- Choqueyapu川およびその支流の水質汚濁防止対策の基本計画の策定
- 基本計画のうち、最優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の実施

調査対象地域は、図1.1に示す通り、Lipari橋上流のChoqueyapu川流域で面積は535平方キロメートルである。

本調査における報告書は次の通りである。

- (1) メインレポート (英語)
- (2) メインレポート (スペイン語)
- (3) サポートイングレポート (英語)
- (4) 要約レポート (英語)
- (5) 要約レポート (スペイン語)
- (6) データブック (英語)

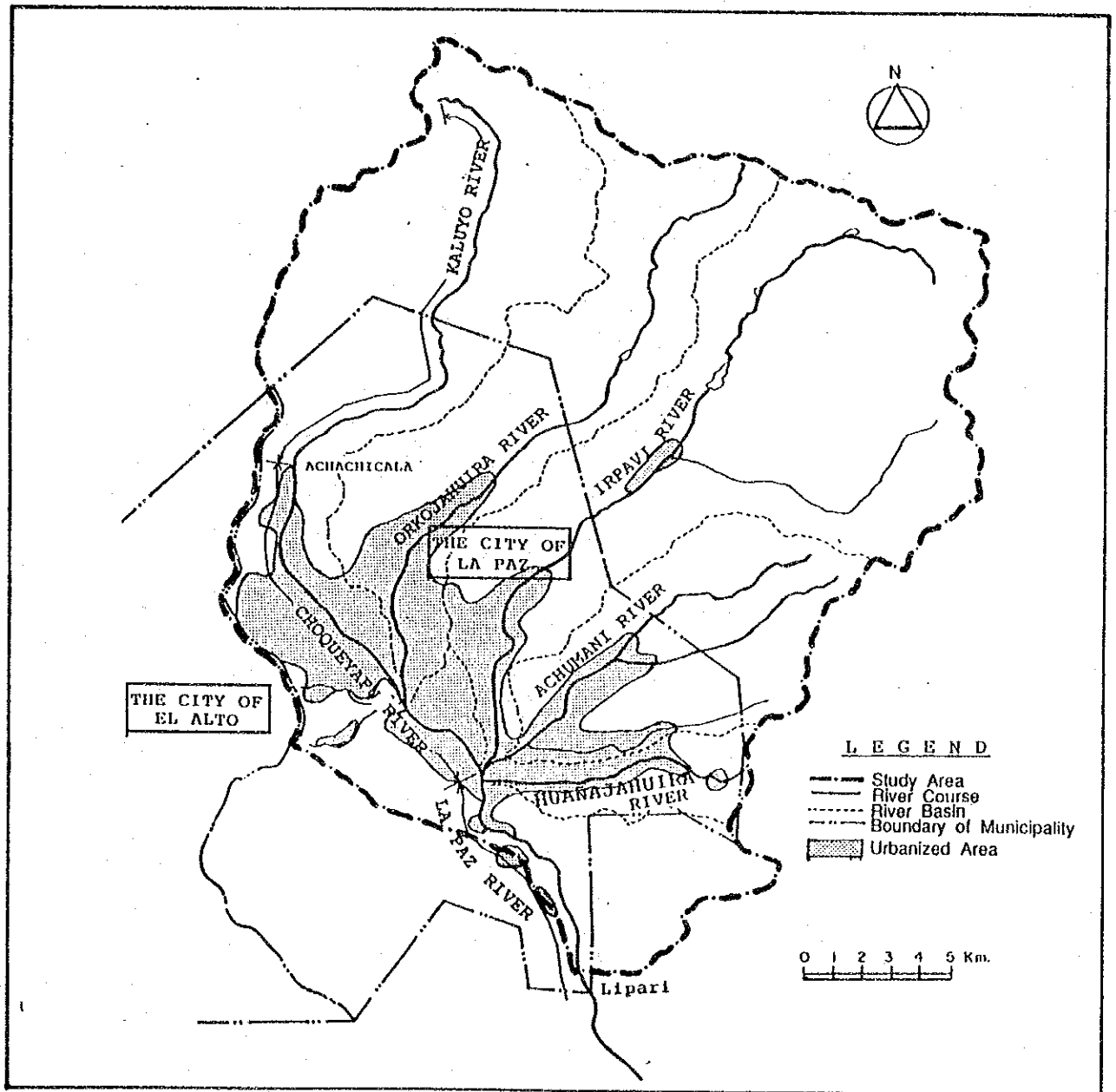
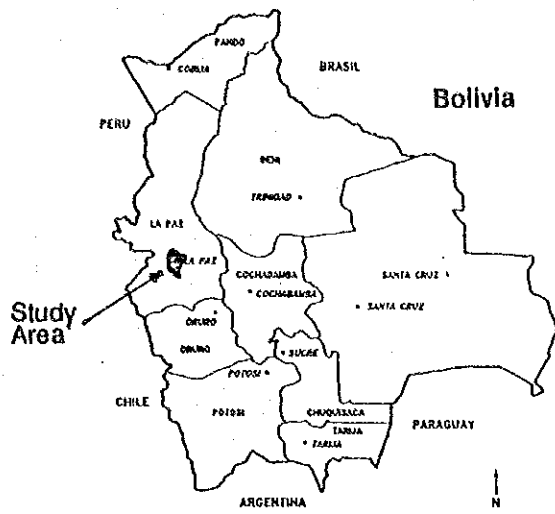
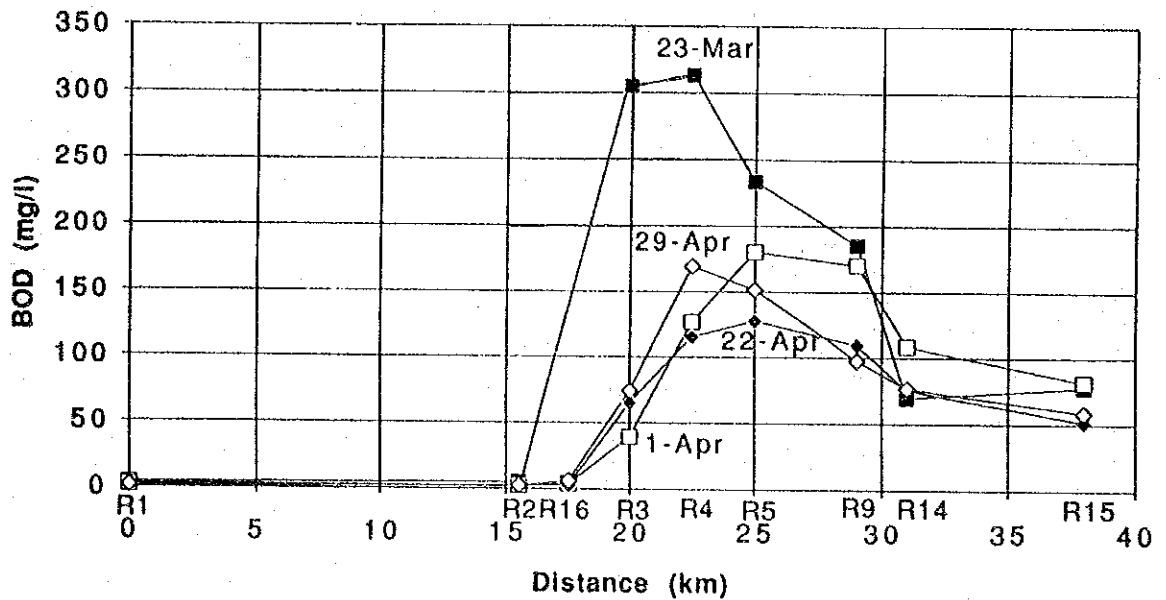


图 1.1 調査対象地域

## 2. 基本計画

### 2.1 水質条件

Choqueyapu川の図2.1に示す地点で水質調査を実施した。Choqueyapu川の主流沿いのBOD分布を  
図2.2に示す。



注：3月23日の調査時点では、Achachicala処理場はR16地点のすぐ下流から取水していた。R16とR3の間では通常工場廃水が排出されているため、この取水により川の流量が減り、BOD濃度が高くなったと考えられる。

図 2.2 Choqueyapu川のBOD分布

BOD濃度は、市街地の入口 (R3) で急激に高くなっている。図は明らかに市街地域の大部分で河川水が汚染されていることを示している。しかしながら、Choqueyapu川は市の中央地区ではほとんどカバーがかけられており、残りの開水路部分は深く掘り込まれているため、実際の水質は、人々によく認識されていない可能性もある。また、川の流速が速いのでエアレーションを促進し、水の腐敗をさまたげる働きをしている。しかしながら、市の南部地区と下流域の住民

