

## 5. 環境監視

### 5.1 目標と戦略

環境監視は、以下に示すようなブーノ内湾の環境行政上の様々な目的のために実行されなければならない。

- 環境を定量的かつ定性的に評価する。
- 環境悪化に関する問題点を明らかにする。
- 問題への適切な対応を検討する。
- 問題への対応が生み出す効果を監視する。
- 問題への対応が生み出す予期せぬ逆効果の有無を監視する。
- 市民の意識を喚起し、理解と協力を求めるために、明確な資料を基にして、市民に問題を伝える。
- 合理的な資料を基に、汚濁発生源に対する排水規制をかける。
- ある開発計画・事業がもたらす環境影響を予測する。

以上の目的を達成するために、環境監視プログラムを以下の戦略を基に策定した。

- 監視プログラムは二つの部分からなる。一つは工場、作業場、屠殺場あるいは汚水処理施設からの排水に関する監視、もう一つは湖水や雨水排水路等の水域に関する監視である。
- 湖水の監視指標は2種類に大別され、一つは物理・化学的条件であり、もう一つは生物学的条件である。
- 一定期間の傾向および年・季節・月・日の平均や変動を把握するために、監視は定期的を実施すべきである。
- 水質基準および排水基準に関する法規に従って、監視指標を選択・評価すべきである。
- 監視方法は、DIGESA あるいは CEPIS のようなしかるべき機関により標準化すべきである。
- 労力や資金の浪費を避けるために、関係機関は他の機関と連携し、分析室、調査・分析機器、専門技術および労力を共有すべきである。

- PELT の分析室は、本調査を通じて水質・底質のサンプリング・分析技術および機器が整備されたため、サンプリングおよび分析を中心となって行うべきである。PELT の現有能力で分析不可能な指標については、しかるべき機関に分析を依頼すべきである。
- 監視結果は蓄積、編集、統計処理を行ったうえで、環境行政の責任機関を通して公表されるべきである。

## 5.2 提案

### (1) 排水監視プログラム

監視対象:	食品および食品加工業(4事業所) 屠殺場(1事業所) エスピナル汚水処理場(1事業所)
監視頻度:	工場 / 屠殺場: 2回/年 エスピナル汚水処理場: 12回/年(表 II.5.1 参照)
監視指標:	表 II.5.2 参照

### (2) 水域監視プログラム

#### 1) 物理・化学的条件

##### a. 監視地点

##### 湖水

監視地点は図 II.5.1 に示すとおりであり、2種類に分類される。一つは内湾から外湾にかけての長軸方向の水質状況を把握するための主地点であり、他は局地的な水質を把握するための補足地点である。底質の指標についても水質と同様に重要である。

##### 雨水排水路

図 II.5.2 に示すように、流出負荷量の規模を基に5排水路を選定した。

##### b. 監視頻度

サンプリングの頻度は表 II.5.1 に示すとおりである。

c. 監視指標

監視対象の物理・化学的指標は表 II.5.2 に示すとおりである。

2) 生物学的条件

a. 監視地点

監視地点は図 II.5.1 に示すとおりである。

b. 監視頻度

サンプリングの頻度は表 II.5.1 に示すように定める。

c. 監視指標

- 底生生物
- 動物プランクトン
- 植物プランクトン
- 沈水大形植物

5.3 運営組織

(1) 担当組織

- PELT (チチカカ湖二国間特別プロジェクト)
- DIGESA (保健省環境衛生総局)
- UNA (国立アルティプラーノ大学プーノ校)

(2) 監視要員

環境監視に必要な要員を以下のとおりとする。

担当	要員数	備考
主任	1 人	
分析技師	3 人	2 化学士, 1 生物学士
分析助手	4 人	
人夫	1 人	

## 5.4 事業費

投資および運営・維持管理に必要な費用は以下に示すとおりである。

- 追加的な投資額:	S/.246,000 ソース
- 運営・維持管理費用:	S/.182,810 ソース/年
総費用	5,034,300 ソース (IGVを含まず)

表 II.5.1 環境モニタリングの頻度

Item	Water Pollution Sources			Water Environment			Biological Conditions
	Workshop / Slaughter House	Wastewater Treatment Plant	Lake Water	Lake Sediment	Drainage Channel	Lake Water / Sediment	
Number of Monitoring Points (point)	5	1	7 (main), 5 (supplem.)	12	5	16 (benthos), 8 (zoo/phyto plankton), 1 (macrophytes)	
Frequency of Monitoring (time/year)	2	12	12 (main), 6 (supplem.)	2	12	4 (benthos), 2 (zooplankton), 6 (phytoplankton), 1 (macrophytes)	
Number of Sampling Times (time/survey)	1	1	1 (upper and lower layer)	1	3	1	
Total Number of Samples (sample/year)	10	12	228	24	180	64 (benthos), 16 (zooplankton), 48 (phytoplankton)	

表 II.5.2 環境モニタリング指標

Parameter	Water Pollution Sources			Water Environment			Drainage Channel
	Workshop / Slaughter House	Wastewater Treatment Plant	Lake Water	Lake Sediment	Drainage Channel	Lake Water / Sediment	
Temperature	0	0	0		0		0
Transparency	0	0	0		0		0
pH	0	0	0		0		0
ORP	0	0	0		0		0
DO	0	0	0		0		0
SS	0	0	0		0		0
BOD <sub>5</sub>	0	0	0		0		0
COD <sub>Mn</sub>	0	0	0		0		0
Moisture content							
Ignition Loss							
T - N (Kj-N)	0	0	0		0		0
NH <sub>4</sub> - N	0	0	0		0		0
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> - N	0	0	0		0		0
PO <sub>4</sub> - P	0	0	0		0		0
T-P	0	0	0		0		0
Total Coliform	0	0	0		0		0
Flow Rate Measurement	0	0					
Biological Conditions (Benthos)							
Biological Conditions (Phyto/Zoo Plankton, Macrophytes)			0				

