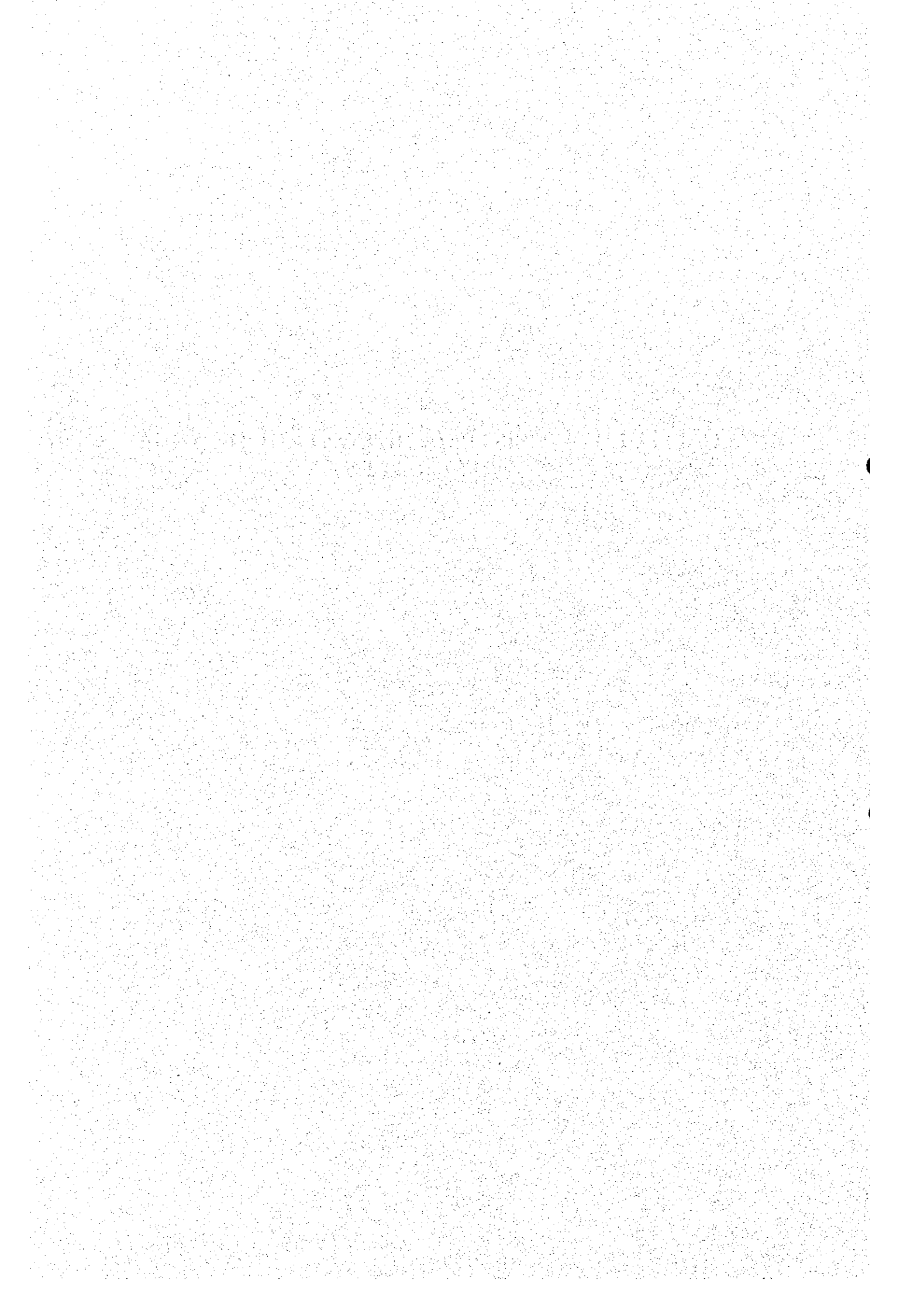


**CAPITULO - V SISTEMA DE CONTROL DE AGUAS
RESIDUALES**



CAPÍTULO - V

SISTEMA DE CONTROL DE AGUAS RESIDUALES

1. CONDICIONES ACTUALES

1.1 ESQUEMA DE LOS SISTEMAS

(1) Conexiones de alcantarillado

Tabla V.1.1 Conexiones de Alcantarillado

Año	Número de Conexiones	Porcentaje de Incremento (%)
1993	8,904	----
1994	9,217	3.5
1995	9,584	4.1
1996	9,972	3.9
1997	11,066	11.0
1998	12,037	8.8

(2) Red de alcantarillado sanitario

Tabla V.1.2 Extensión de las Tuberías Existentes de Alcantarillado Sanitario (1998)

Diámetro de tuberías	Extensión
Ramal colector (150 mm – 200 mm)	146 Km
Colector principal (250 mm – 900 mm)	12.8 Km

(3) Estaciones de bombeo

Cuatro (4) estaciones de bombeo funcionan en la red de alcantarillado actual, Cañete, Porteño, Floral y Aziruni (Salcedo)

(4) Plantas de tratamiento de aguas residuales

a) Laguna de estabilización Espinar

b) Planta de tratamiento Chanu Chanu (totora): capacidad de tratamiento = 4 l/s

c) Planta de tratamiento Chejoña (totora): capacidad de tratamiento = 5 l/s

d) Planta de tratamiento piloto UNA (totora): capacidad de tratamiento = 8 l/s

(5) Sistema "in situ"

En el área existen dos tipos de sistemas "in situ":

1. Letrinas de pozo
2. Tanques sépticos

1.2 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES

Aproximadamente 46% del desagüe crudo generado en la ciudad de Puno es colectado por el sistema de alcantarillado. La planta de tratamiento Espinar, que trata más del 80% del desagüe recolectado por la red de alcantarillado, elimina 70% de materia orgánica (DBO₅), 30% de nitrógenos (N-T) y 30% de fósforo (P-T). Descarga su afluente en la Bahía Interior de Puno.

Los sistemas "in situ" no son comunes en las viviendas que no poseen conexiones de alcantarillado. Los lodos y el deslave de los sistemas "in situ" contaminan las aguas subterráneas, canales de drenaje y pequeños arroyos con contaminantes orgánicos tales como nitrógeno, fósforo y carbohidratos.

1.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

- (1) Bajo índice de recolección de aguas residuales
- (2) Alcantarillas con tapas rotas
- (3) Bajo índice de eliminación de nutrientes en la laguna de estabilización Espinar
- (4) Sobrecarga en la planta de tratamiento Chanu Chanu
- (5) Afluencia de aguas pluviales al sistema colector
- (6) Falta de sistemas "in situ"

2. PLAN MAESTRO

2.1 OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

Los objetivos principales del desarrollo del sistema de alcantarillado en la ciudad de Puno son los siguientes:

- Mejorar la salud pública a través de la recolección de aguas residuales
- Mejorar la calidad de aguas públicas, especialmente la Bahía Interior de Puno del lago Titicaca.