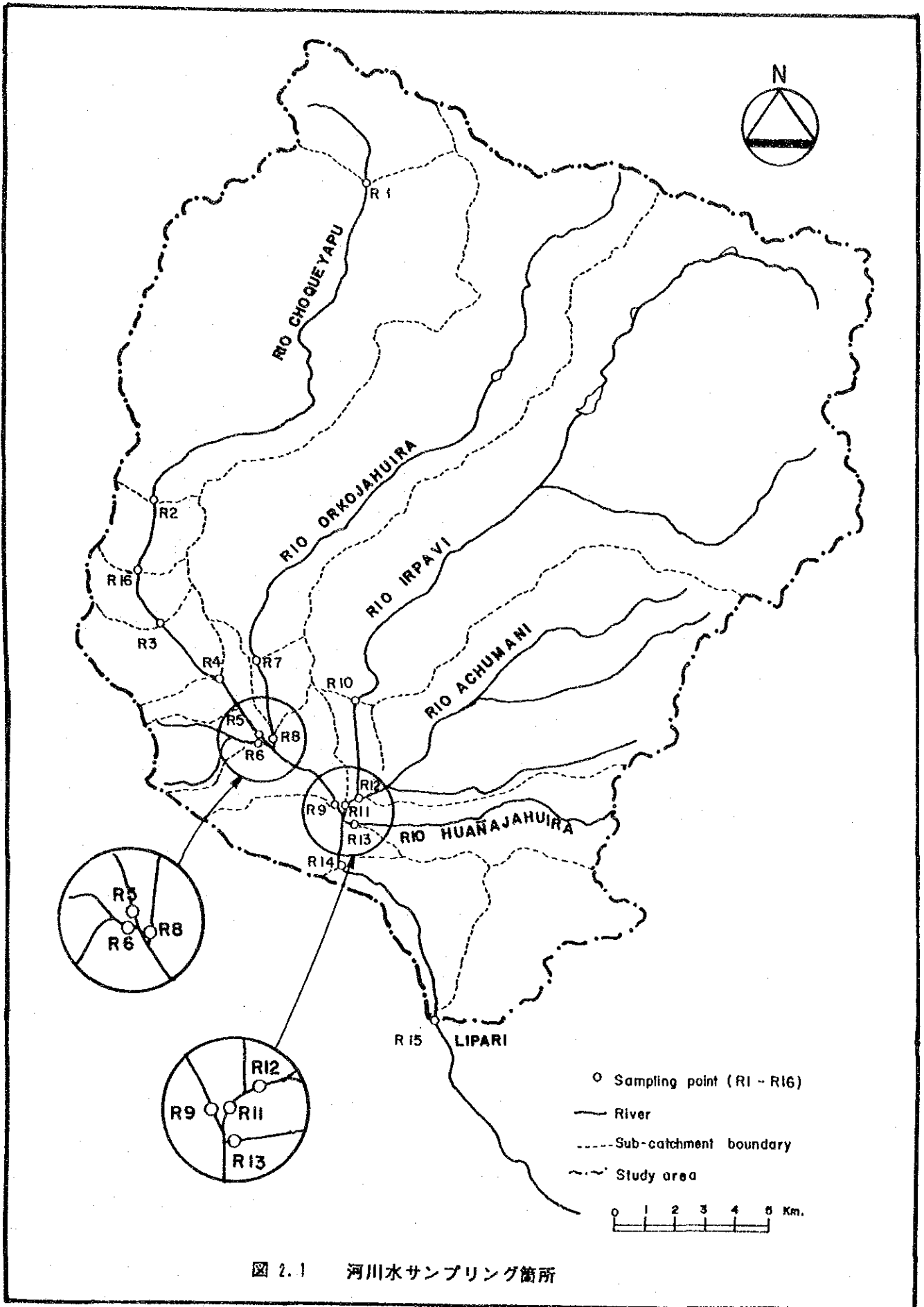


図 2.1 河川水サンプリング箇所

の多くは、川の水の不快感な悪臭に悩まされている。更にまた、下流ではこの川の水は農業用水として使用されているため、この様な汚濁は農産物の商品価値の低下等によって、農民に実質的な打撃を与えている。

市街地における支流の水質もChoqueyapu川と同様である。これらの支流もまた不快な生活環境の原因となっている。

この河川水の汚染源は、主に生活排水と工場排水である事が確認された。

## 2.2 計画の基本条件

基本計画の目標年次は2010年とした。しかしこれは、必ずしも基本計画の実施のための絶対的目標年というわけではない。

基本計画における目標水質を表2.1に示す。この目標水質は、表に示す各評価地点における水利用を考慮して、ボリビア国における水質基準値をもとに設定した。

表 2.1 水質目標値

評価地点	場所	必要水質条件	達成目標水質
R2	各々の河川の市街地上流	標準的な上水処理に適し、かつ、自然環境を悪化させない水質	BOD : 10 mg/l以下 DO : 60 %以上 大腸菌 : 10,000 MPN/100ml以下
R9, R8, R11, R12	市街地域	河川沿いに不快な条件を発生させない水質	BOD : 50 mg/l以下 DO : 50 %以上 大腸菌 : 20,000 MPN/100ml以下
R15	市街地域の下流	同上 Choqueyapu川については、農業に適した水質	BOD : 50 mg/l以下 DO : 50 %以上 大腸菌 : 20,000 MPN/100ml以下

基本計画のための計画区域は、図2.3に示す通り。既設および将来の市街化区域を対象に決定した。

現況及び将来の計画区域の人口を表2.2に示す。

表 2.2 現況および将来の人口

単位：人

地域	1992	2000	2010
中央地区	631,000	640,000	650,000
南部地区	84,600	130,000	240,000
(Achocalla)	4,400	50,000	110,000
計	720,000	820,000	1,000,000

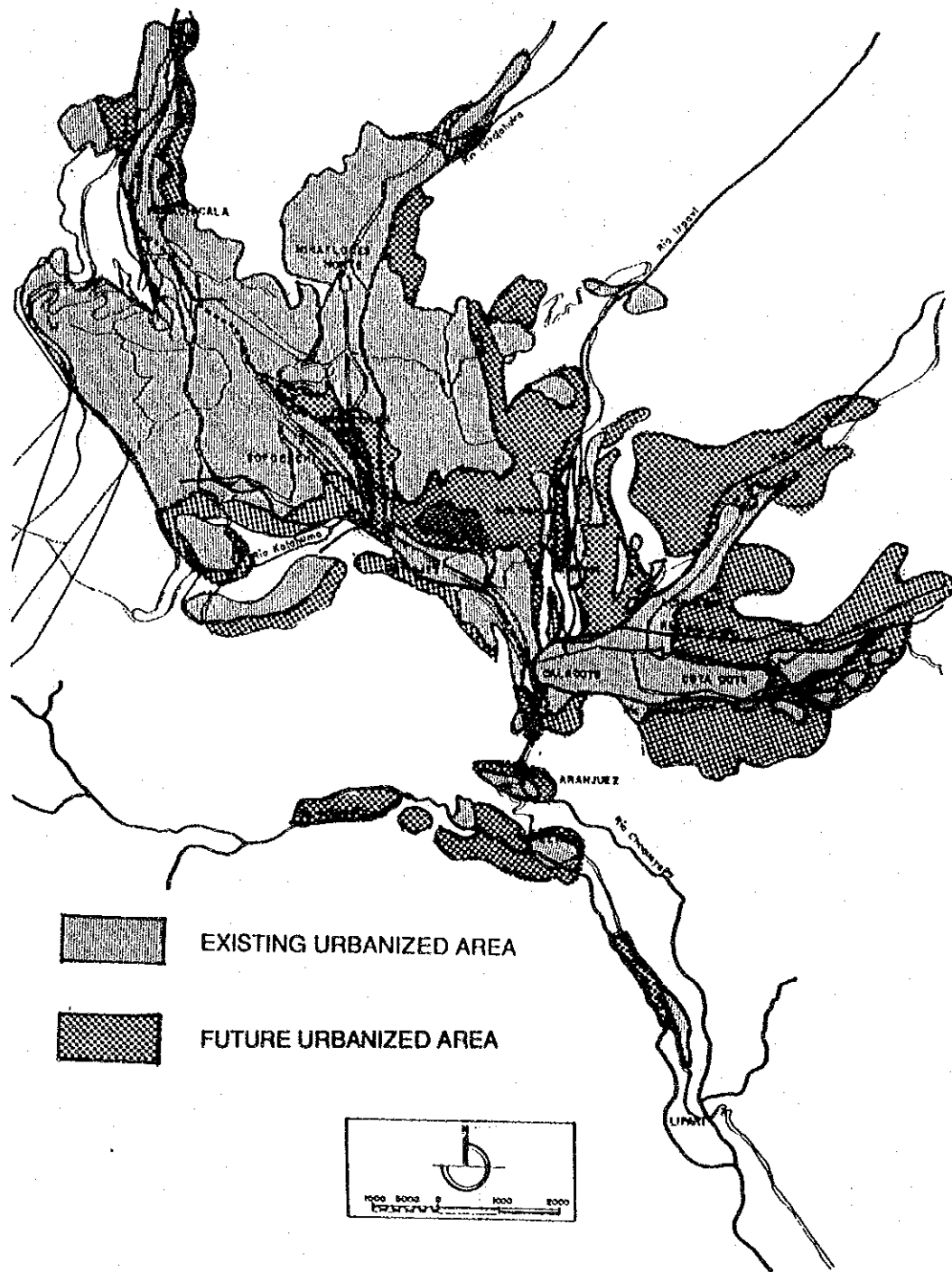


図 2.3 基本計画作成のための計画対象地域



### 2.3 基本計画代替案の作成

水質汚濁防止対策を取らない場合のChoqueyapu川の将来の水質を流入汚濁負荷量の将来の増加を考慮したうえで、シミュレーションモデルを使って予測した。その結果、河川水の汚濁は、Calacoto地区から下流で更に進行し、LipariにおけるBOD濃度は現状の54mg/lから、2010年には72mg/lに増大すると予測された。

水質汚濁防止のための基本計画案を作成するために、次の様な考え得る対策につき予備検討を行った。

- 廃水処理による汚濁負荷の削減
- 河川水の希釈 (希釈水を確保することができない。)
- 河川水の直接浄化 (河川水の汚濁濃度が高すぎ、適用しうる技術がない。また可能としても、汚泥処理に汚水処理と同程度の処理場が必要。)
- ダイバージョン (適切なダイバージョン先がない。)

その結果、上記の後者3つはカッコ内に示した理由により適用することができず、廃水処理を行う事により流入汚濁負荷を削減し、さらに工場排水の規制と新規開発区域における生活排水の放流規制を加える案が基本計画案として最適であるという結論に達した。

下水道計画として、計画対象区域を、夫々処理場を有する適当な規模の地域に分割し、優先度の高い地域から始めて段階的に整備し、全体にシステムを作り上げて行く方法が先ず考えられた。

しかしながら、中央地区においては、妥当な費用で下水処理場を建設するための用地が極く限られているという理由から、上記のように地域を分割する案は現実的でない事が判明した。即ち、中央地区からの廃水は全て、中央地区外の適当な場所にまとめて処理することが最も経済的である。そうした集中処理のための適当な用地としては、Irpavi川の終点近くおよびLipariの近くのChaqueyapu川の河川敷のみである。この事は、市の中央地区および南部地区の汚水の両方を全てまとめて、Irpaviサイト (Irpavi案) またはLipariサイト (Lipari案) における一つの処理場で処理する方法が最も経済的であることを示している。