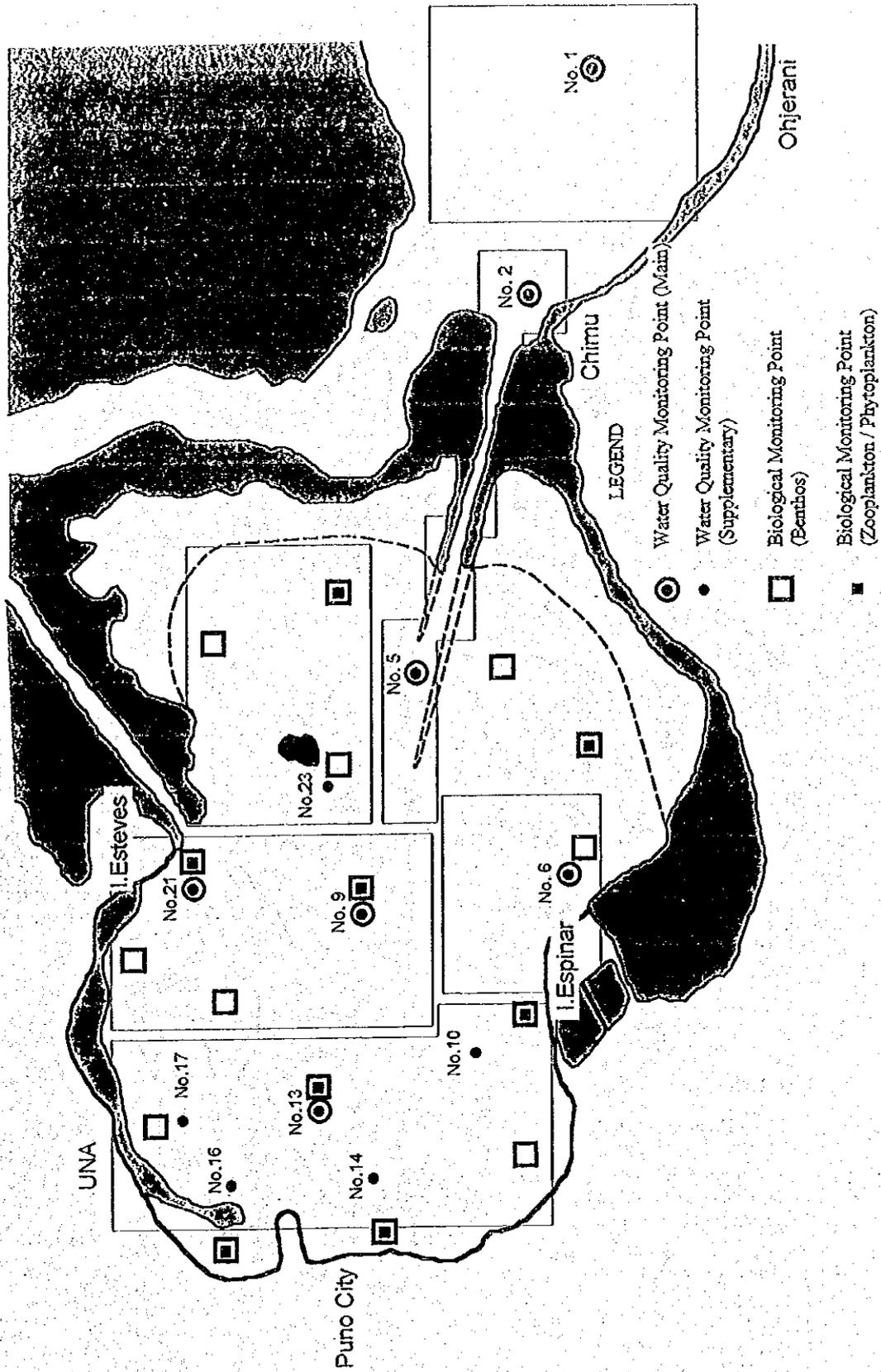


図 II.5.1 プーノ内湾における環境監視地点

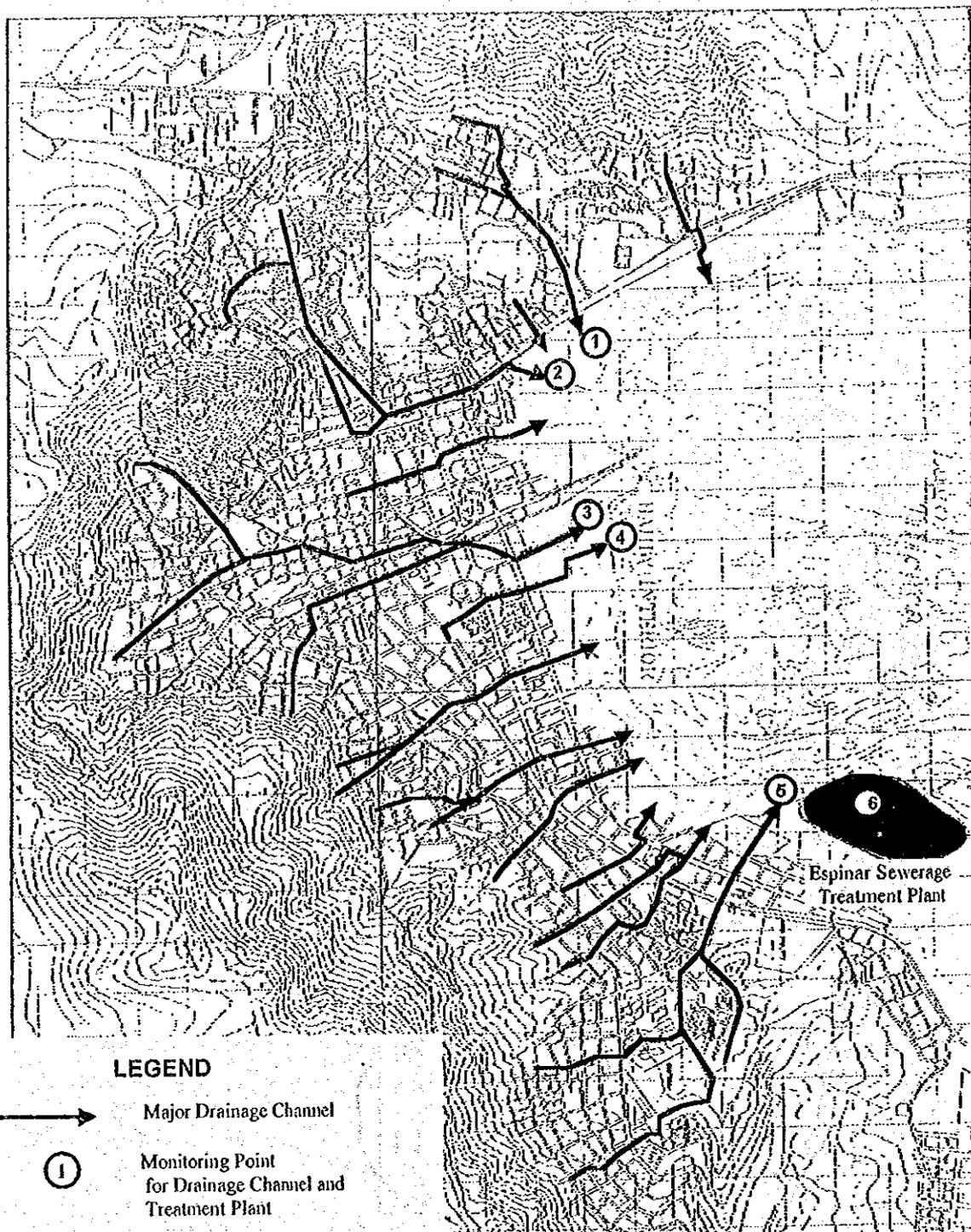


図 II.5.2 雨水排水路における環境監視地点

## 6. 計画実施プログラム

総合計画の実施プログラムは、表 II.6.1 に示すようにまとめられる。総合計画で提案された構成要素の中で、下水道システムの改善、固形廃棄物処分および環境監視をプーノにおける最優先プロジェクトとして実施する。

水質改善事業は、まず外部汚濁負荷の削減から始める。特に、生活系および商業系の排水が汚濁負荷の主要発生源であるプーノ市においては、下水道システムの改善が最も効果的な方法である。

散乱廃棄物の除去は、さらなる投棄を防止し、かつ市民意識を高めるために、早急に実施する。最も重要な対策として、最優先で廃棄物の収集率を高めねばならないが、厳しい財政事情からゆっくりとした段階的整備を図る必要がある。衛生埋立方式を適用することは、多額の投資が必要であるが、DIGESA 指針が発効するとすぐに衛生埋立の適用を求められることになる。

レムナの除去は、少なくとも 2008 年まで継続する。その時には、下水道システムの改善事業により湖水の水質が改善していることが期待される。たとえレムナがかなり減少しても、市民意識を高め続けるために、市民参加方式でレムナの除去を継続すべきである。覆砂は、外部汚濁負荷対策が所定の効果を発揮しなかった時に実施する。トラの再生は、特別な機材あるいは多額の投資を必要としないため、早急に着手できる。

構造的対策の他に、総合計画に関する市民意識および理解を形成するために、非構造的対策をできるだけ早く着手する。市民の意識と理解は、構造的対策を促進していくために不可欠である。

環境監視は、最優先課題としてまず第一に実施する。それは総合計画の質の高さを保証することになる。

表 II.6.1 プーノ内湾水質汚濁対策総合計画実施スケジュール

Measures	Proposed Plan		Priority	Year																									
	Component			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
External Pollution Load Reduction	Sewerage Systems	Sewer Expansion	1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Systems	WWTs Improvement	1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Sanitary Toilet		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Solid Waste Management	Urban Drainage		3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Removal of Illegally Dumped Wastes		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Increase of Collection Rate		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
In-Lake Management	Expansion/Upgrade of Final Disposal Site		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Removal of Lemna		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Cover of Bottom Sediment		4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Non-Structural Measures	Replanting of Titora		3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Environmental Education & Campaign		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Citizen's Participation		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Environmental Monitoring	Institutional Strengthening		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Land Use Management		3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Livestock Farming Management		4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Regulation of Effluents		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Environmental Monitoring		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