(1) Objetivos del Plan Maestro

a) Año objetivo: 2025

b) Tipos de aguas residuales proyectadas:

- Agua residual doméstica
- Agua residual comercial
- Agua residual industrial

c) Cobertura proyectada del sistema de alcantarillado sanitario: 85% en el año 2025

(2) Estrategia del Plan Maestro

a) Selección del sistema de alcantarillado: sistema separado

b) Implementación por etapas

Primera etapa	1998 -- 2008	(Fase 1)
Segunda etapa	2009 -- 2015	(Fase 2)
Tercera etapa	2016 -- 2025	(Fase 3)

2.2 CONDICIONES DE PLANEAMIENTO

2.2.1 AREA DE PLANEAMIENTO

- Area servida por alcantarillado sanitario (zonas 1 – 12, 14): 2,831 he
- Area servida por instalaciones sanitarias "in situ" (zonas 13, 15, 16): 539 he

2.2.2 POBLACIÓN

Tabla V.2.1 Cobertura de servicio proyectado de alcantarillado sanitario

	Actual 1998	Fase 1 2008	Fase 2 2015	Fase 3 2025
Alcantarillado Sanitario	46 %	70 %	78 %	85 %

Tabla V.2.2 Población servida por sistema de alcantarillado sanitario

Año	1998	2008	2015	2025
Alcantarillado sanitario	50,107	97,631	125,731	157,253
Instalaciones "in situ"	58,350	41,445	34,777	27,751
Total	108,457	139,076	160,508	185,004

2.2.3 SUMINISTRO DE AGUA

Tabla V.2.3 Proyección revisada del consumo de agua

Año	Población			Consumo de agua	
	Total	Servida	% servido	l/s	l/capita/día
1998	108,457	60,302	56	92	132
2008	139,076	112,930	81	160	122
2015	160,508	136,432	85	200	126
2025	185,004	166,504	90	258	134

2.2.4 FLUJO DE AGUAS RESIDUALES Y CARGA CONTAMINANTES

(1) Proyección del flujo de aguas residuales

Tabla V.2.4 Proyección revisada del flujo de aguas servidas

Año	Población			Flujo de aguas servidas (l/s)	Infiltración (l/s)	Promedio diario (l/s)	Máximo diario (l/s)	Máximo por hora (l/s)
	Total	% servida	Servida					
1998	108457	46	50107	61.30	14.60	75.90	94.28	124.93
2008	139076	70	97631	110.32	16.90	127.22	160.31	215.47
2015	160508	78	125731	147.08	21.70	168.78	212.91	286.45
2025	185004	85	157253	194.58	28.30	222.88	281.25	378.54

(2) Proyección de cargas contaminantes

Tabla V.2.5 Diseño de cargas contaminantes per capita
(g/capita/día)

	DBO	SS	N-T	P-T
Carga per capita	45	81	11	1.25
Porcentaje	1.0	1.8	0.24	0.03

2.3 PLANES ALTERNATIVOS PARA MEDIDAS ESTRUCTURALES

2.3.1 SISTEMA "IN SITU"

Instalaciones "in situ":

- Letrinas de pozo
- Inodoro de sifón

Vaciado de letrinas: máquinas pequeñas vaciadores de letrinas (aspiradora) + camiones transportadores de lodos

Eliminación de lodos: eliminación en tierra (bosque)

2.3.2 SISTEMA FUERA DEL LUGAR

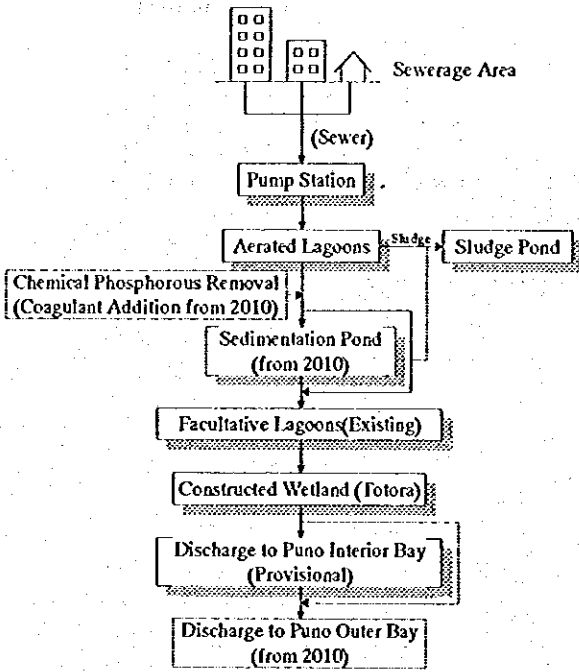
a) Sistema de recolección de aguas residuales

Sistema de alcantarillado sanitario convencional en combinación con un sistema de alcantarillado simplificado.

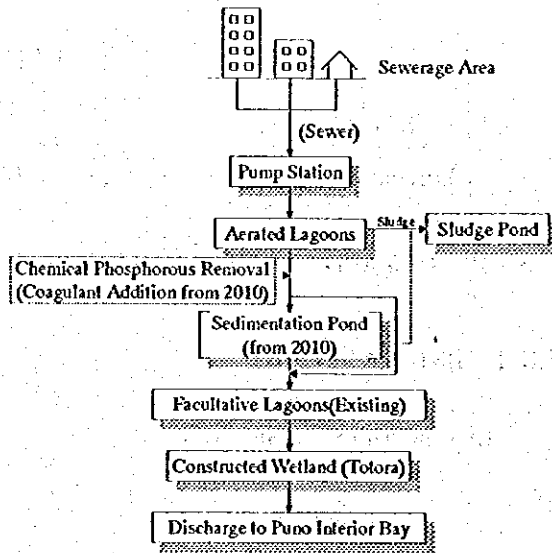
b) Sistema de tratamiento de aguas residuales

Existen tres planes alternativos para el tratamiento de aguas residuales y procesos de eliminación, que incluye uno de los propuestos por PRONAP (Alternativa I, I-A) e INADE-PELT (Alternativa II). Los esquemas de los procesos de tratamiento de aguas residuales para cada alternativa se muestran a continuación.