どちらの案においても、基本計画として次の施設を建設する必要がある。(施設位置は図2.4を参照)

- i) KantutaniにおいてChoqueyapu川から廃水を直接取水し、Orkojahuirra流域を除く中央地区の汚水を集水する。
- ii) Kantutaniにおける取水地点から汚水処理場に至る遮集幹線を設置する。
- iii) 中央地区以外の地域においては既設の下水管から下水を集めるために、遮集管を設け、それらを遮集幹線に接続する。
- iv) 集められた全ての廃水を処理するために、一つの中央汚水処理場を建設する。

Irpavi案に対しては、処理場用地の制約から、高速活性汚泥法が、適用できる唯一の汚水処理法である。Lipari案については、用地が十分あるため標準活性汚泥法、曝気池、および散水ろ床法が適用可能である。従って、基本計画としては、表2.3に示す4つの案が成立する。

表 2.3 基本計画の代替案

Option	代替案 No.	処理場設置箇所	処理方法	遮集幹線
Irpavi	1	Calacoto 地域のIrpavi川の左岸	高速活性汚泥法	KantutaniとIrpaviの間。主に道路沿い。
Lipari	2A	Lipari 付近、No.1	標準活性汚泥法	KantutaniとLipariの間。主に道路沿いと河床。
Lipari	2B	Lipari 付近、No.1	散水ろ床法	同上
Lipari	2C	Lipari 付近、No.1 およびNo.2	曝気池法	同上

(注) 処理場設置箇所の位置は図2.4に示す。

## 2.4 各案の評価

上記4案に対するコスト見積りの結果を表2.4に示す。2Cの案が他の3案と比較してコスト面ではるかに有利である。

表 2.4 代替案のコスト比較  
(単位 百万US \$、1992価格)

コスト	代替案			
	1	2A	2B	2C
① 建設費				
遮集幹線	4.48	9.06	9.06	9.06
污水处理施設	49.82	49.82	45.53	19.12
取水施設	1.15	1.15	1.15	1.15
遮集管	3.22	3.22	3.22	3.22
小計	58.67	63.25	58.96	32.55
② 土地および諸権利	17.25	2.94	2.94	5.34
③ 設計料	5.87	6.33	5.90	3.26
④ Contingency	8.80	9.49	8.84	4.88
①～④ 計	90.59	82.00	76.64	46.03
⑤ 運転費 (百万US \$ / 年)	5.00	5.00	2.50	3.50

また4案につき、用地取得の難易度、河川水質の改善効果、処理法の適用性、環境および社会に与える影響の面での評価を行った。全体的評価結果を表2.5に示す。

表 2.5 基本計画における各案の評価結果

代替案 No.	1	2A	2B	2C
処理場設置箇所	Irpavi	Lipari	Lipari	Lipari
処理方法	高速活性汚泥法	標準活性汚泥法	散水ろ床法	曝気池法
初期投資額	×	×	×	×××
運転費	×	×	×××	××
用地取得の難易度	×	×××	×××	××
河川水質の改善効果	×××	××	××	××
処理技術の適用性	×	×	××	×××
環境に与える影響	×	×××	×××	××
社会に与える影響	×	×××	×××	××

注 ×××：好ましい（または容易） ××：平均的 ×：好ましくない（または困難）

表2.5によると、2Bと2C案が他の2案と比べて明らかに有利であると考えられる。計画実現性を支配するものとして、コストが最も重要な要素であると考えられる。従って、ラパス市の河川水質汚濁防止のための基本計画案として、2C案を提案する。

## 2.5 基本計画

基本計画における主要施設の配置を図2.4に示す。設計廃水量は以下の通りである。

	(m <sup>3</sup> /日)				
	1992	1995	2000	2005	2010
河川水	34,560	34,560	34,560	34,560	34,560
中央地区	102,609	106,442	113,049	121,359	130,103
Orkojahuiria流域	21,646	23,198	25,920	28,308	30,948
Irpavi流域	11,223	12,018	13,497	16,622	20,027
Calacoto地区	8,318	8,667	9,335	10,938	12,728
合計	178,356	184,885	196,361	211,787	228,366

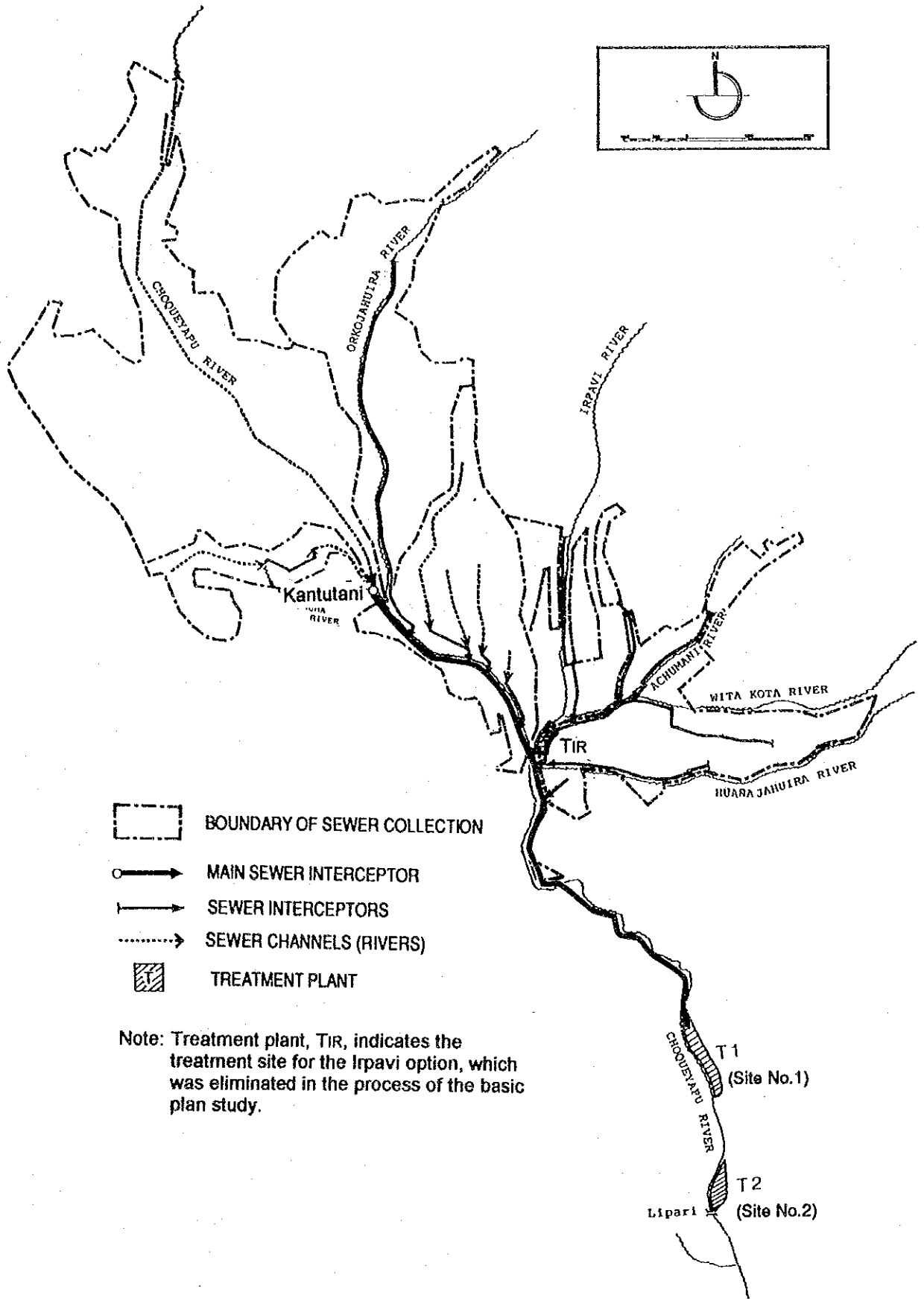


図 2.4 基本計画における施設配置図

基本計画における主要施設を以下に示す。

(1) 取水施設

中央地区からの廃水を取水するために、Choqueyapu河のKantutani地点に取水施設を設置する。  
中央地区の廃水を遮集管により雨水と分離して集めるのは困難なためである。

(2) 遮集幹線

遮集幹線は次の区間に設置する。

アスファルト舗装の幹線道路沿い	3,630m
砕石舗装の道路沿い	1,260m
人口密集地域	485m
トンネル	260m
河床下	4,215m

(3) 汚水処理場

整地	:	河床と耕作地の整地 サイトNo.1 (20ha)およびサイトNo.2 (12ha)
一次処理	:	バースクリーン 沈砂室 流量計 : パーシャルフリューム
曝気池	:	形式 機械攪拌または散気管方式による完全混合 容量 690,000m <sup>3</sup> 表面積 16ha 深さ 最大6.0m 滞留時間 3日
沈澱池	:	表面積 11.5ha 深さ 最大6.0m 表面負荷 2 m/日 スラッジ貯留 4年分

上記の施設の建設と共に、次の様な制度上の整備も必要である。

- a) 工場排水水質基準の強化
- b) 工場排水の監視と排水水質基準の執行
- c) 河川水質の監視
- d) 河川への固形廃棄物投棄の防止
- e) 河床の侵食防止および砂や砂利の不法採取の防止
- f) 上記を推進するための組織と下水道の整備、運転および管理に係る組織の強化

結論として、本基本計画においては、下記の施設対策と非施設対策を提案する。

- 1) 上記の汚水処理場を含む下水道施設の整備
- 2) 100m<sup>3</sup>/日以上 of 工場排水に対する規制、特にBODは300mg/l以下とする。
- 3) 新規に開発される地域については、排出水についてBOD 50mg/l以下の基準を設ける。