█ Construction  
 █ Operation

## 7. 総合計画の実施組織

総合計画を合理的かつ効果的に実施するために、以下の組織を選任することが望ましい。

### (1) 総合的管理および調整

適任組織： INADE/PELT, 多分野委員会

任務： 政策・戦略の策定、意志決定、資金調達および各構成プロジェクトの調整。

### (2) 構成プロジェクトの実施および管理

#### 1) 下水管網の拡張整備 / 汚水処理システムの改善

EMSAPUNO

#### 2) 衛生便所

- 堅穴便所の設置指導： 保健省、プーノ市
- 汚泥除去： EMSAPUNO

#### 3) 都市排水

プーノ市

#### 4) 不法投棄廃棄物の除去

- 実施： プーノ市民
- 調整： プーノ市、多分野委員会、NGO

#### 5) 廃棄物収集率の向上 / 最終処分場の拡張および改良

プーノ市

#### 6) レムナの除去

(2008年まで)

- 実施： プーノ市

(2009年以降)

- 実施： プーノ市民
- 調整： プーノ市、多分野委員会、NGO

7) 湖底泥の被覆 / 葦(トトラ)の再生

PELT

8) 環境教育およびキャンペーン / 市民参加

プーノ市、多分野委員会、NGO

9) 組織強化

- 実施: 各事業実施機関
- 統合/連携の調整: 多分野委員会

10) 土地利用管理

プーノ市

11) 畜産業管理

プーノ市、農業省

12) 排水規制

保健省 (DIGESA)

13) 環境監視

PELT, DIGESA, UNA

8. プロジェクト費用

2025 年までの各構成プロジェクトの年間費用を表 II.8.1 にまとめた。すべての費用は 1998 年価格に基づいており、物価上昇は考慮していない。また、費用に IGV(売上税)は含まれない。



### 第 III 章 フィージビリティスタディー

## 第 III 章

### フィージビリティー スタディー

#### 1. F/S対象プロジェクトの選定

##### 1.1 プロジェクトの選定

プーノ湾総合汚染対策計画(以下、本計画とする)において、それぞれの対策の順位付けを以下のように行った。

- 1<sup>st</sup>: 下水処理システムの改善
- 2<sup>nd</sup>: 廃棄物処理システムの改善
- 3<sup>rd</sup>: 都市雨水排水処理システムの改善
- 4<sup>th</sup>: 直接浄化(底泥の覆砂、レムナの除去、トラの回復)

下水道網に関しては、F/Sが既に行われドイツ政府が援助をすることとなっている。

従って、本計画では 2008 年を目標年次とした廃棄物処理システムの改善をF/Sの対象事業と選定した。

##### 1.2 F/Sの内容

###### 目標と戦略

- 1) 対象年次を 2002 年～2008 年とする。
- 2) 対象計画を廃棄物の収集計画、運搬計画、埋立計画とする。
- 3) 収集計画、運搬計画の内容は収集ルートの設定、収集車輛配置とする。
- 4) 埋立計画の内容は埋立地建設計画と覆土計画とする。

## 2. 設計

### 2.1 廃棄物収集

#### (1) 検討対象の計画

第II章のマスタープランにある最適の3代替案のうち、2025年を最終目標年として機材および人員を増加させるA-1案を基本とする。

#### (2) 収集計画量

##### 1) 収集率の改善

現在の収集率は52%であり、1.8%/年の増加率で2025年までには100%の収集率となるよう計画する。

##### 2) 発生量と収集量の比較

表 III.2.1 は廃棄物の発生量および収集量を示す。

表 III.2.1 廃棄物の発生量と収集量

		1998	2002	2008	2025
発生量	家庭	35.69	41.34	51.00	83.65
	商業	4.36	4.33	4.27	4.13
	市場	3.59	3.60	3.60	3.60
	道路清掃	23.27	24.70	27.02	34.77
	直接搬入	1.50	1.59	1.74	2.24
	計	68.41	75.56	87.63	128.39
収集量	収集量 (t/d)	35.50	44.10	60.07	128.39
	収集率 (%)	52	58	68	100

Source : JST

(3) 収集車輛の調達計画

収集車輛の必要台数

表 III.2.2 には、収集車輛の必要台数と運搬能力を示す。

表 III.2.2 収集車輛の必要台数と運搬能力(2002年～2008年)

		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
2025年 100%	毎 車	12m <sup>3</sup> コンパクター	1	1	1	1	1	1	1
		同上(既存)	1	1	1	1	-	-	-
		4m <sup>3</sup> コンパクター	1	2	2	2	4	4	5
		同上(既存)	2	2	2	2	2	2	2
		6.8m <sup>3</sup> ダンプトラック	1	1	1	1	1	1	1
		5t ダンプトラック	2	2	2	2	1	1	1
	合計(台)	8	9	9	9	9	9	10	
	追加収集能力(t/d)	22.6	28.0	28.0	33.4	38.8	38.8	44.2	
	既存収集能力(t/d)	34.4	34.4	34.4	17.2	17.2	17.2	17.2	
	全収集能力(t/d)	57.0	62.4	62.4	50.6	56.0	56.0	61.4	
	目標収集量(t/d)	42.51	44.84	47.24	49.88	52.61	55.41	58.33	
	直接搬入量(t/d)	1.59	1.62	1.64	1.67	1.69	1.72	1.74	

本調査結果による

(4) 人員計画

2008年までの人員計画を 表 III.2.3 に示す。

表 III.2.3 人員計画

担 当	1999	2002	2003	2004	2005	2006	2004	2008
	現況							
主 任	1	1	1	1	1	1	1	1
監 督	4	4	4	4	4	4	4	4
秘 書	2	2	2	2	2	2	2	2
職 長	3	3	3	3	3	3	3	3
運 転 手	5	8	9	9	9	9	9	10
助 手	20	24	30	30	36	42	48	53
清 掃 人	60	76	76	76	76	76	76	76
三輪車運転手	6	5	5	5	5	5	5	5
作業補助	6	0	0	0	0	0	0	0
埋立処分場	1	6	6	6	6	6	6	6
計	108	129	136	136	142	148	154	160

100% 収集が 2025 年に達成されるとした。

## 2.2 埋立地

### (1) 計画埋立量

表 III.2.4 中に 2025 年までの埋立地の必要容量と処分場の計画地を示す。

表 III.2.4 埋立処分場の必要容量

	廃棄物発生量 (直接搬入分 を含む)	日搬入量	年搬入 量	廃棄物 埋立量	覆土量	必要容積	累積必要 容積
	t/日	t/日	t/年	m <sup>3</sup> /年	m <sup>3</sup> /年	m <sup>3</sup> /年	m <sup>3</sup>
1998	68.41	35.49	12,954	18,506	4,626	23,131	23,131
2008	87.63	60.07	21,926	31,322	7,829	39,152	236,252
2025	128.39	128.39	46,862	66,946	16,734	83,680	1,269,933



## (2) 埋立地建設計画

表 III.2.5 施設計画

処分場の名称		市所有地 (第1)	市所有地 (第2)	本調査提案地	計	備考
面積 (m <sup>2</sup> )		19,100	22,300	22,400	63,800	
容積 (m <sup>3</sup> )		85,000	106,500	107,100	298,600	
築堤	材料	Soil	Soil	Soil	—	
	堤高	5.0 m (ave.)		4.5 m (ave)	—	
幅		7.0		7.0	—	
法面勾配		V:H=1:2		V:H=1:2	—	
浸出水収集管						
主管	φ 250 (m)	360	300	240	900	
枝管	ぐり石暗渠 (m)	340	450	450	1,240	
浸出水処理方法		循環			—	
循環量 (m <sup>3</sup> /d)		1,039 (784)	2,253*1 (1,699)*1	1,219 ( 919)	—	20年最大 (20年平均)
沈砂タンク (m <sup>3</sup> )		6,800 (1,300)	14,600 (2,700)	8,000m <sup>3</sup> (1,500)		20年最大 (20年平均)
取付道路	幅	8.0m			—	
	舗装	碎石			—	
	場内距離	300m		1,350m	1,650m	
環境監視システム		監視井 4本 10m, φ 150		監視井 4本 10m, φ 150		
しゃ水汚土 圃	面積 (m <sup>2</sup> )	14,800	17,600	14,800	47,200	
	容積 (m <sup>3</sup> )	22,200	26,400	22,200	70,800	