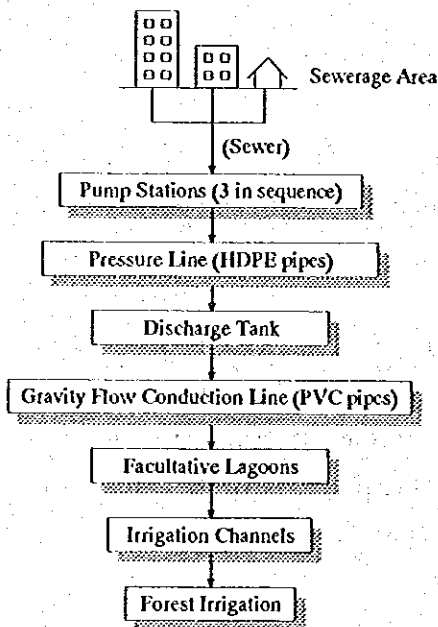
Alternativa I



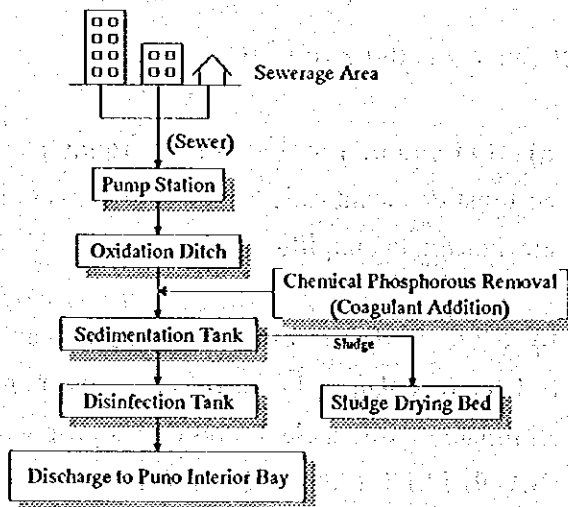
Alternativa I-A



Alternativa II



Alternativa III



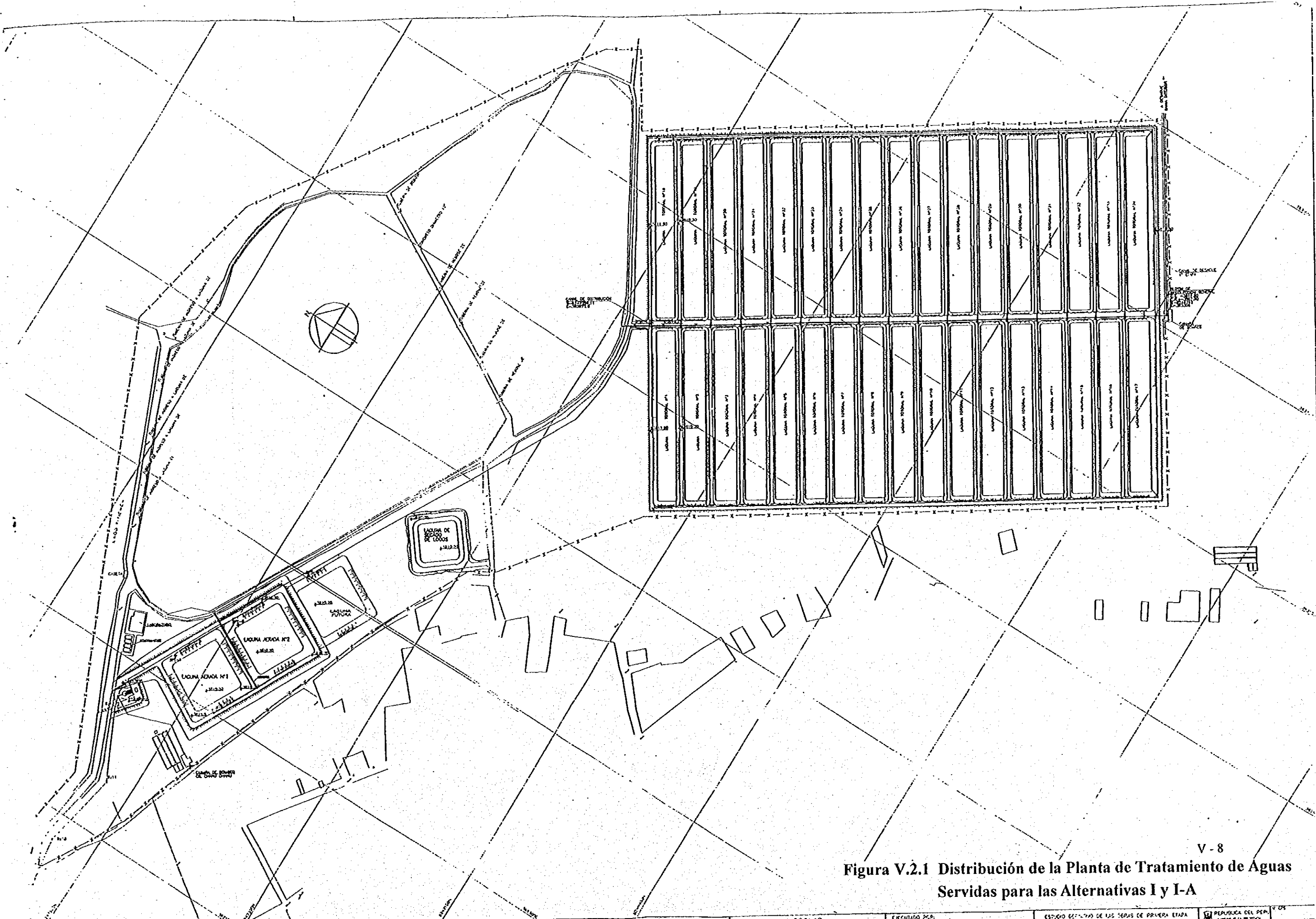
2.3.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LOS PLANES ALTERNATIVOS

El diseño preliminar de las plantas de tratamiento de aguas residuales ha sido preparado para las siguientes capacidades.

Nombre	Capacidad en el año 2025
Alternativa I	20,400 m ³ /día (Flujo Promedio Diario de Aguas Residuales)
Alternativa I-A	20,400 m ³ /día (Flujo Promedio Diario de Aguas Residuales)
Alternativa II	36,600 m ³ /día (Flujo Máximo Horario de Aguas Residuales)
Alternativa III	24,400 m ³ /día (Flujo Máximo Diario de Aguas Residuales)

(1) Esquema

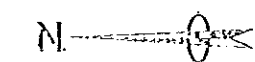
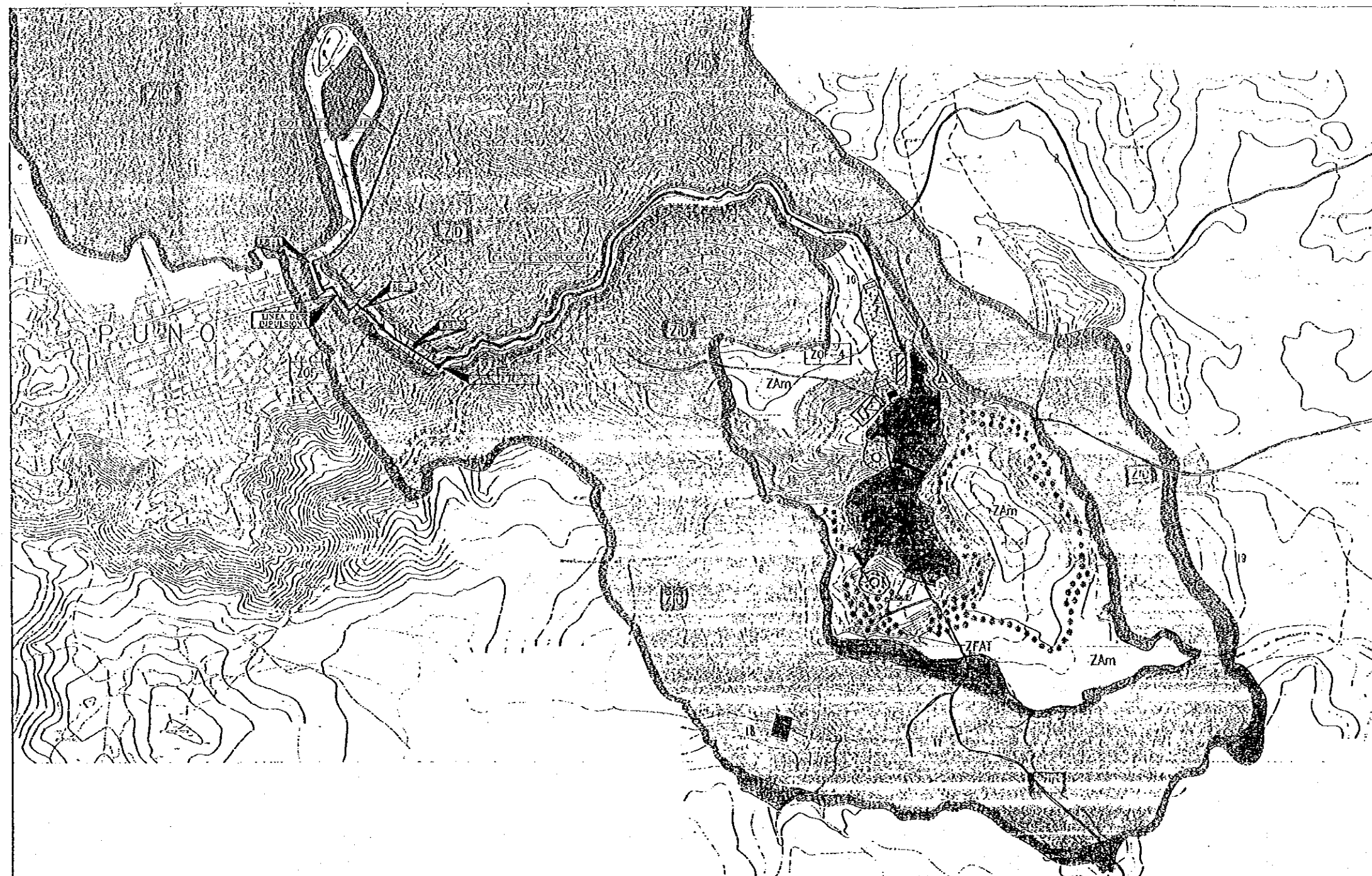
Los esquemas tentativos para las alternativas mencionadas se muestran en las *Figuras V.2.1, V.2.2 y V.2.3.*