上記による効果を図2.5に示す。

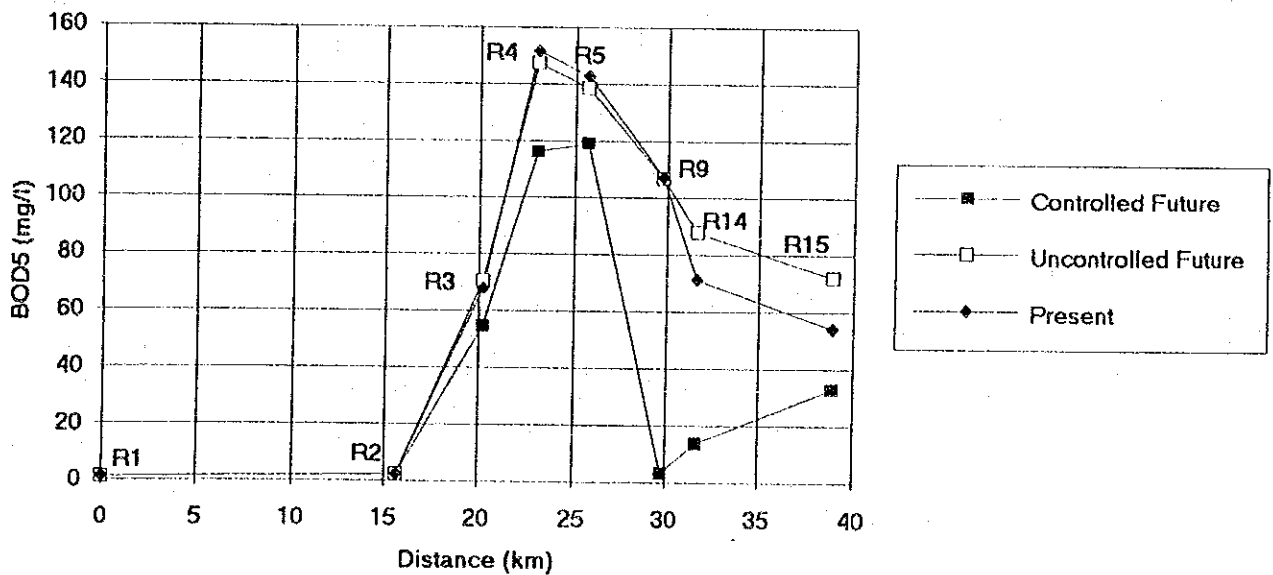


図 2.5 基本計画による効果

## 2.6 実施計画

2010年までの実施計画案を表2.6に示す。

表 2.6 実施計画

実施時期	フェーズ	対象地域	処理量 m <sup>3</sup> /日	建設施設
1993   1995	1	中央地区	140,000 (部分混合 曝気池方式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水施設</li> <li>・ 遮集幹線</li> <li>・ 整地：20ha (計No.1)</li> <li>・ 運転/その他種々の建家</li> <li>・ 曝気池 (12ha)</li> <li>・ 沈澱池 (4ha)</li> </ul>
1996   2000	2	Orkojahaira 流域	170,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 沈澱池4haを曝気池に転換</li> <li>・ 12の曝気池の部分混合を完全混合に変更</li> <li>・ エアレーターを増加</li> <li>・ 整地：12ha (計No.2)</li> <li>・ 沈澱池 (11.5ha)</li> <li>・ Orkojahaira流域の遮集管</li> </ul>
2001   2005	3	Irpavi 流域	200,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エアレーターを増加</li> <li>・ Irpavi流域の遮集管</li> </ul>
2006   2010	4	Calacota 等	230,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Calacota地区の遮集管</li> </ul>

上記の各フェーズ毎の建設費（1992年価格）を以下に示す。表に示した建設費は代替案検討段階では処理場面積を40haとしていたものを段階施工の検討段階で32haに減じたため当初に較べて安くなった。

フェーズ	建設費 (百万 US\$)
1	23.83
2	8.19
3	0.15
4	1.15
合計	33.32



## 2.7 優先プロジェクト

基本計画における実施計画から、フェーズ1プロジェクト（1995年まで）が優先プロジェクトとして位置づけられる。

優先プロジェクトにおいては、中央地区の廃水は Choqueyapu川から取水され、污水处理場で処理される。

優先プロジェクトにおいて建設される施設は次の通り。

- Choqueyapu川における取水施設 (Kantutani地点)
- 遮集幹線 (9.85km)
- 曝気池 (12ha, 140,000m<sup>3</sup>/日)
- 沈澱池 (4ha)
- 運転室等の建屋

この優先プロジェクトの実施による乾期における水質改善の効果を、水質シミュレーションモデルによって予測した。結果を図2.6に示す。

下流地域においては、1995年までに対策を施さない場合には、目標水質であるBOD50mg/lを超えているが、優先プロジェクトを実施した場合には、BODの値がR14において40mg/l, R15において47mg/lといずれも目標である50mg/lをクリアーしている。

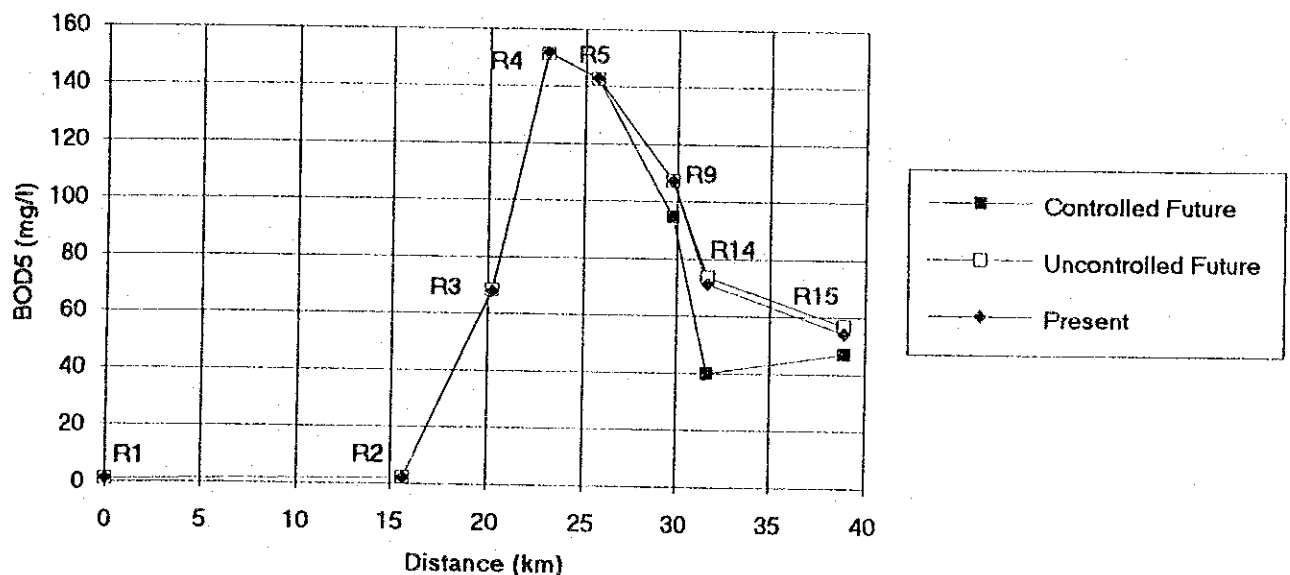


図 2.6 優先プロジェクト実施による水質改善

### 3. フィージビリティ調査

優先プロジェクトは基本計画の実施計画における第1段階（1993～1995）のプロジェクトである。Orkojahuiria川流域を除く中央地区の廃水を処理するものであり、Choqueyapu川の水を取り込んで処理場まで輸送する。

#### 3.1 設計排水流量

プロジェクト施設の設計排水流量は次のように定めた。

施設	設計流量	備考
取水施設	170,000 m <sup>3</sup> /日	河川水 (0.4 m <sup>3</sup> /秒) と2010年におけるOrkojahuiria川流域を除く中央地区の廃水
逓集幹線	230,000 m <sup>3</sup> /日	2010年における対象区域の全廃水
汚水処理場	140,000 m <sup>3</sup> /日	河川水 (0.4 m <sup>3</sup> /秒) と1995年におけるOrkojahuiria川流域を除く中央地区の廃水

#### 3.2 取水施設

取水の位置はKantutaniのCotahuma川流入地点の直上とした。これはCotahuma川が自然土によりSS濃度が非常に高いためである。但し、この位置の直上流でCotahuma川に合流するKantutani川はSopocachi地区の汚水を流しているため、Kantutani川はCotahuma川から切り離し、その水は取水施設に取り入れることとした。取水施設の位置とその構造を図3.1に示す。

取水施設は、固定せき、流量コントロール用スルースゲート、接続管、逓集幹線接続ます、および河床保護のための補強工などから成る。

取水施設の建設費は以下のとおりである。

土木工事費	49,000 US ドル
機材費	31,000 US ドル
計	80,000 US ドル

### 3.2 遮集幹線

遮集幹線のルートは図3.2に示すとおり、3区間に分けられる。

区間A： この区間では大部分が道路下に布設される。右岸側および左岸側の2つの可能性のうち、主として建設費が安いことにより右岸案を採用した。

区間B： この区間は長さを短くするなどの理由で既存道路下に布設する。

区間C： 川添いに道路がないため、この区間は河床下に布設する。但し、Aranjuezの直下の川中が狭く、急勾配で急カーブの区間についてはトンネルとする。

各区間の遮集幹線のサイズと設計流量を表3.1に示す。

表3.1 遮集幹線のサイズ

区間	No.	設計汚水 流量 (m <sup>3</sup> /sec)	断面寸法 (mm x mm)	勾配 (%)	流速 (m/sec)	流下能力 (m <sup>3</sup> /sec)
A	1	2.523	1200 dia.	1.0	2.99	3.379
	2	2.523	1300, 1300	2.0	2.33	3.155
	3	2.523	1300, 1300	2.0	2.33	3.155
	4	2.553	1500, 1500	2.0	2.57	4.620
	5	3.066	1500, 1950	2.0	2.57	4.620
	6	3.185	1500, 1950	2.0	2.57	4.620
	7	3.261	1500, 1950	2.0	2.57	4.620
	8	3.299	1500, 1950	2.0	2.57	4.620
	9	3.493	1500, 1950	1.8	2.44	4.383
B	10	3,502	1500, 1950	1.5	2.22	4.001
C	11	3.504	1500, 1950	2.0	2.57	4.620
	12	3.504	1500, 1950	2.0	2.57	4.620
	13	3.504	1500, 1950	3.0	3.14	5.659
	14	3.504	1500, 1500	1.8	3.14	4.383