(3) 必要機材

処分場にはブルドーザ、バックホー、ダンプトラック、トラックスケール、発電機が必要である。

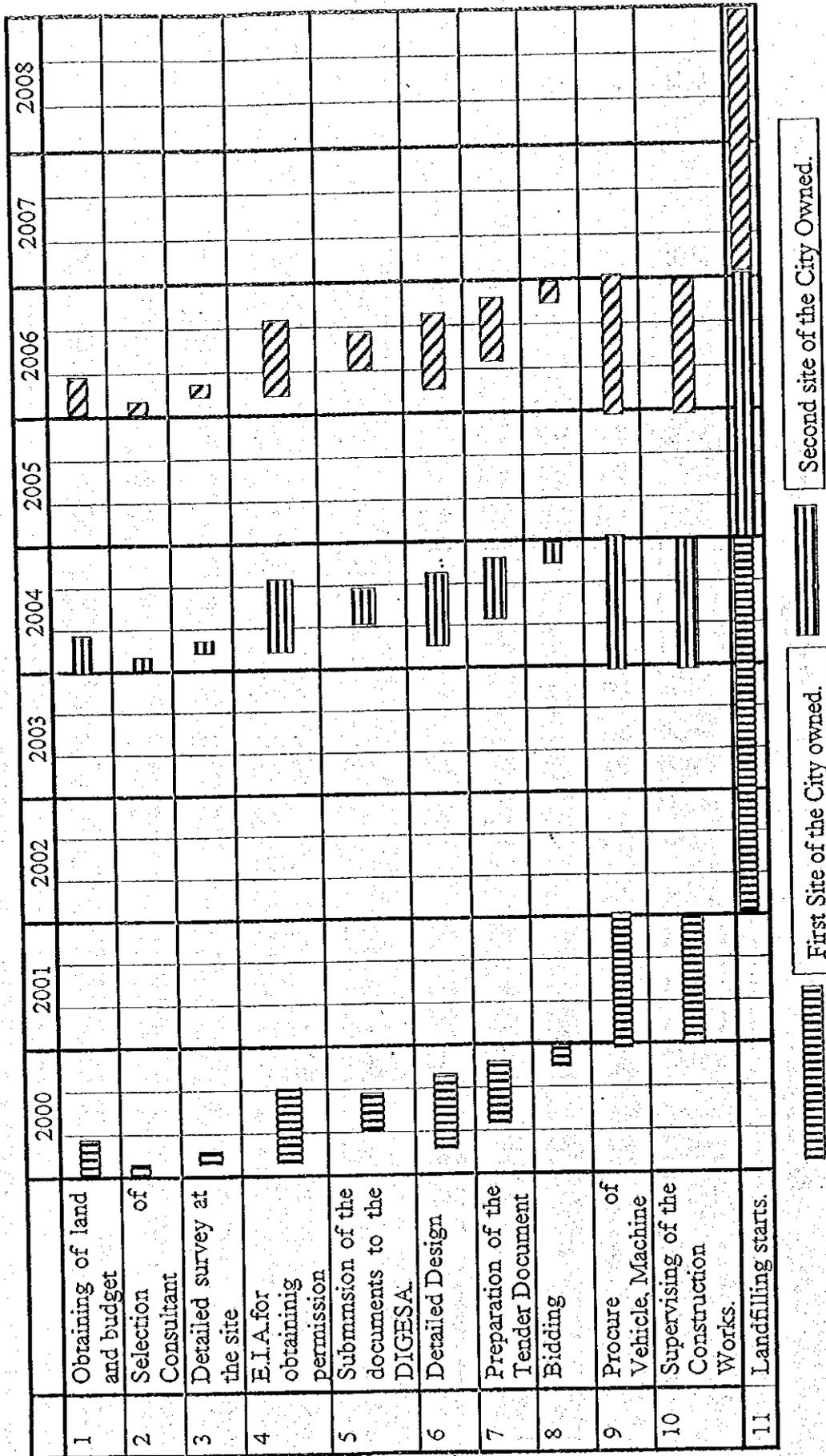
(4) 人員計画

表 III.2.3 で示すように 2002 年後、埋立地では 6 人の作業員が必要となる。

3. 実施計画

埋立地建設のためには、準備期間として 1 年間が必要となる。そのため、建設は 2001 年から開始するものとする。図 III.3.1 に実施プログラムを示す。

図 III.3.1 事業実施計画



## 4. プロジェクト コスト

### (1) プロジェクト コストの計算条件

メインレポートを参照

(2) 建設費	9,113,000 ソーレス
1) 直接工事費	7,527,000 ソーレス
2) 土地取得費	22,000 ソーレス
3) 設計・調査費	377,000 ソーレス
4) 予備費	1,187,000 ソーレス
(3) 機材調達費	3,738,000 ソーレス
1) 収集・運搬車輛	1,985,000 ソーレス
2) 重機とダンプトラック	1,753,000 ソーレス
(4) 維持管理費	9,682,000 ソーレス
1) 収集・運搬	6,900,000 ソーレス
2) 埋立地	2,782,000 ソーレス
総合計	22,533,000 ソーレス (IGV は含まず)

## 5. プロジェクト評価

### 5.1 技術面

#### (1) 収集・運搬

収集・運搬エリアを拡大する計画について、以下にまとめる。

廃棄物処分サービス拡大前(1998)と拡大後(2008)の比較

	1998	2008	備考
廃棄物1トン当たりの処分費用	73.3 ユーレス/トン	62.0 ユーレス/トン	20%の減少
市職員1人当たりのサービス人口	525 人	889 人	70%の増加
収集車量1台当たりのサービス人口	14,313 人	15,800 人	10%の増加
廃棄物収集の総トリップ数	8 トリップ/日	25 トリップ/日	

(2) 埋立地

表 III.5.1 では、既存の埋立地と次期埋立地の状況を比較する。

表 III.5.1 埋立地の現況と将来計画の比較

	項目	現況	計画地の状況
施設	築堤	土堤	ガイドラインに従って、土堤で計画
	表面流出雨水の排水路	素堀側溝を設置	素堀側溝を計画
	浸出水の収集管	なし	φ250 HDPE 管×2 ルートの設置を各処分場に計画
	ガス抜き	閉鎖した処分地についてはガス抜き管を設置。供用中の処分地には未設置。	ガイドラインに沿って、設置を計画
	粘土を用いた処分地底部の不透過層	なし	ガイドラインに沿って、厚さ1.5mの不透過層を計画
	浸出水の処理	なし	ガイドラインに沿って設計された循環システムの採用
	フェンス	設置済み	高さ1.8mのフェンス設置を予定
	管理棟	なし	廃棄物搬入量を計測するため、200 m <sup>2</sup> of の管理棟を計画
	トラックスケール	なし	30 ton のトラックスケールの設置を計画
	監視井	なし	各処分地について4本の監視井を計画
運転	覆土	1回/3か月の頻度で実施	即日覆土および最終覆土を計画
	最終覆土	実施	実施する計画

## 5.2 財務面

### 1) 財務面での実施可能性の検討結果

第 II 章のマスタープランでは、プーノの廃棄物処分に関する収入を増やすために以下の3ケースが推薦された。

ケース6: 調査設計費はペルー国中央政府の補助によりカバーされるという前提で、廃棄物処分料を 48 ソレス/戸/年に値上げし、かつ環境利用料を新設して 1.4 ドル/日/人とする場合。