V - 8

Figura V.2.1 Distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para las Alternativas I y I-A

REVISIÓN		PROYECTO		PLANOS/DOCUMENTOS DE REFERENCIAS		NOTAS	EJECUTADO POR:	ESTUDIO DE: LAS DEPAS DE PRIMERA ETAPA	REPUBLICA DEL PERÚ	
TIPO/DESCRIPCIÓN	E. EJECUTADO POR	APROBADO POR	ACORDADO	TÍTULO	NÚMERO					FIGUEREIRO FERRAZ
GENERAL						1) MEDIDAS Y COTAS EN METROS, EXCEPTO CUANDO SEAN INDICADAS.	FIGUEREIRO FERRAZ <small>OSI S.A. CONSULTORA E INGENIERIA DE PROYECTOS S.R.L.</small> DISEÑANTE: DANIEL CASTILLO I. HU/10/99 PROYECTISTA: MANUEL AGUILERA E. HU/10/99	PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGÜES PLANTA GENERAL DEL SISTEMA	 MINISTERIO PÚBLICO SISTEMA DE ALcantarillado	TÍTULO: E-010376 DE: 33-SATD-1 VÁL: 1/1 1/1 04-18-4-R-83-11



LEYENDA

COLECTOR SUR	---
ESTACION DE BOMBEO	●
LINEA DE IMPULSION	---
CAMARA DE DESCARGA	■
CANAL DE CONDUCCION	---
LAGUNA DE ESTABILIZACION	□
DIQUE	---
LIMITE AREA DE PESQUERA	---
LIMITE DE ESTUDIO	---
LIMITE DE COMUNIDAD CAMPESINA	---
CARRETERA ASFALTADA	---
TROCHA CARROZABLE	---
CENTRO PUEBLO	---

ORRAS DEL PROYECTO

COLECTOR SUR
ESTACION DE BOMBEO N° 1 (EB-1)
ESTACION DE BOMBEO N° 2 (EB-2)
ESTACION DE BOMBEO N° 3 (EB-3)
CAMARA DE DESCARGA
LINEA DE IMPULSION
CANAL DE CONDUCCION
LAGUNA DE ESTABILIZACION N° 1
LAGUNA DE ESTABILIZACION N° 2
DIQUE N° 1
DIQUE N° 2
DIQUE N° 3
DIQUE N° 4
AREA DE IRRIGACION

UNIDADES DE MANEJO AMBIENTAL	
ZONA DE OCUPACION FISICA DEL PROYECTO	ZOF
Sub-Zona 1 de Bombeo e Impulsión	ZOF-1
Sub-Zona 2 de Conducción	ZOF-2
Sub-Zona 3 de Tratamiento	■
Sub-Zona 4 de Servicios	ZOF-4
ZONA DE FORESTACION CON AGUAS TRATADAS	ZFA
ZONA DE AMORTIGUACION	ZAm
ZONA DE SEGURIDAD	■
ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA	■

COMPONENTES AMBIENTALES ACTUALES Y PROYECTADOS	
RELLENO SANITARIO (Municipalidad Provincial de Puno)	■
ZONA AMARILLOCA (San Luis de Abo-PIC)	■
OFICINA ADMINISTRATIVA DE PLANTA DE TRATAMIENTO	■
ESTACION METEOROLOGICA	■
PANEL INFORMATIVO	■
PUESTO DE CONTROL Y VIGILANCIA	▲
URDADOR PARA VISITANTES	○
CAMINO DE ACCESO	---
ZONA DE FORESTACION PROYECTADA (Plan Director Ciudad de Puno PDOP)	XXXXXX
NUOVA VIA DE CIRCUNDAION (PDOP)	---
CARRETERA TRANSOCEANICA (Troza Propuesta)	---
VIA COLECTORA (Troza Propuesta)	---
LIMITE DE COMUNIDADES CAMPESINAS	---

RELACION DE F.O.S.P. (L. de Conduccion)	
(1) Barba Alta Mundo (Sur y Norte)	
(2) Barba Nueva Esperanza	
(3) C.C. Los Andes Condorasi	
(4) C.C. Los Andes Condorasi (Sectores de Condorasi)	
(5) C.C. Condorasi	
(6) C.C. Mi País	
(7) Instituto Tecnológico de Puno (ITA)	
(8) C.C. China	
(9) Grupo Campesino Colchán Chimu	
(10) Ex-Fundación de la CAP-Puno	
(11) C.C. China	
(12) C.C. Camala	
(13) C.C. Simamora Alto	
(14) P.P.A. Dr. Luis Espinoza	
(15) U.N.A. (Fac. de Ingeniería-Ex-Minas de Luyckhita)	
(16) C.C. Espulmon	
(17) C.C. Espulmon	
(18) Instituto Nacional de Cultura (I.N.C.)	
(19) C.C. Ichuza Pomayo	

Alternative II

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO
P.E.L.T.

PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA
ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONDUCCION, TRATAMIENTO Y MANEJO INTEGRAL DE LAS AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO

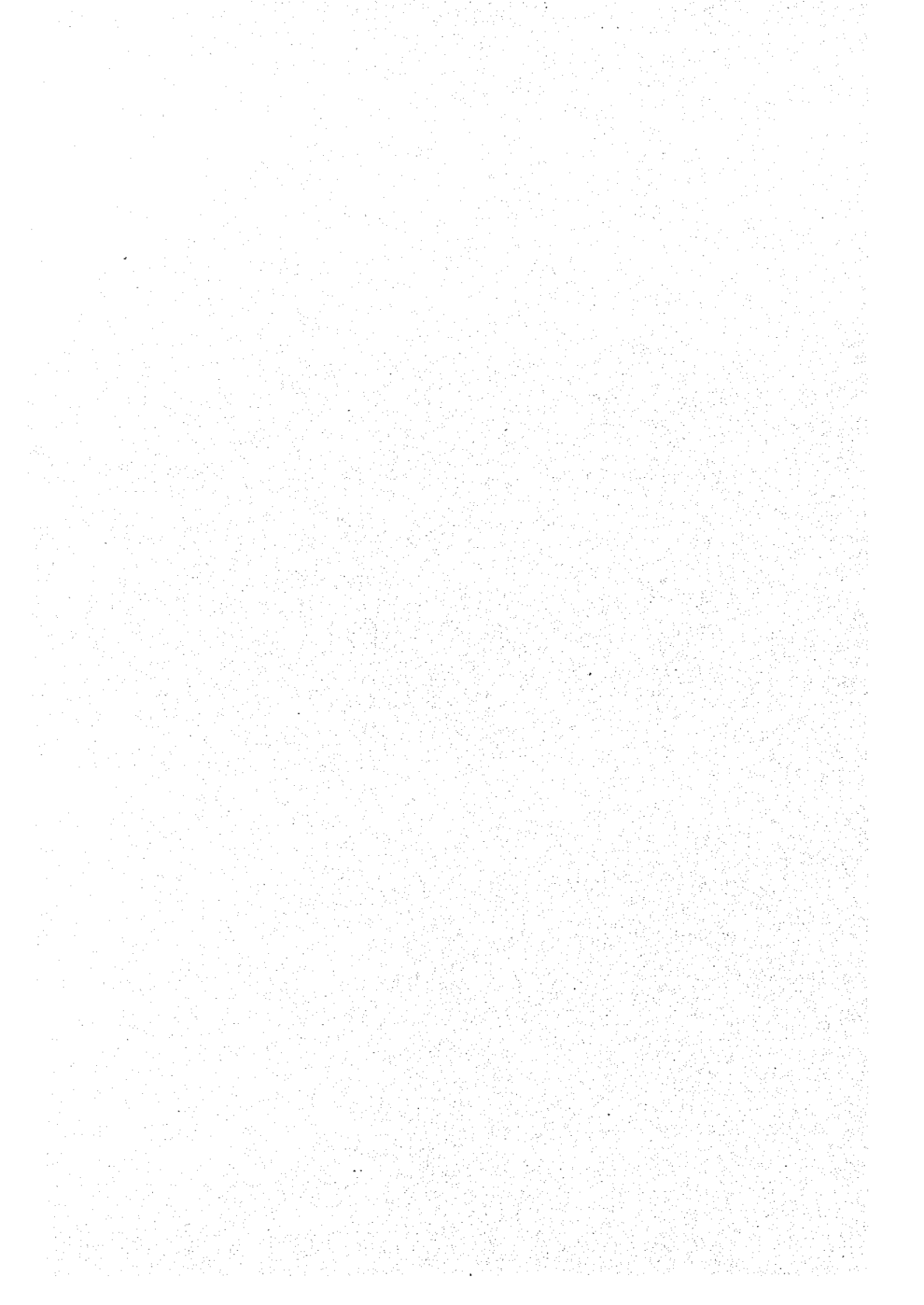
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MAPA DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

OPORTUNIDAD	SECCION	QUOTA	FECHA	PLANO N°
			FEBRERO '92	EB-IMA-02
ESCALA	V-9		OPORTUNIDAD	
1 / 20 000				

ASESORES TECNICOS ASOCIADOS S.A.

Figura V.2.2 Distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para la Alternativa II



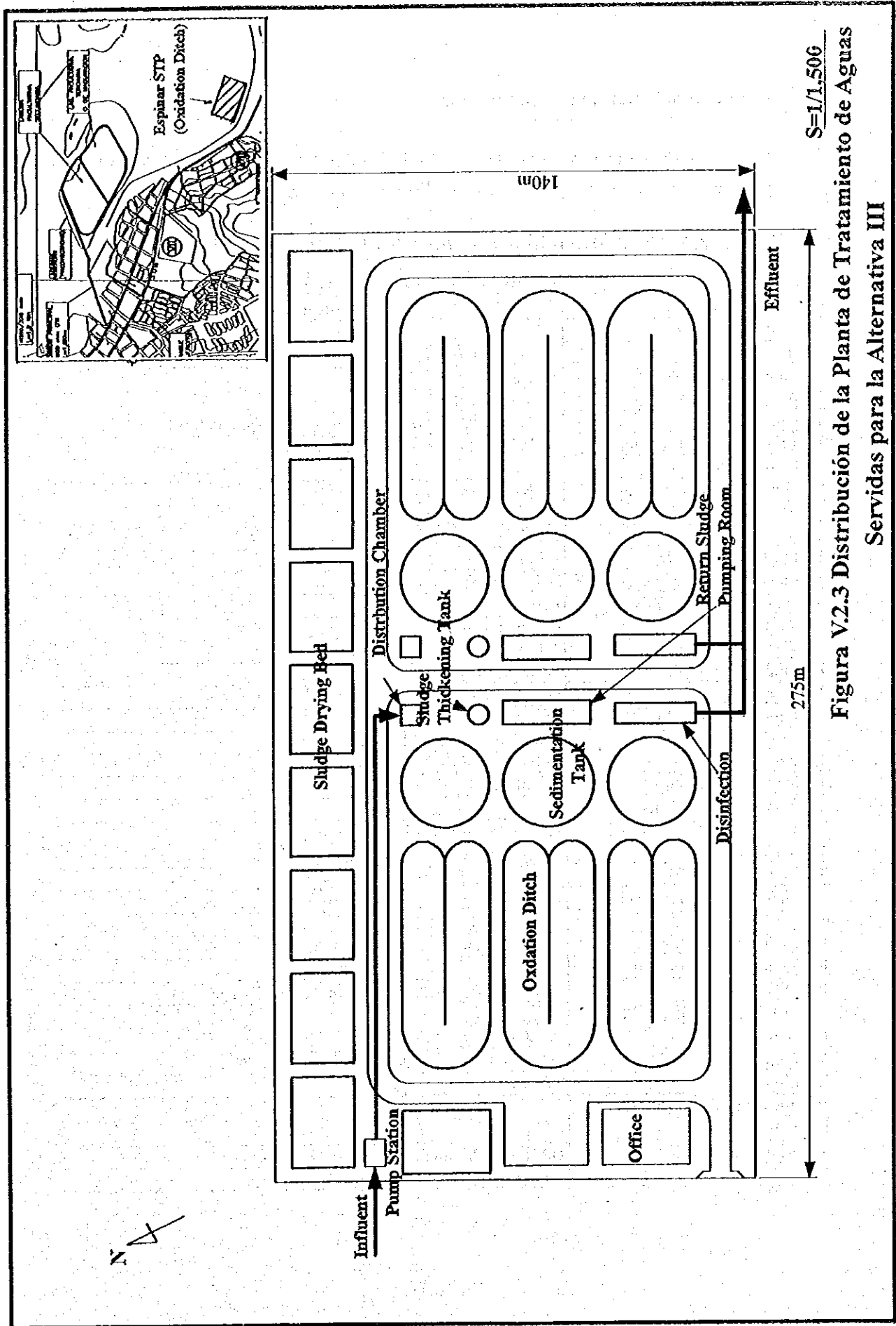


Figura V.2.3 Distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para la Alternativa III

(2) Especificaciones de las instalaciones

Las especificaciones de cada instalación de las plantas de tratamiento así como sus dimensiones, número y parámetros de diseño se muestran en las siguientes tablas.

Tabla V.2.6 Especificaciones de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Alternativa I, I-A)

Instalaciones	Especificaciones
1. Estación de Bombeo	
BB Puno	Bomba sumergible, 200 l/s, 8.6 m, 30 kW, 2 juegos(+1)
2. Lagunas Ventiladas	3 pozas
Tipo	Tipo rectangular
Dimensiones	64.0 m (ancho) × 80.0 m (largo) × 4.0 m (profundidad)
Nivel de potencia de aireación	22.35 kW (4 por poza)
Tiempo de retención	2.43 días
3. Laguna primaria existente	1 poza
Tipo	Laguna facultativa
Area	13.4 he
Profundidad promedio	1.5 m
Volumen	204,600 m ³
4. Laguna secundaria existente	1 poza
Tipo	Laguna facultativa
Area	7.9 he
Profundidad promedio	1.5 m
Volumen	118,350 m ³
5. Humedal construido	34 pozas
Tipo	Flujo sub-superficial
Dimensión	23.0 m (ancho) × 203.0 m (largo)
Profundidad promedio	0.3 - 0.5 m
6. Lecho de secado de lodos	2 pozas
Tipo	Tipo rectangular
Dimensiones	46.0 m (ancho) × 54.0 m (largo)
Tiempo de retención	3.07 días
7. Estanque de sedimentación	1 pozas
Tipo	Tipo circular
Dimensiones	30.0 m (diámetro) × 3.0 m (profundidad)
8. Estación de bombeo (para I)	
E.B. PRINCIPAL	Bomba sumergible, 95 l/s, 41 m, 80 kW, 2 juegos(+1)
9. Línea de impulsión (para I)	
Diámetro	ϕ400 mm
Material de la tubería	Tuberías de hierro dúctil
Longitud	6,839 m
10. Línea sumergida (para I)	
Diámetro	ϕ500 mm
Material de la tubería	Tuberías de hierro dúctil
Longitud	7,455 m