遮集管の代表的な断面（マンホール部とも）を図3.3に示す。河床下の遮集管が侵食により露出するのを防ぐため、数箇所川の急曲線部分には水制工を施すこととした。

遮集幹線の建設費と維持費は表3.2と表3.3に示すとおりである。

表3.2 遮集幹線の建設費

工種	金額 (US\$)
PC管布設	36,320
馬蹄形暗渠布設	4,807,100
トンネル工	513,600
取付道路工	38,470
水制工	72,600
合計	4,954,490

表3.3 遮集幹線と取水施設の維持費

職種	金額 (US\$/年)
技術者	4,950
作業員	9,900
夜警	1,650
運転手	3,960
合計	20,460

### 3.4 汚水処理場

優先プロジェクトでは図3.4に示すように基本計画で提案した一連の曝気池のうちの一部と沈殿池をサイトNo.1に設ける。この段階では池は部分混合の曝気池である。

サイトNo.1では20haの土地がある。場内道路、駐車場、犬走りなどに2haが必要なので処理施設としては以下のように18haを使用する。

2 ha 流入・前処理施設と建物

16 ha 部分混合曝気池と沈殿池

前処理施設は、バースクリーン、沈砂室およびバーシャルフリュームである。

曝気池システムはそれぞれ1haの6池と2haの1池よりなる列が2列で、深さは最大6mである。

図3.5にその縦断面を示す。サイト面を洪水水位以上とするため河床に盛土する必要がある。このシステムの滞留時間は3.86日で、BODの除去率は60%程度である。

図3.4に示したように、両列の最後の池は沈殿池として使い、平均深さは4.7m、全容量は188,000m<sup>3</sup>である。このうち、上部2mは沈殿用、下部は汚泥の貯蔵と濃縮用として見込む。この容量では約4年分の汚泥を貯蔵できることになる。

必要な建物は運転棟、分析室、事務室、会議室、およびエアレーターの格納・修理棟などである。

污水处理場の建設費と運転・管理費は表3.4と表3.5に示すとおりである。

表3.4 污水处理場の建設費

工種	金額(百万 US\$)
土地造成	1.68
前処理施設	0.38
曝気池	3.75
沈殿池	1.67
建物	0.40
取付道路	0.28
電気工事	0.11
建設費計	8.27
用地および諸権利	3.35
合計	11.62

表3.5 污水处理場の運転・管理費

	(US\$/年)
人件費	74,425
機材費	13,000
電気・燃料	356,696
合計	444,121

### 3.5 全体費用

表3.6に上述の全施設の建設費を、表3.7にそれらの運転・管理費を示す。予備設計の結果、建設費は基本計画のもの(P15)より安くなった。これは主として遮集幹線の建設費及び曝気装置の購入・据付費が減少したことによる。

表3.6 優先プロジェクトの施設建設費

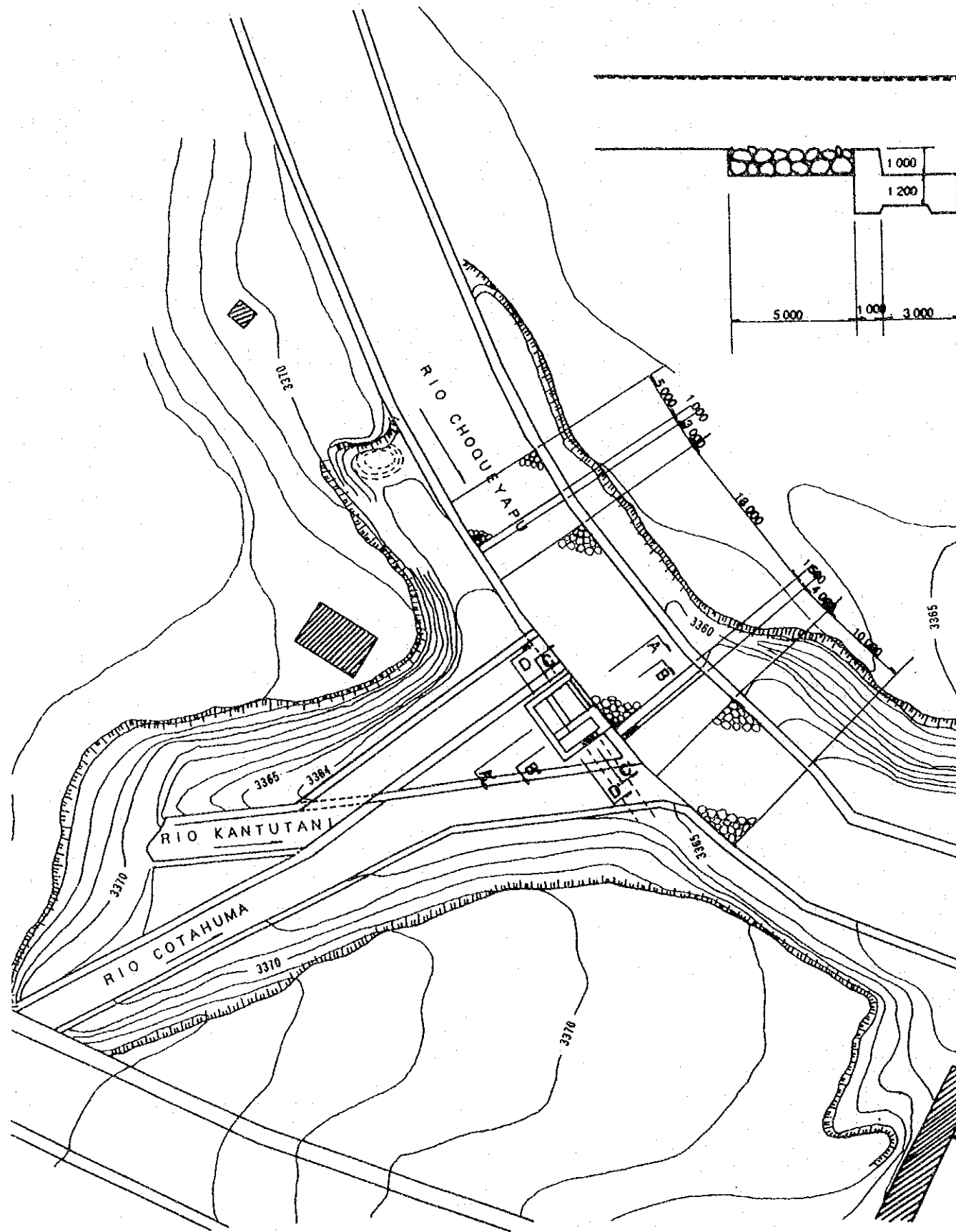
項目	(百万US\$)		
	Local	Foreign	合計
建設費	11.49	1.82	13.31
取水施設	0.05	0.03	0.08
遮集幹線	4.95	—	4.95
汚水処理場	6.49	1.79	8.28
用地費・諸権利	3.35	—	3.35
エンジニアリング	1.15	0.18	1.33
予備費	1.48	0.18	1.67
合計	17.47	2.18	19.66

表3.7 優先プロジェクト施設の運転・管理費

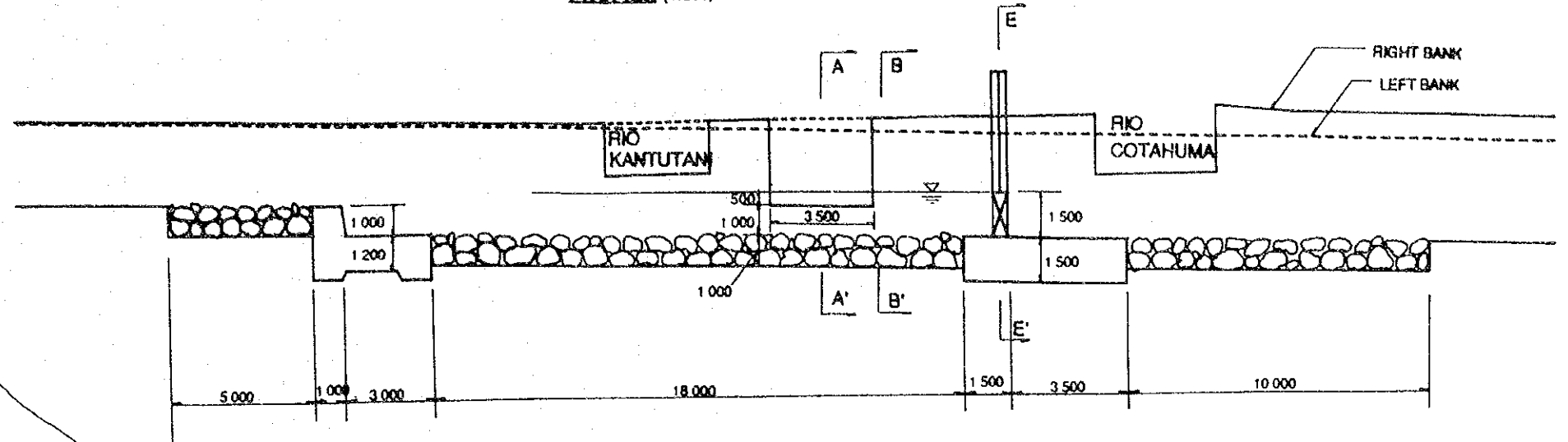
(US\$/年)	
汚水収集・輸送	
人件費	20,460
処理場運転	
人件費	74,425
機材費	13,000
電気・燃料	356,696
小計	444,121
合計	464,581