ケース7: 調査設計費はペルー国中央政府の補助によりカバーされるという前提で、廃棄物処分料を 64 ソレス/戸/年に値上げし、かつ環境利用料を新設して 1.1 ドル/日/人とする場合。

ケース8: 調査設計費および重機、収集車両等の調達費はペルー国中央政府の補助によりカバーされるという前提で、廃棄物処分料を 48 ソレス/戸/年に値上げし、かつ環境利用料を新設して 1.2ドル/日/人とする場合。

これらのケースの実施可能性については、すでにマスタープランにおける 2025 年までの長期目標の事業について解析した。ここでは、フィージビリティスタディの対象となる 2008 年までの短期目標の緊急事業についても、上記のケースに基づいて実施可能性を検討する。検討結果は表 III.5.2 に示すとおりである。

表 III.5.2 財務的な実施可能性の検討結果

	廃棄物処分料金	環境利用料金	FIRR
	ソレス/戸/年	ドル/日/人	%
ケース 6	48	1.4	0.7
ケース 7	64	1.1	1.3
ケース 8	48	1.2	15.4

以上の検討結果より、以下のことがいえる。

- ケース 6 では、F/S 対象の緊急事業で FIRR を 7%以上にするには、環境利用料を高くする必要がある。
- ケース 7 では、F/S 対象の緊急事業で FIRR を 7%以上にするには、環境利用料を高くする必要がある。
- ケース 8 では、FIRR が 7%を超えており妥当なように見えるが、P/L(損益)はマイナスの値である。F/S 対象の緊急事業で P/L をプラスにするには、環境利用料を高くする必要がある。

## 2) 財務計画

### a. 受入可能な財務計画に関する検討

表 III.5.3 実施可能な組み合わせ

	廃棄物処分料金	環境利用料金	FIRR	P/L	収支
	ソール/戸/年	ドル/日/人	%	千ソール	千ソール
ケース 9	48	2.1	13.6	9	1,466
ケース 10	64	1.8	14.2	214	1,670
ケース 11	48	1.4	21.1	140	1,596

- \*1: ケース9および10では、調査設計費はペルー国中央政府の補助によりカバーされる。  
 \*2: ケース11では、調査設計費および重機、収集車両はペルー国中央政府の補助によりカバーされる。  
 \*3: P/L は、事業実施によりもたらされる利益と損失の差を現す。

表 III.5.3 の分析結果に基づいて、ケース 9、10、および 11 が 2008 年を目標年度とする緊急事業の財務計画として提案可能なものである。その理由は以下に示す。

- 理由 1: FIRR が7%を上回る。  
 理由 2: P/L がプラスである。  
 理由 3: プーノでの宿泊費と比較して、環境利用料の 1.4 - 2.1ドル/日/人は受認可能と考えられる。

#### b. 財務計画

上述の各ケースは、異なる条件下ではそれぞれ有利な面があることを以下に示す。

ケース 9: もし観光客よりプーノ市民の方が優先され、機材への補助がない場合にはケース 9 が最適な財務計画となる。

ケース 10: もしプーノ市民より観光客の方が優先され、機材への補助がない場合にはケース 10 が最適な財務計画となる。

ケース 11: もし調査設計費、機材への補助がある場合には、ケース 11 が最適である。

ケース 9, 10, 11 を実行する場合に重要な点がいくつかある。:

ポイント1: 廃棄物収集料金の徴収率を現行の 48%から毎年 1.46%ずつ上げるべきである。これは、プーノ市の廃棄物管理の基本を変えることなく、実行できる。

ポイント2: 現行の収集料の値上げは法規的に明確にすべきである。

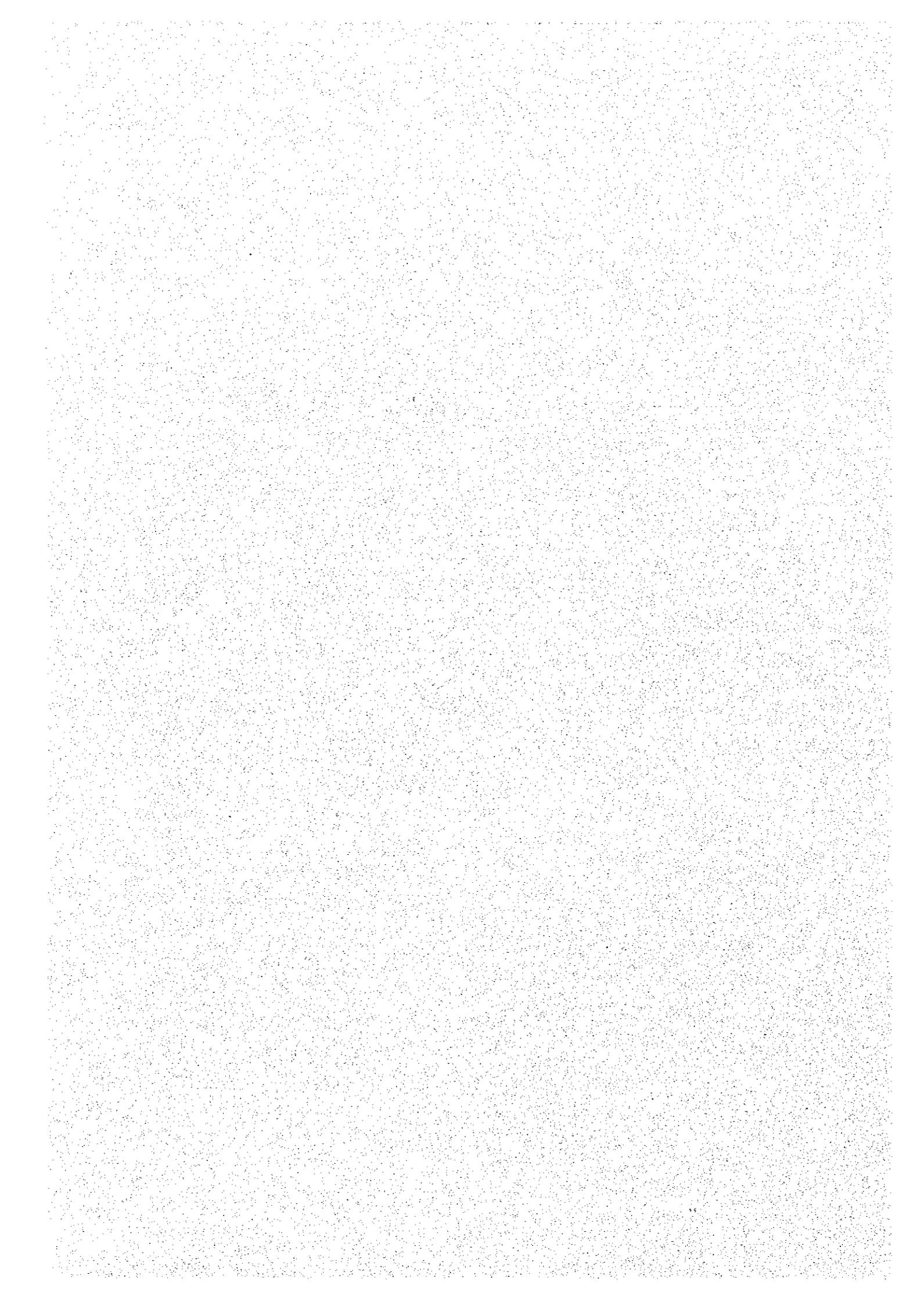
ポイント3: 現行の収集料の値上げは、事業の準備段階から市民へ十分に告示する必要がある。

ポイント4: 収集料の値上げが低所得者世帯に与える影響を緩和するため、しかるべき方策が考慮されるべきである。例えば、プーノ市を高所得者地区と低所得者地区に分け、高所得者に対してはより高い値上げ率が適用されるべきである。