Tabla V.2.7 Especificaciones de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Alternativa II)

Instalaciones	Especificaciones
1.Estación de Bombeo (EB-1)	
EB-1	Bomba tipo vertical (Succión simple), 141 l/s, 82 m, 187.5 kW, 3 juegos
2.Estación de Bombeo (EB-2)	
EB-2	Bomba tipo vertical (Succión simple), 141 l/s, 82 m, 187.5 kW, 3 juegos
3.Estación de Bombeo(EB-3)	
EB-3	Bomba tipo vertical (Succión simple), 141 l/s, 82 m, 187.5 kW, 3 juegos
4.Línea de Impulsión	
Diámetro	φ 550 mm
Material de la tubería	Polietileno (HDPE)
Longitud	1,553 m
5.Línea de conducción	
Diámetro	φ 750 mm
Material de la tubería	PVC
Longitud	5,874 m
6.Laguna facultativa	2 pozas
Area	55 ha (35 he + 20 he)
Profundidad promedio	3.0 m
Volumen	1,617,500 m ³
Tiempo de retención	75 días
7.Estación de Bombeo	
E.B. EL PUERTO	Bomba sumergible, 5.25 l/s, 8.6 m, 1.2kW, 2 juegos(+1)

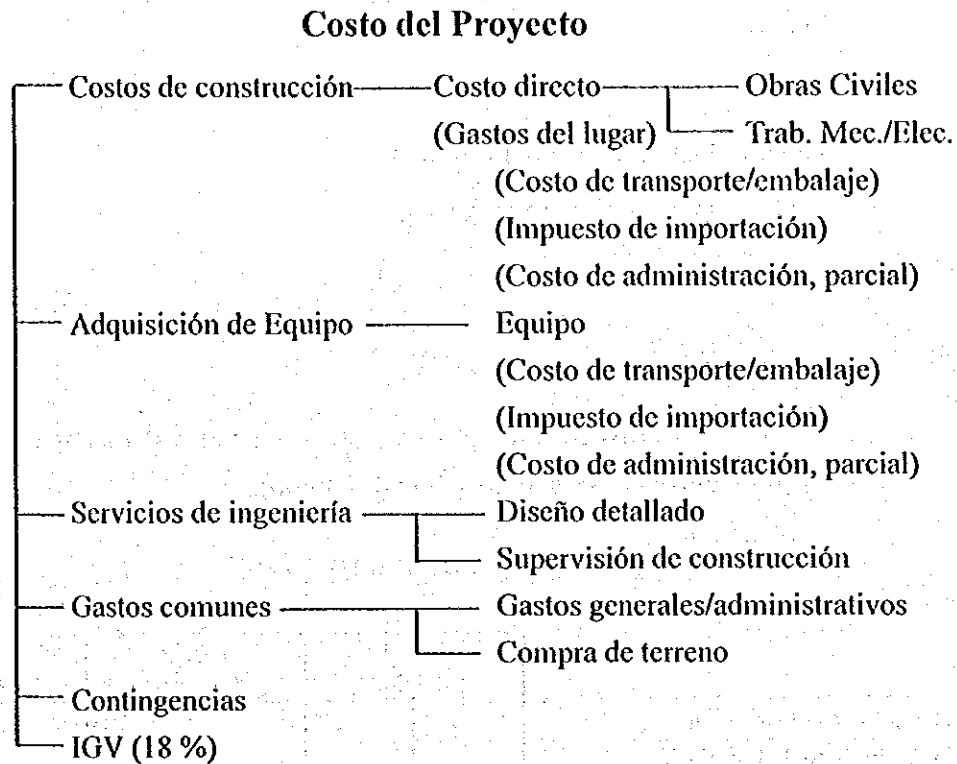
Tabla V.2.8 Especificaciones de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Alternativa III)

Instalaciones	Especificaciones
1. Tanque desarenador y criba	3 pozas (incluyendo una de reserva)
Tipo	Desarenador tipo pozo
Dimensiones	0.7 m (ancho) × 8.0 m (largo) × 0.5 m (profundidad)
Velocidad promedio	0.32 m/sec.
2. Estación de bombeo	
EB Puno	Bomba sumergible, 200 l/s, 10.0 m, 13.85 kW, 2 juegos(+1)
3. Zanja de oxidación	6 pozas
Tipo	Tipo herradura
Dimensión	6.0 m (ancho) × 225 m (largo) × 3.0 m (profundidad)
Nivel de potencia de aireación	270 kW
Tiempo de retención	24.0 horas
4. Poza de sedimentación	6 pozas
Tipo	Tipo circular
Dimensiones	25.5 m (diámetro) × 3.0 m (profundidad)
Carga de aguas superficiales	7.9 m ³ /m ² /día
Tiempo de retención	3.4 horas
5. Tanque de desinfección	2 pozas
Tipo	Tipo rectangular
Dimensiones	2.0 m (ancho) × 21.5 m (largo) × 1.5 m (profundidad)
Requerimiento de Cloro	2.02 kg./hora
Tiempo de retención	15.3 min.
6. Tanque espesador de lodos	2 pozas
Tipo	Tipo circular
Dimensiones	6.0 m (diámetro) × 4.0 m (profundidad)
Carga de Sólidos	64.2 kg/m ² /día
7. Lecho de secado de lodos	10 pozas
Tipo	Tipo rectangular
Dimensiones	15.0 m (ancho) × 27.0 m (largo) × 0.3 m (profundidad)
Tiempo de retención	10.0 días

(3) Estimación de costos

a) Condiciones básicas

La composición de los costos del proyecto se muestra a continuación:



El costo del proyecto está estimado basándose en el diseño preliminar para las instalaciones del Plan Maestro. Los precios unitarios y los precios totales han sido determinados tomando en cuenta las condiciones locales, subcontratistas, equipo, materiales y equipo de construcción disponibles, así como la idoneidad del método de construcción propuesto.

Los supuestos y condiciones aplicados para la estimación de costos son los siguientes:

- Precios : a diciembre de 1998
- Tipo de cambio moneda extranjera : Peruana S/. 1.00 = Japonesa ¥ 37.00

b) Costos unitarios

Los costos unitarios comunes son los siguientes:

Concreto:	270 S/. x m ³
Encofrado:	25 S/. x m ²
Refuerzo:	1.5 S/. x kg
Tubería (Ø200PVC):	66.43 S/. x m
Tubería (Ø200RC):	20.52 S/. x m
Electricidad:	0.20 S/. x kw/h

(4) Costo del Proyecto

El costo total del proyecto propuesto se estimó en Soles Peruanos de la siguiente manera (no incluye costo de renovación de equipo):

Alternativa I

Unidad: Miles de S/.