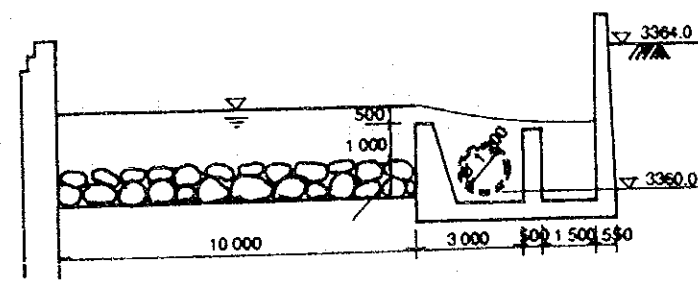
GENERAL LAYOUT (1:500)



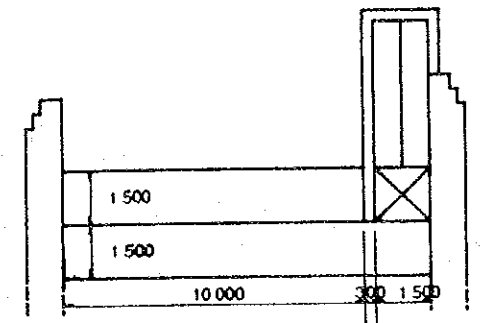
PROFILE (1:200)



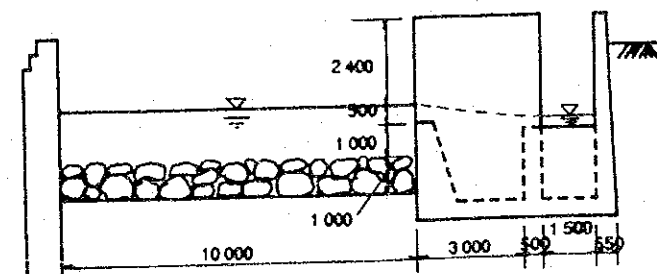
SECTION A-A' (1:200)



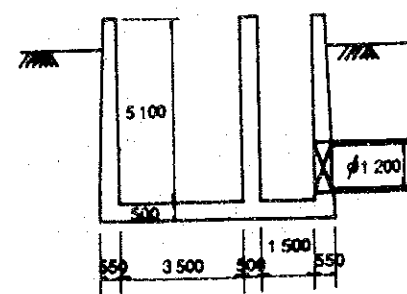
SECTION E-E' (1:200)



SECTION B-B' (1:200)



SECTION C-C' (1:200)



SECTION D-D' (1:200)

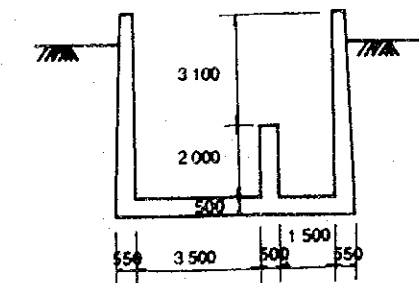


図 3.1 取水施設の配置および構造



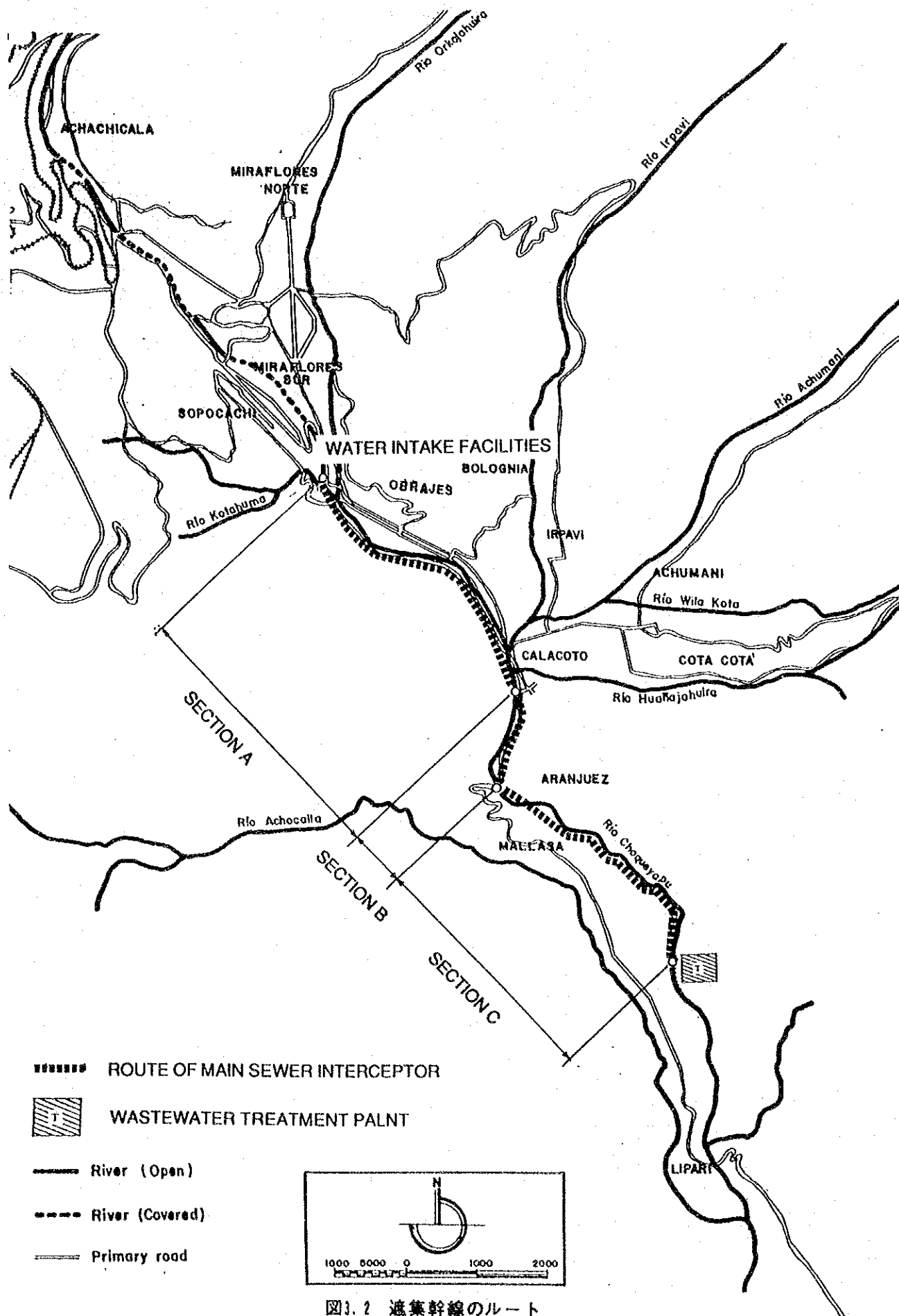
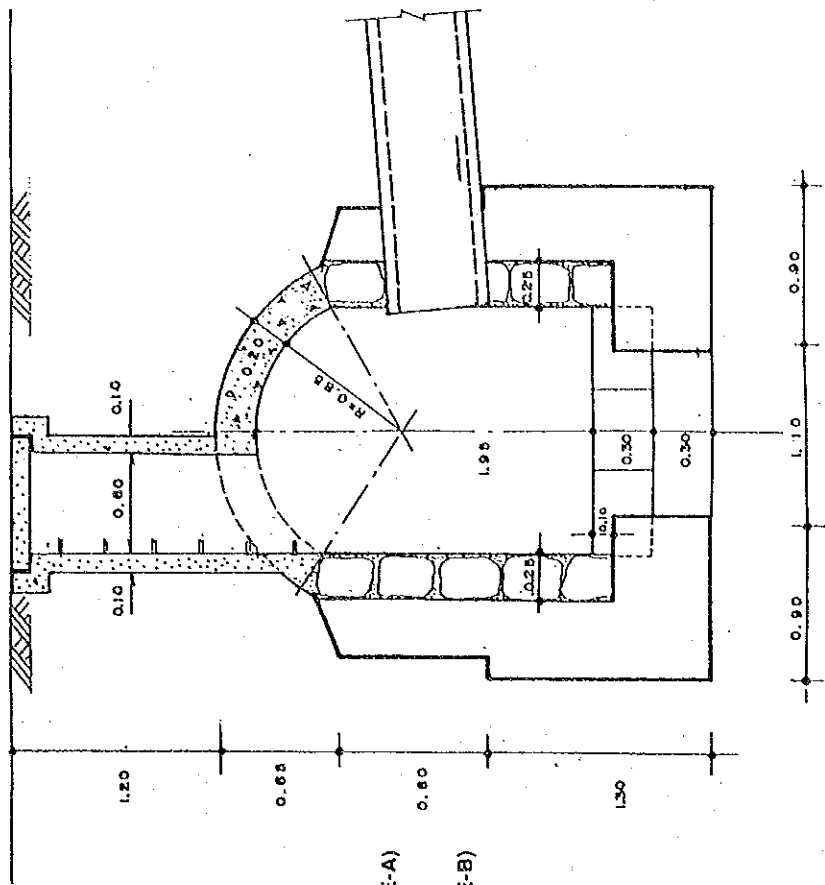
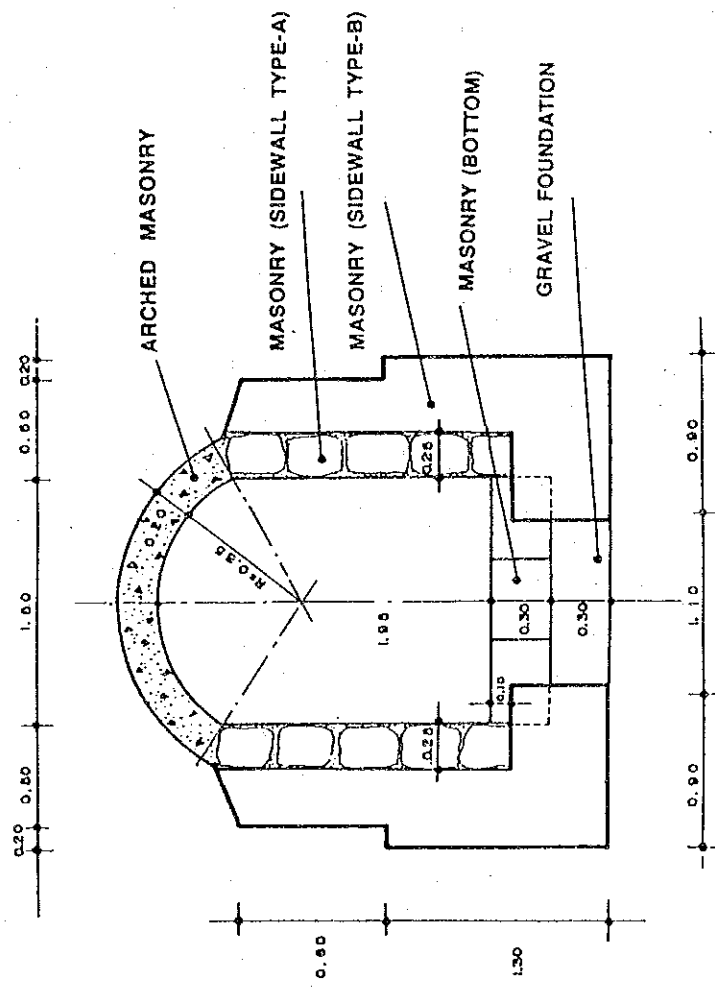