ポイント5: 環境利用料の導入に際しては、法規に既定するとともにプーノ市内のホテルに告示されなければならない。

ポイント6: 中央政府はチチカカ湖における観光業がもたらす価値や便益が環境改善に対して補助金を与える価値のあることを認識するべきである。

## 第 IV 章 結論と提言



## 第 IV 章 結論と提言

### 1. 総合計画の評価

#### 1.1 技術面

プーノ内湾の水質改善に取り組むことは大変な努力が要ることに間違いない。肝心なことは、運営や維持管理が簡単で、投資規模が小さく、環境改善に多大な効果があり、そして環境への弊害がない好ましい対策から着手することである。総合計画で提案されている対策は、これらの要件を満たすものである。本総合計画では、費用が高くなる場合には、先進的な技術を紹介していない。また、本計画ではプーノ内湾の環境のみ改善し、チチカカ湖全体に対してはかえって悪影響を与えるような技術は提案していない。

本計画では、必要な施設および機材の概念設計、費用積算、実施優先順位、そして資金計画を提供している。

#### 1.2 財務面

たとえ、各構成プロジェクトについては費用の不高くない妥当な技術を採用しても、多大な努力には多大な投資が必要となる。しかし、先の章で述べたように、プーノの地方政府財政状況は、本計画を実施するにはあまりにも深刻な状況である。仮にプーノの地方政府が最大限の努力で歳入を増やしたとしても、依然、中央政府からの強力な財政支援が不可欠である。

#### 1.3 経済面

経済的観点から総合計画を以下のように評価した。

本計画から生じる次のような様々な便益があるが、そのうちのいくつかについてはデータの入手可能性に応じて定量化できる。

- 環境の悪化により起こる疾病の減少
- 将来における飲料水の浄水費用の軽減
- 機会費用

もし、本計画が実施されなければ、プーノの環境は悪化する一方となる。その結果、チチカカ湖は汚れて、漁業は損害を受け、観光業は衰退することになる。その影響を現在の事業規模から推定した。

### 1) 漁業

プーノ漁業当局による 1998 会計年度の統計報告によると、プーノ郡の年間漁獲量は 586,127 kg (2,079 千ソール)であり、チュクイート郡では 638,028 kg (2,271 千ソール)であった。その漁獲量が、環境の悪化により 2025 年までに徐々に減少することになる。

はっきりとした予測がなされている訳ではないが、もし何の環境対策が講じられなければ (“without project”の場合)、プーノ郡およびチュクイート郡の漁獲高が 2025 年までにゼロになると想定される。

### 2) 観光業

プーノ観光当局による 1998 会計年度の統計報告によると、ホテルの種類別に観光客の数および平均滞在日数が報告されている。したがって、プーノにおける観光収入の主要部分であるホテル業収入の総額を推計することが可能である。総額は少なくとも 9,317,629 ソール/年に達する。はっきりとした予測があるわけではないが、もし何も環境対策が講じられなければ、年間総収入 9,318 千ソールが 2025 年までにゼロになると想定される。一方、もし本総合計画が受け入れられ、実施されれば現在の総収入は 2025 年まで減ることなく維持される。観光収入の減少を防ぐこと、あるいは現在の観光収入を維持すること、すなわち潜在売上額を生むことは本計画がもたらす経済的便益である。

### 3) 経済評価

Profit & Loss (損益) や EIRR (経済的内部収益率) という評価指標について推定したものを表 IV.1.1 に示す。これらの指標を用いて、本総合計画の経済的効率を評価した。評価結果は以下の表に示すとおりである。

この検討では、本総合計画における廃棄物管理事業に係る費用と収入は、ケース 1 (現行の処分料金 (32 ソール/戸/年) は据え置き、環境利用料は採用しない。表 II.3.11 参照) を基本としている。

表 IV.1.1 EIRR の算定結果

総費用	282,604 千ソール
総収入	428,693 千ソール
利益	146,089 千ソール
EIRR	15.2%

EIRR の値は、ペルー国における機会費用と考えられる10%より高く、累積利益はプラスである。したがって、本総合計画は経済的観点から実施可能であるといえる。

EIRR の感度を分析するために、費用と収入を以下のように変化させた。黒の太線で囲まれた組み合わせが EIRR10%を上回るため、実施可能といえるものである。たとえば、費用が計画より 10%増加しても、収入が計画どおりであれば、EIRR は 10.3%であり、本総合計画は依然実施可能である。

表 IV.1.2 本総合計画における EIRR の感度分析

(単位: %)

		費用											
		80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%	170%	180%	190%
収入	80%	15.2	9.4	5.6	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—
	90%	26.9	15.2	9.9	6.4	3.6	—	—	—	—	—	—	—
	100%	—	24.9	15.2	10.3	7.0	4.4	2.2	—	—	—	—	—
	110%	—	—	23.5	15.2	11.0	8.0	5.6	3.0	—	—	—	—
	120%	—	—	—	22.5	15.2	11.0	8.0	5.6	3.6	—	—	—
	130%	—	—	—	43.2	21.7	15.2	11.3	8.4	6.1	4.2	2.5	—
	140%	—	—	—	—	36.1	21.1	15.2	11.5	8.8	6.6	4.7	3.1

\*1 100% が総合計画の基本的条件であり、費用“90%”は費用が原計画より 10%削減されることを意味する。

## 1.4 環境面

本総合計画は、本質的にブーノ内湾の環境改善に貢献するものである。水質改善の程度は、外部負荷の削減率により評価した。図 IV.1.1、図 IV.1.2 および図 IV.1.3 によると、本計画の実施により以下の効果が期待される。

- BOD 負荷は目標レベルまで、すなわち 1970 年代以前のレベルまで減少する。その結果、ブーノ内湾の有機汚濁対策の改善目標は 2008 年までに達成され、その後も長期にわたり目標が達成され続ける。
- 窒素負荷は 2008 年までに目標レベルまで減少する。しかし、その後、何の対策も講じない場合に比べて、かなりの改善がみられ、外部負荷の総量は半減するものの、外部負荷の総量が増加し、2025 年には目標とする 1970 年代のレベルを超えることになる。もちろん、何の対策も講じない場合に比べて、かなりの改善がみられ、外部負荷の総量は半減する。
- リン負荷は 2008 年までに目標レベルまで減少し、その後も BOD 負荷と同様に良好な状態が長期にわたり続く。その削減効果は、下水対策と同時に家畜汚水対策によるところが大きい。