	Fase 1 (1998-2008)	Fase 2 (2009-2015)	Fase 3 (2016-2025)
(1) Costo de construcción	23,440	17,703	18,844
(2) Suministro de Equipo de Mantenimiento	234	114	188
(3) Costo de Ingeniería			
1) Diseño Detallado	1,406	1,062	1,131
2) Construcción / Supervisión	938	708	754
Sub-Total	2,344	1,770	1,884
(4) Gastos Comunes			
1) Gastos Generales / Administración	200	200	200
2) Adquisición de Terreno			
Sub-Total	200	200	200
(5) Contingencias	3,903	2,938	3,138
(6) IGV 18%	5,386	4,055	4,330
Total	35,506	26,780	28,584
		Total General	90,870

Alternativa I-A

Unidad: Miles de S/.

	Fase 1 (1998-2008)	Fase 2 (2009-2015)	Fase 3 (2016-2025)
(1) Costo de construcción	23,440	11,438	18,844
(2) Suministro de Equipo de Mantenimiento	234	114	188
(3) Costo de Ingeniería			
1) Diseño Detallado	1,406	686	1,131
2) Construcción / Supervisión	938	458	754
Sub-Total	2,344	1,144	1,884
(4) Gastos Comunes			
1) Gastos Generales / Administración	200	200	200
2) Adquisición de Terreno	0	0	0
Sub-Total	200	200	200
(5) Contingencias	3,903	1,904	3,138
(6) IGV 18%	5,386	2,628	4,330
Total	35,506	17,428	28,584
Total General			81,519

Alternativa II

Unidad: Miles de S/.

	Fase 1 (1998-2008)	Fase 2 (2009-2015)	Fase 3 (2016-2025)
(1) Costo de construcción	25,339	10,127	21,076
(2) Suministro de Equipo de Mantenimiento	253	101	211
(3) Costo de Ingeniería			
1) Diseño Detallado	1,520	608	1,265
2) Construcción / Supervisión	1,014	405	843
Sub-Total	2,534	1,013	2,108
(4) Gastos Comunes			
1) Gastos Generales / Administración	200	100	100
2) Adquisición de Terreno	100		67
Sub-Total	300	100	167
(5) Contingencias	4,219	1,686	3,509
(6) IGV 18%	5,822	2,327	4,843
Total	38,467	15,354	31,913
Total General			85,734

Alternativa III

Unidad: Miles de S/.

	Fase 1 (1998-2008)	Fase 2 (2009-2015)	Fase 3 (2016-2025)
(1) Costo de construcción	42,452	17,690	23,286
(2) Suministro de Equipo de Mantenimiento	425	177	233
(3) Costo de Ingeniería			
1) Diseño Detallado	2,547	1,061	1,397
2) Construcción / Supervisión	1,698	708	931
Sub-Total	4,245	1,769	2,329
(4) Gastos Comunes			
1) Gastos Generales / Administración	200	200	200
2) Adquisición de Terreno	0	0	0
Sub-Total	200	200	200
(5) Contingencias	7,068	2,945	3,877
(6) IGV 18%	9,754	4,065	5,350
Total	64,145	26,847	35,275
		Total General	126,266

(5) Planes de implementación de los planes alternativos

Tabla V.2.9 Cronograma de Implementación y Desembolsos
(Alternativa I)

Año/Evento	Fase 1										Fase 2										Fase 3									
	1998	1999	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		
Cronograma de Implementación																														
1. Preparación del proyecto																														
2. Énfasis de pre-construcción																														
2.1. Diseño detallado																														
2.2. Licitación																														
3. Construcción																														
3.1. Sistema de recolección																														
3.2. Planta de tratamiento de aguas servidas																														
- Obras Civiles																														
- Obras Eléctricas/Mecánicas																														
4. Equipamiento																														
5. Operación de prueba																														
Cronograma de Desembolsos																														
Centro total (Miles \$)																														
1. Adquisición de terreno	0																													
2. Administración	59,887																													
3. Construcción	31,630																													
(1) Colector	2,586	2,586	2,586	2,586																										
- Obras Eléctricas/Mecánicas	0																													
(2) Est. Bombeo - Obras Civiles	5,099			34																										
- Obras Eléctricas/Mecánicas	1,562			181																										
(3) Planta de tratamiento - Civiles	7,219			6,978																										
- Obras Eléctricas/Mecánicas	13,668			8,489																										
4. Equipamiento	556			234																										
5. Servicio de Ingeniería	5,999	1,406		938																										
6. Impuestos	9,978	211	388	2,981	423	0	0	0	0	0	0	1,530	217	323	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	
7. IGV (18%) (for. 4, 5, 6)	13,770	291	535	3,976	584	0	0	0	0	0	0	2,111	299	446	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299	299	
Total	90,870	1,908	3,531	26,083	3,549	22	22	22	22	22	22	13,868	1,992	2,933	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992	1,992		
8. Remuneración de empleo (cuadrilla IGV y más)	28,566		20																											
9. Operación & Mantenimiento	27,640																													
Total General de Desembolsos	147,077	1,908	3,552	26,083	4,399	831	1,133	646	681	718	757	14,646	3,108	4,088	14,931	3,441	3,759	3,289	4,788	10,172	4,583	6,086	3,414	3,434	15,239	3,750	4,068	3,599		

**Tabla V.2.10 Cronograma de Implementación y Desembolsos
(Alternativa I-A)**

Aspecto	Fase 1										Fase 2										Fase 3									
	1998	1999	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		
Cronograma de Implementación																														
1. Preparación del proyecto																														
2. Bapa de pre-construcción																														
2.1. Diseño detallado																														
2.2. Licitación																														
3. Construcción																														
3.1. Sistema de recolección																														
3.2. Planta de tratamiento de aguas servidas																														
- Obras Civiles																														
- Obras Eléctricas/Mecánicas																														
4. Equipamiento																														
5. Operación de prueba																														
Cronograma de Desembolsos																														
Costo total (Miles \$)	35,506											17,423							28,584											
1. Adquisición de terreno	0																													
2. Administración	600																													
3. Construcción	53,722																													
(1) Colector	31,639																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	0																													
(2) Est. Bombeo - Obras Civiles	34																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	363																													
(3) Planta de tratamiento - Civiles	7,819																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	13,868																													
4. Equipamiento	536																													
5. Servicio de Ingeniería	5,372																													
6. Imprevistos	8,945																													
7. IGV (18%) (for 3, 4, 5, 6)	12,244																													
Total	81,510																													
8. Renovación de equipo (incluye IGV y com.)	26,939																													
9. Operación & Mantenimiento	23,896																													
Total General de Desembolsos	128,254																													