図3.2 遠集幹線のルート



MANHOLE SECTION



ORDINARY SECTION

図3.3 馬蹄形遮蓋幹線の代表的断面

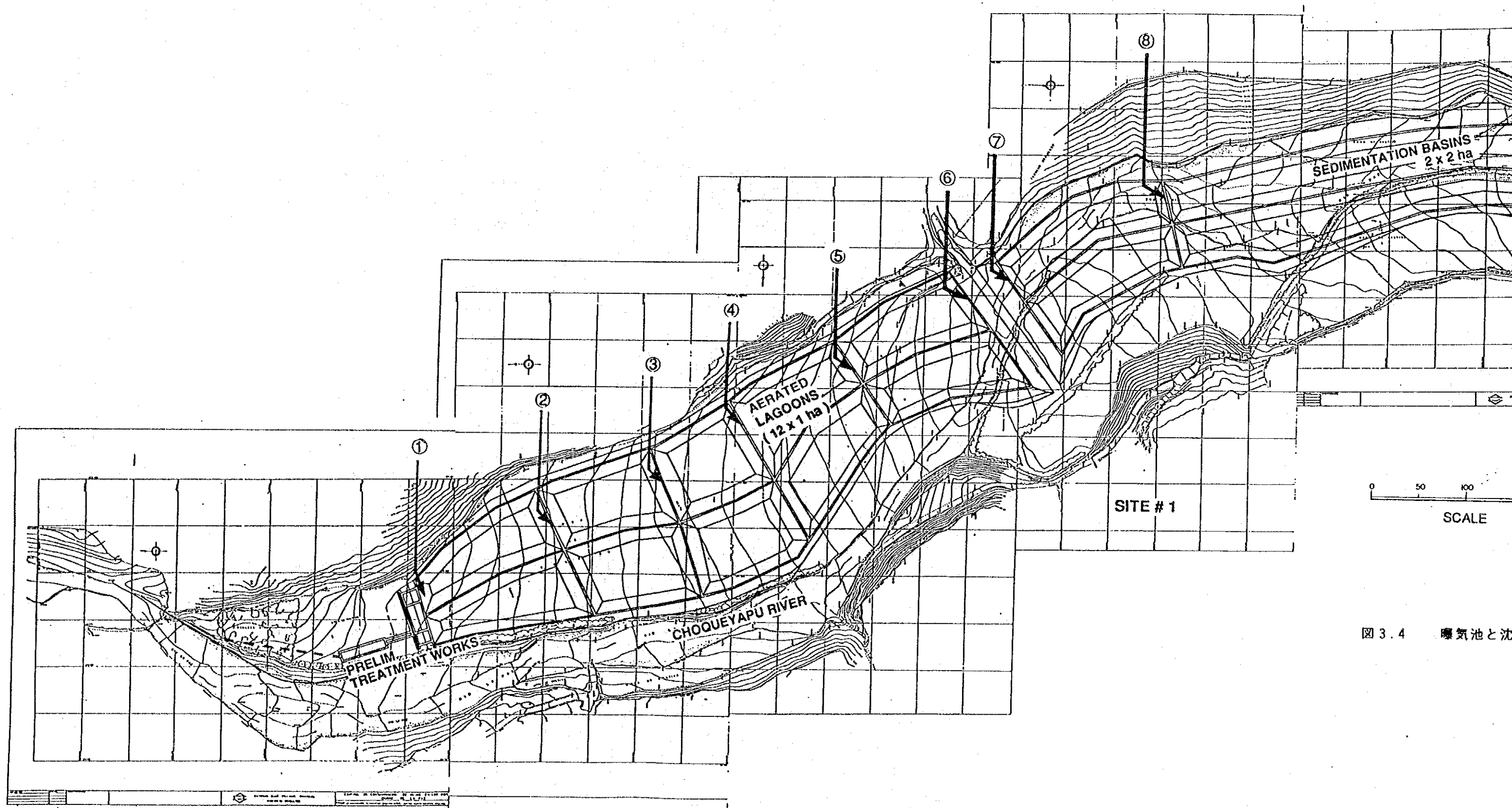


図 3.4 曝気池と沈

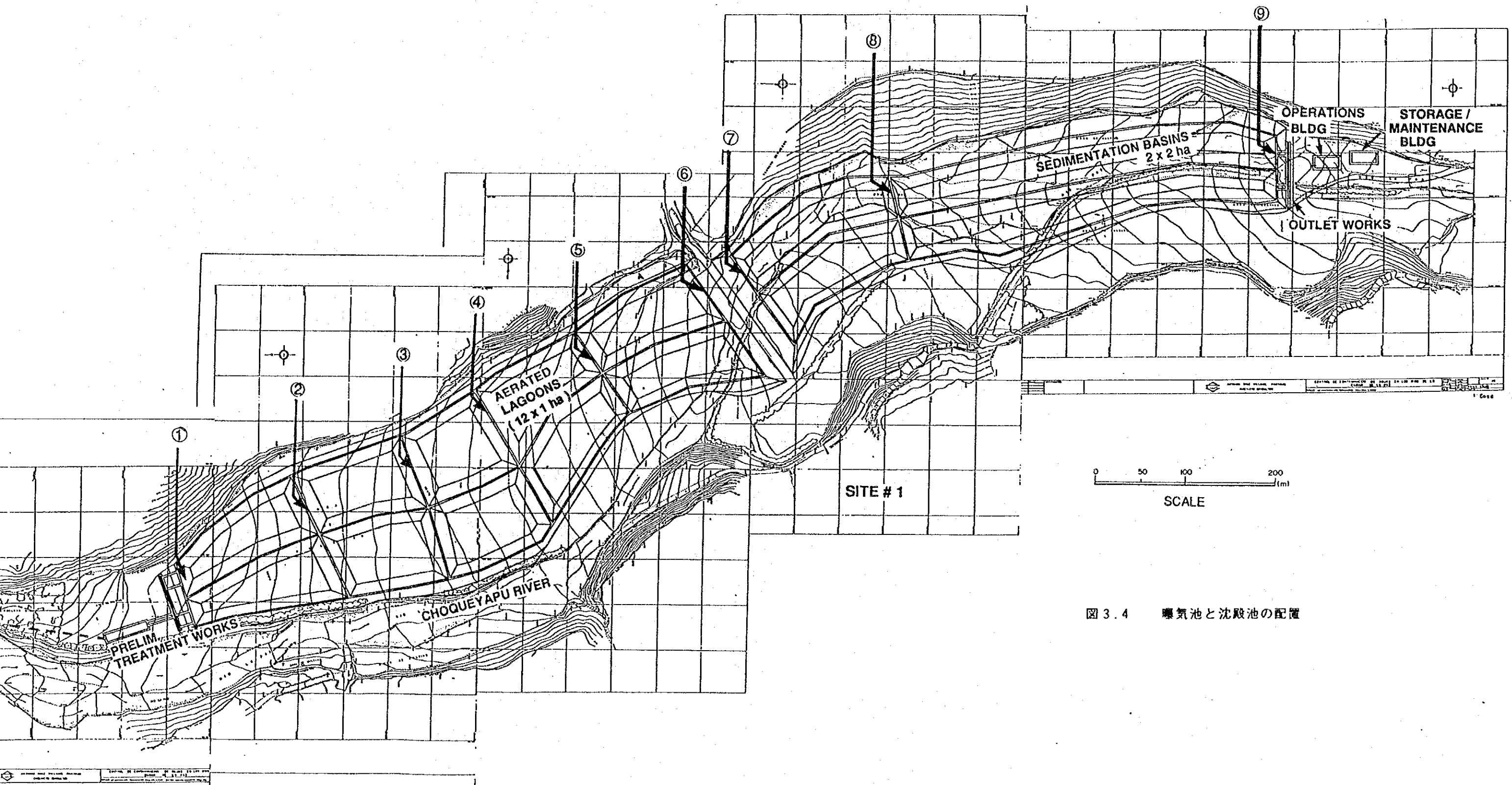


図 3.4 曝気池と沈殿池の配置

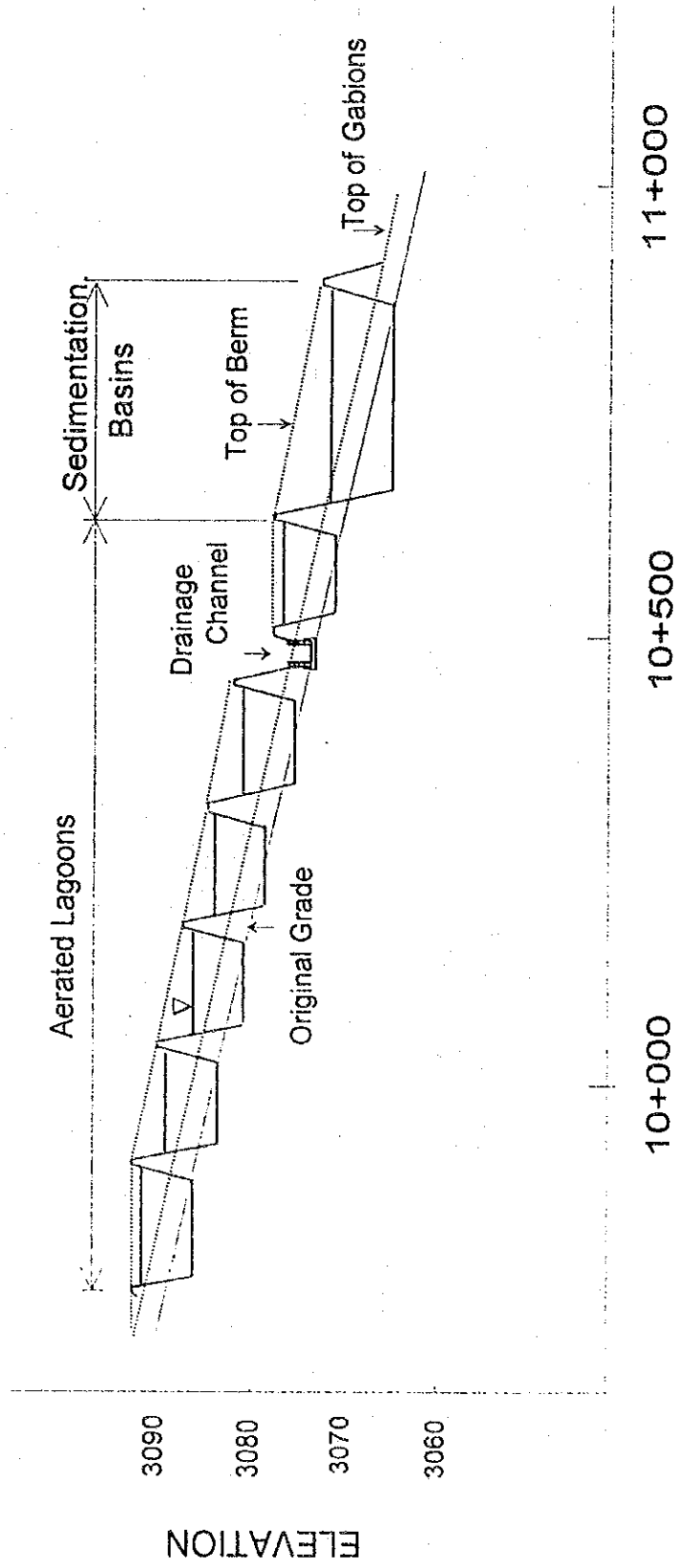


図3.5 曝気池と沈澱池の縦断面

### 3.6 実施工程

優先プロジェクトの実施工程を図3.6に示す。

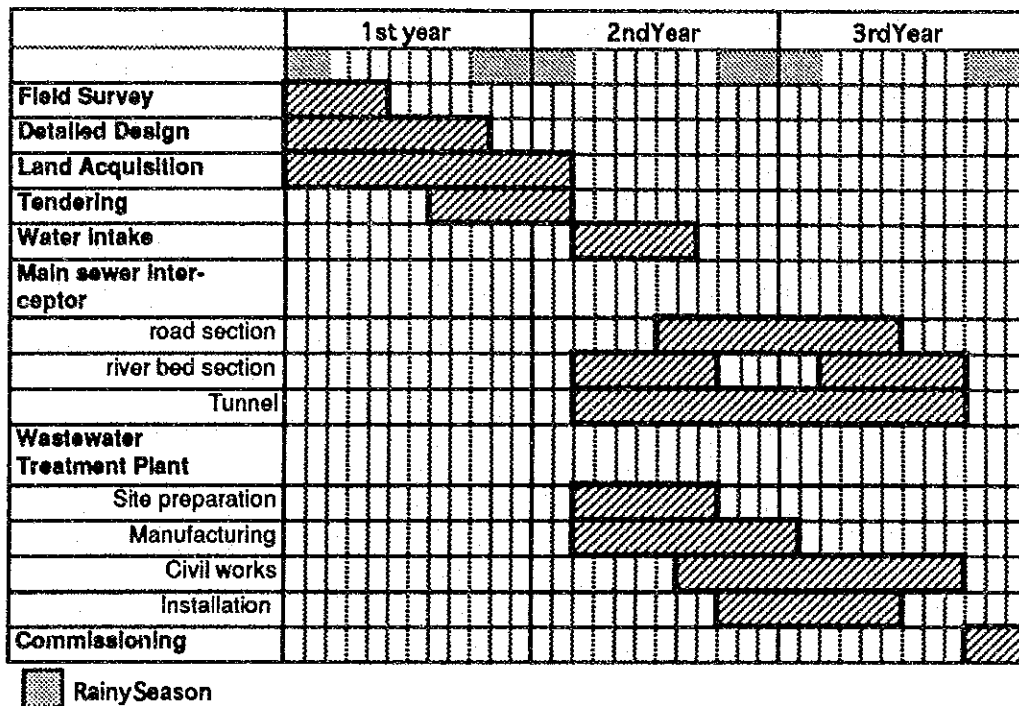


図3.6 優先プロジェクトの実施工程

### 3.7 必要組織

SAMAPAにある4つの局のうち、Engineering and Project局（GIP）は優先プロジェクトの実施段階を担当し、Operations and Maintenance局（GOM）は完成した施設の運転と維持管理を担当することになる。

GIPは実施段階で数名の職員の増強が必要となろう。GOMの中に、既存および新設の下水道施設の運転と維持管理を担当するための部を創設する必要がある。

これらの下水道施設の運転・管理には相応の技能が必要なので職員の訓練が非常に重要である。当局はそのためのプログラムを準備する必要がある。

### 3.8 社会経済評価

現在、処理場用地とその近傍（下流）の農耕地はラバス市への野菜や花類の供給源の1つとなっている。このサイトが処理場用地に転換された後は、この場所で生産されていた分は下流域の農耕地で生産されることになると考えられる。これらの下流の農耕地は作物供給源としての地位が高められることになろう。

優先プロジェクトによる建設工事は地域経済を刺激すると考えられる。建設分野の市場に1単位の投資が行われると、地域経済に2.06単位の投資効果が生ずる。内訳は建設部門への直接的経済効果として1.0単位、他の経済部門への間接的効果として1.06単位である。

経済的内部収益率（EIRR）を指標として優先プロジェクトの経済的評価を試みた。環境条件の改善を経済的便益として定量化することは困難なので、アンケート調査により、水質改善のため市民が負担する意志のある金額を調査し、これに基づいて便益を計算した。その結果、EIRRはマイナスとなった。このように、当プロジェクトは経済的見地からは成り立たないかもしれない。したがって当優先プロジェクトは生活に必要な環境上の基本的要件を満すという見地から考えられるべきである。

### 3.9 環境評価

優先プロジェクト実施後の環境影響は以下のように要約される。

- 処理場下流域の河川水の水質改善は河川水をかんがい用水として利用することに貢献する。
- 汚濁した河川水をとって処理場に送ることにより取水点下流ではBODが減少し、保健衛生および美観上の条件が改善される。
- 処理場の稼働開始の数年後に、沈殿池にたまった下水汚泥の運搬・処分を開始する必要がある。その時まで最終処分場の位置決定と準備を済ませる必要がある。