総合計画は計画、建設および運営の各段階において悪影響を生じる可能性があるが、すべての影響は小規模かつ一時的であり、受認レベルにまで緩和できると考えられる。

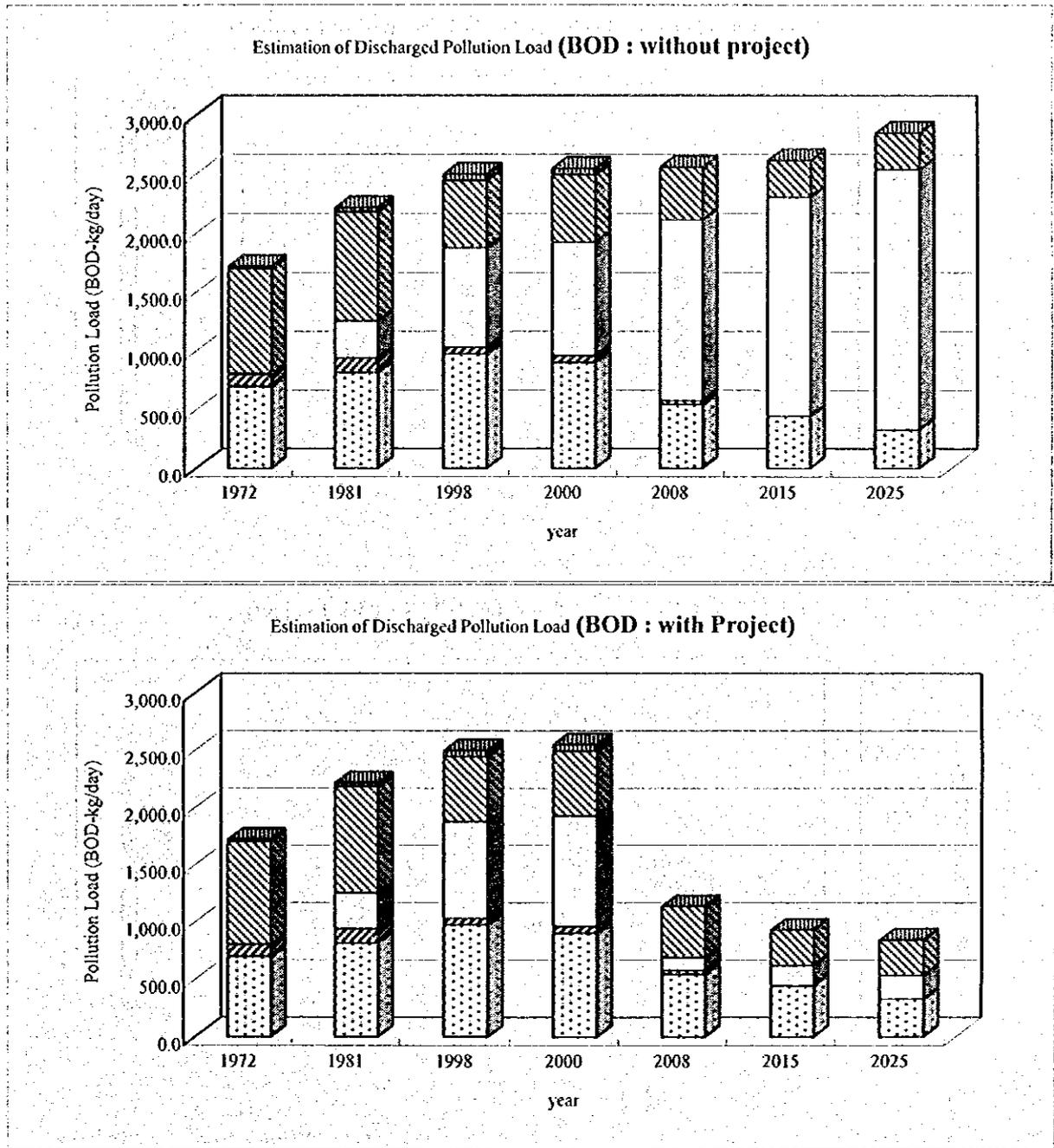
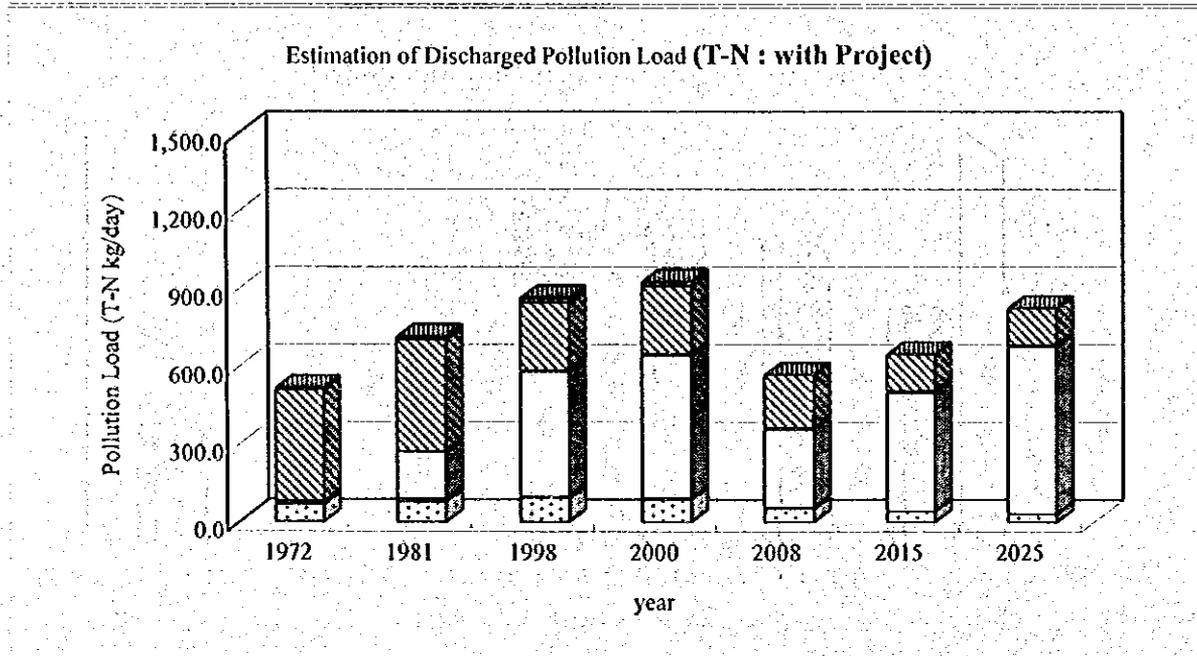
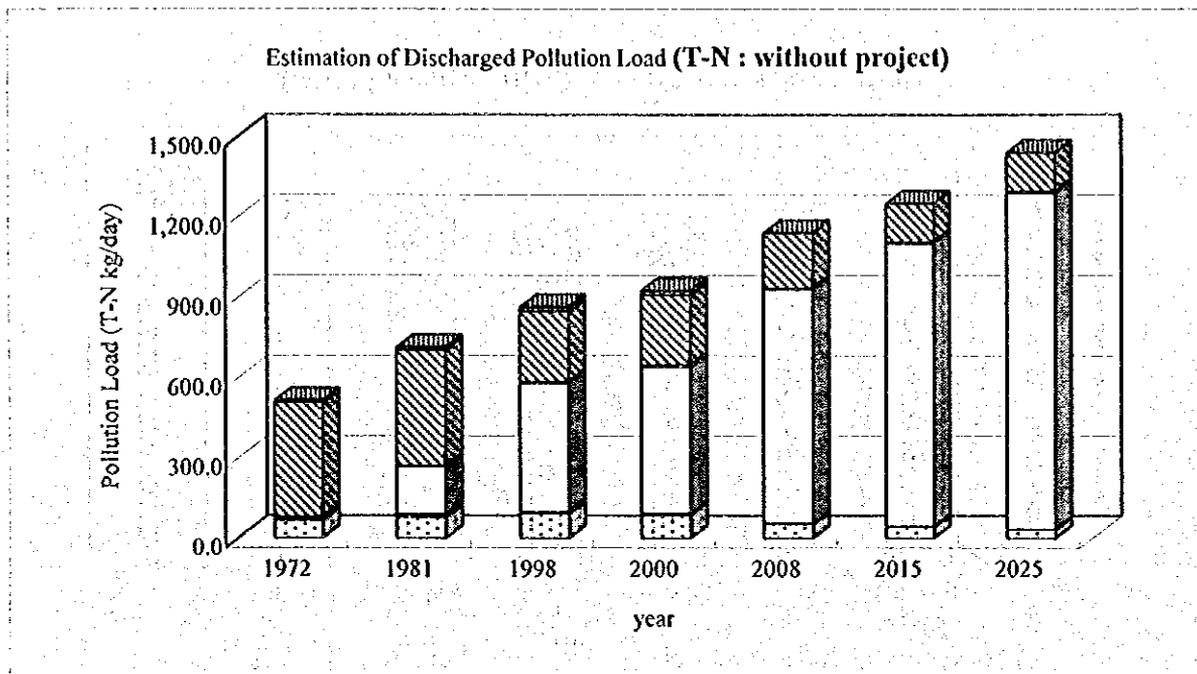


図 IV.1.1 総合計画による外部汚濁負荷削減量の予測 (BOD)



- Solid waste
- Livestock wastewater
- Agricultural wastewater
- Wastewater treatment Plant
- Commercial wastewater
- Domestic wastewater

図 IV.1.2 総合計画による外部汚濁負荷削減量の予測 (T-N)

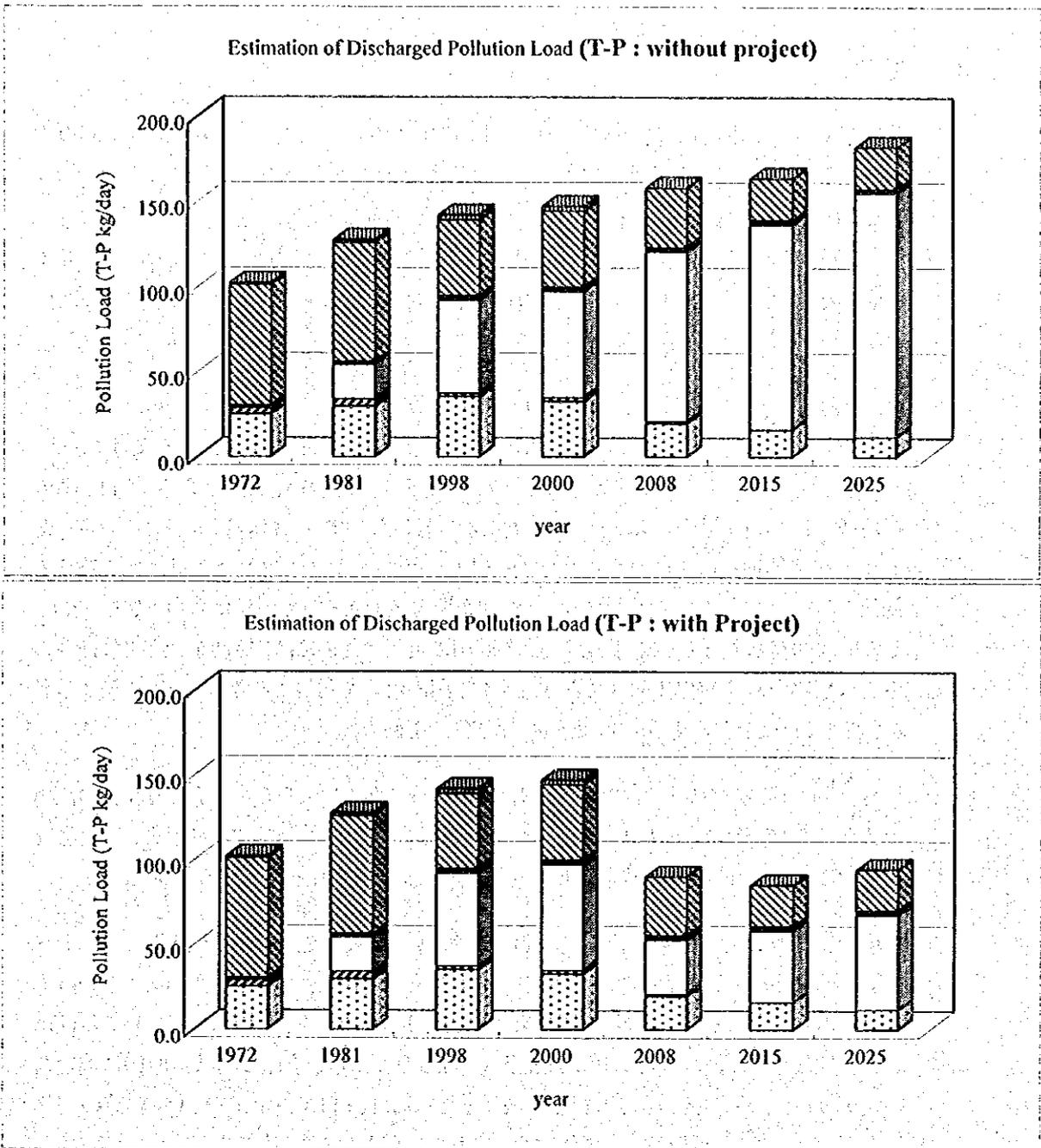


図 IV.1.3 総合計画による外部汚濁負荷削減量の予測 (T-P)

## 2. 提言

本調査では、プーノ内湾における環境条件を 1970 年代のような受認できる状態にまで回復することを目的として、2025 年までに実現すべき水質汚染対策総合計画を提案した。構成プロジェクトのそれぞれは、技術面、財務面、社会経済面、あるいは環境面から受け入れられるものと考えられるが、総合計画全体としては多額の投資、可能な限りの尽力そして多くの時間を要するものである。総合計画は、中央政府、地方政府、民間、市民および観光客等、すべての関係者の関与を必要とするものである。

- プーノ内湾は、そこに住む人々の財産だけでなく、ペルー国民および外国からの観光客の財産であるチチカカ湖の一部である。人々は、この湖の傑出した環境の恵みを受けてきた。それ故、こうした人々が、受けた恵みを還元しなければならない、言い換えるならば、湖の環境改善に必要な労力および資金を提供しなければならない。経済評価のところでも述べたように、経済的便益は総合計画の総コストを上回っている。このことは、この計画は実施する価値があることになる。しかし、すべての費用を地方政府あるいは住民に負担させることは、その財政的窮状を考えると困難である。本計画の実現のためには、補助金、低利融資等の中央政府の財政支援が不可欠である。さらに、湖の環境を利用する者あるいは汚染する者から幅広く資金を調達するシステムを確立することを勧める。
- 総合計画の構成プロジェクトに要する財源を確保するために、チチカカ湖環境改善のための特別基金(仮称“Save Lake Titicaca Fund”)を創設すべきである。補助金、低利融資資金、環境利用料等をこの基金によって蓄積、管理、そして有効利用する必要がある。
- 環境監視は直接的な環境改善効果こそもたらさないが、最優先課題として緊急に実施すべきものである。環境監視は、問題を特定し、その問題への適切な対策を選定し、あるいはその対策のもたらす効果のみならず逆効果の確認をするための多くの情報を提供してくれる。過去に実施されていた環境監視が途絶えてしまった理由は、予算の削減が原因に違いない。限られた予算の中で環境監視を継続するためには、PELT、DIGESA、UNA 等の関係機関が連携して、分析機器、技術ならびに労力を共有する必要がある。
- 湖の環境改善には時間がかかるため、関係組織は改善へのねばり強い努力を払う必要がある。プーノ内湾の問題を外湾やチチカカ湖本体へ拡散するような対策は絶対に適用すべきではない。外湾の湖水で内湾を希釈する手法や内湾へ放流していた排水を外湾へ迂回させる手法は適用されるべきではない。外湾を保全するために、コアタ川の水質汚濁についても同時に対策を講じることを勧める。

- 汚水処理システムに関しては、本調査ではブーノ内湾の環境改善の面からみて、必ずしも最適案を選定したわけではない。地方政府が直面する財政的窮状を考慮し、汚水処理システムの選定に当たっては財務的な有利さを再重要判定基準とした結果である。それ故、処理水に残る栄養塩をさらに削減するために、処理水を周辺部での植林かんがいに利用することを提案する。また将来、財政的条件が好転し、さらなる投資が可能になった場合には、代替案 III のような高度で集約的な処理システムあるいは処理水の流域外放流を再検討する必要がある。
- 汚濁負荷が湖へ流出するのを最小限に止めるため、栄養塩を多く含む廃棄物の再利用を促進すべきである。除去したレムナ(浮草)は堆肥として農業への利用が可能であり、家畜排泄物や下水処理汚泥は肥料として農林業への利用が可能である。また、処理後の汚水は植林かんがいに利用可能である。
- 覆砂のような内部負荷対策は、考え得るあらゆる外部負荷対策が湖の水質改善に所定の効果を発揮しない場合に適用されるべきである。内部負荷対策手法の費用は高いため、事業を効率的に進めなければならない。覆砂のような対策の効果をより正確に予測するために、豊富な監視データを基に底泥からの栄養塩の負荷を吟味すべきである。分析室の能力が十分に高くなった時には、底泥からの栄養塩の溶出試験を環境監視プログラムに加えることを勧める。
- ブーノ市には、民間や NGO が組織した環境教育・キャンペーンおよび市民参加の経験がすでにある。ブーノ市では非構造的対策がすんなりと受け入れられるだろう。本計画で提案した非構造的対策を実施する上で、こうした経験を発展させ、利用することが期待される。

JICA