- 一 取水施設や他の施設は、河川流を妨害することがないように設計されているが、常時の点検と適正な維持管理を行う必要がある。
- 一 野生生物への影響は小さいと考えられる。
- 一 汚水処理場の出現による景観への影響は、処理場を見渡せる場所が限られているのでごく小さいと考えられる。
- 一 Choqueyapu川の取水点より下流では、BOD濃度は減少するが、Cotahuma川とOrkojahuira川のSSをコントロールしない限り、SS濃度は増加する。したがって、これら支流域の土壌侵食の防止と無秩序な人間活動の規制が必要である。
- 一 汚濁した河川水を迂回させるため、南部地区での悪臭は相当程度減少する。但し、川への固型廃棄物の投棄を取り締ることが条件となる。

### 3.10 財務評価

優先プロジェクトへの資金投資は、低利融資の場合でもSAMAPAの財政に大きな負担となろう。当プロジェクトが外国からの融資またはグラントのいずれで実施されるにせよ、現在の下水道サービス料金を融資のケースで約220%,グラントのケースでも約52%引き上げなければ財務的な安全性を図れない。この料金値上げは低所得層の市民には重い負担となるかもしれない。当プロジェクトを成功裏に実施するには、責任機関が最大の努力を払って受益者の理解と低コストの資金を得る必要がある。





#### 4. 提言

- 必要とされる投資額を考えると、提案されたプロジェクトをSAMPAの財政能力のみで実施することは現実的ではない。しかし、中央政府がSAMAPAを強く支援することは可能と考えられる。中央政府がこの可能性を検討することを提言する。
- 市民が水質汚濁の改善の必要性とそのためのコストを受益者が公平に負担することの必要性を理解することが非常に重要である。そのため責任機関は、市民の理解を深めるとともに、低コストの資金を得るよう最大の努力をすることが必要である。
- 工場排水規制を排水量の大きい事業者にできるだけ早く執行すること、新規開発地域では独自の廃水処理施設の設置を義務づける新規則を確立することを提言する。また、固型廃棄物の投棄の規制について、責任機関が引き続き努力することを提言する。
- 提案したプロジェクトの実施により河川の水質は相当程度改善される。しかし、この改善でも下流域で生野菜を生産するためのかんがい用水としては十分ではない。下流域で生野菜を生産する場合は、地下水など適切な水源を開発するための調査を行うことを提言する。
- 水質汚濁対策に係るラバス市の組織は十分ではないので早急に補強する必要がある。市役所では関係部局の能力を強化すべきである。また、下水道の整備、運転および管理のため、SAMAPAの組織を少なからず強化する必要がある。
- 南部地区では、汚水を最大限污水管に集められるよう、污水管と雨水管の誤接続を改正し、污水管システムの機能を再生する必要がある。
- ラバスで考えられている他の水質改善方法（例えばダム放流水による希釈など）の可能性についても調査してみる価値はあると考えられる。

JICA