**Tabla V.2.11 Cronograma de Implementación y Desembolsos
(Alternativa II)**

Aspecto	Fase 1										Fase 2										Fase 3									
	1998	1999	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		
Cronograma de Implementación																														
1. Preparación del proyecto																														
2. Etapa de pre-construcción																														
2.1 Diseño detallado																														
2.2 Licitación																														
3. Construcción																														
3.1. Sistema de recolección																														
3.2. Planta de tratamiento de aguas servidas																														
- Obras Civiles																														
- Obras Eléctricas/Mecánicas																														
4. Equipamiento																														
5. Operación de prueba																														
Cronograma de Desembolsos																														
Costo total (Miles \$.)	38,457											15,354							31,913											
1. Adquisición de terreno	167		100																67											
2. Administración	400		22	22	22	22	22	22	22	22	22	14	14	14	14	14	14	14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
3. Construcción	56,542																													
(1) Colector	31,639		2,586	2,586	2,586							1,447	1,447	1,447	1,447	1,447	1,447	1,447	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375		
- Obras Eléctricas/Mecánicas	0																													
(2) Est. Bombeo - Obras Civiles	1,805			1,805																										
- Obras Eléctricas/Mecánicas	4,618			3,931																687										
(3) Planta de tratamiento - Civiles	18,480			11,846																6,635										
- Obras Eléctricas/Mecánicas	0																													
4. Equipamiento	565		253									101							211											
5. Servicio de Ingeniería	5,655		1,520	1,014								608		405					1,265											
6. Imprevistos	9,414		228	388	3,215	388	0	0	0	0	0	523	217	278	217	217	217	217	1,526	206	333	206	206	206	206	206	206	206		
7. IGV (18 %) (for 3, 4, 5, 6)	12,992		515	535	4,437	535	0	0	0	0	0	446	299	383	299	299	299	299	2,106	285	459	285	285	285	285	285	285	285		
Total	85,724		2,063	29,108	3,531	22	22	22	22	22	22	2,939	1,978	2,527	1,978	1,978	1,978	13,881	1,876	3,020	1,876	1,876	1,876	1,876	1,876	1,876	1,876	1,876		
8. Renovación de equipo (incluye IGV y cont.)	12,969		20			235	512								5,334	235	512						20							
9. Operación & Mantenimiento	40,597					1,013	1,057	1,102	1,147	1,213	1,281	1,432	1,515	1,569	1,623	1,679	1,736	1,793	1,849	1,906	1,961	2,024	2,084	2,139	2,195	2,251	2,309	2,368		
Total General de Desembolsos	139,300		2,063	29,108	4,544	1,314	1,635	1,169	1,235	1,303	1,374	4,371	3,513	4,096	3,891	4,225	3,771	15,730	3,783	4,981	3,900	3,981	4,015	9,405	4,363	4,697	4,244			

Tabla V.2.12 Cronograma de Implementación y Desembolsos
(Alternativa III)

Aspecto	Fase 1										Fase 2										Fase 3									
	1998	1999	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		
Cronograma de Implementación																														
1. Preparación del proyecto																														
2. Etapa de pre-construcción																														
2.1. Diseño detallado																														
2.2. Licitación																														
3. Construcción																														
3.1. Sistema de recolección																														
3.2. Planta de tratamiento de aguas servidas																														
- Obras Civiles																														
- Obras Eléctricas/Mecánicas																														
4. Equipamiento																														
5. Operación de prueba																														
Cronograma de Desembolsos																														
Costo total (Miles \$/)	64,145																													
1. Adquisición de terreno	0																													
2. Administración	600																													
3. Construcción	83,428																													
(1) Colector	31,639																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	0																													
(2) Est. Bombeo - Obras Civiles	2,041																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	5,918																													
(3) Planta de tratamiento - Civiles	12,639																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	31,190																													
4. Equipamiento	835																													
5. Servicio de Ingeniería	8,343																													
6. Imprevistos	13,891																													
7. ICV (18 %) (for 3., 4., 5., 6)	19,169																													
Total	126,266																													
8. Renovación de equipo (incluye ICV y cont.)	72,044																													
9. Operación & Mantenimiento	31,323																													
Total General de Desembolsos	229,633																													

2.3.4 EVALUACIÓN DE LOS PLANES ALTERNATIVOS

(1) Evaluación Ambiental

Tabla V.2.13 Calidad de las aguas residuales tratadas descargadas a la Bahía Interior

	Año	DBO ₅ mg/l	Nitrógeno (N-T) mg/l	Fósforo (P-T) mg/l
Alternativa I ^{*1}	2008	12.7	8.5	2.9
	2015	Sin descarga	Sin descarga	Sin descarga
	2025	Sin descarga	Sin descarga	Sin descarga
Alternativa I-A ^{*1}	2008	12.7	8.5	2.9
	2015	18.7	8.7	2.9
	2025	26.1	9.1	2.9
Alternativa II		Sin descarga		
Alternativa III ^{*2}	Todo el periodo	20	10	1

*1 De acuerdo a los cálculos de PRONAP

*2 Valores del diseño

Tabla V.2.14 Reducción de cargas contaminantes mediante medidas propuestas en el año 2025

	DBO ₅		N-T		P-T	
	Con proyecto	Reducción (%)	Con proyecto	Reducción (%)	Con proyecto	Reducción (%)
Sin proyecto	2,541.2	0 %	1,292.0	0 %	155.1	0 %
Alternativa I	331.5	87 %	31.7	98 %	11.9	92 %
Alternativa I-A	814.9	68 %	206.9	84 %	67.7	56 %
Alternativa II	331.5	87 %	31.7	98 %	11.9	92 %
Alternativa III	716.6	72 %	224.3	83 %	31.2	80 %

Tabla V.2.15 Evaluación Ambiental Inicial (IEE)

Preocupación Ambiental	Alternativa I	Alternativa I-A	Alternativa II	Alternativa III
Contaminación del agua del lago				
Bahía interior	B	B	D	B
Bahía exterior ^{*1}	B	D	D	D
Eliminación de lodos	C	C	C	C
Contaminación del agua subterránea	C	C	B	D
Generación de olor ofensivo	B	B	B	C
Cambio del panorama	B	B	B	C

A: Se espera un impacto serio

B: Se espera un impacto menor

C: Se desconoce la extensión del impacto

D: No hay impacto

* Posible contaminación de la fuente de agua potable

(2) Aspectos técnicos

Tabla V.2.16 Evaluación Técnica de los Planes Alternativos

	Alternativa			
	I	I-A	II	III
Experiencias previas de operación en Perú	○	○	△ ^{*1}	× ^{*2}
Propiedad de la tecnología empleada	○	⊙	○	○
Fácil operación y mantenimiento	○	⊙	△	△
Cronograma de implementación efectivo para obtener los mejores resultados	○	○	○	○
Capacidad para responder a la nueva tecnología	○	○	○	⊙

^{*1} bombeo de aguas servidas a gran escala

^{*2} laguna de oxidación

⊙ : excelente

○ : buen

△ : inferior

× : no buen

Todos los planes alternativos son técnicamente factibles de ser implementados en la ciudad de Puno.

(3) Aspectos Financieros

Tabla V.2.17 Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) y Valor Actual Neto (VAN)

	TIRF (%)	VAN (5%) (1,000 soles)
Alternativa I	3.5	- 4,018
Alternativa I-A	5.9	2,094
Alternativa II	4.4	- 1,683
Alternativa III	- 3.5	- 44,703

Sólo la alternativa I-A es considerada financieramente factible a menos que se disponga de recursos financieros adicionales para el proyecto.

(4) Evaluación Global

La evaluación ambiental muestra que si bien es cierto las Alternativas I y II han optimizado al máximo la reducción de la contaminación en la Bahía Interior de Puno, ellas generan preocupación con relación al medio en el cual el agua tratada es finalmente descarga. Es especialmente el caso de la Alternativa I en la cual la descarga se vierte en la Bahía Exterior de Puno. Este punto de descarga no se encuentra muy distante a la toma para agua potable la cual constituye la fuente más importante para los habitantes de la ciudad de Puno y debe ser protegida a toda costa. Una falla de éste resultaría en un incremento en el costo del suministro de agua potable.

La evaluación técnica muestra que los cuatro planes alternativos propuestos son factibles para la ciudad de Puno a pesar que en todos los casos se requiere de entrenamiento del personal, especialmente para la Alternativa III.

La evaluación financiera muestra que sólo la alternativa I-A posee el menor costo entre las demás alternativas, es financieramente factible. Las otras requieren un incremento sustancial de las tarifas de alcantarillado o subsidios provenientes de la municipalidad o del gobierno.

De la evaluación presentada anteriormente, el Equipo de Estudio concluye que la Alternativa I-A es factible para la ciudad de Puno especialmente desde el punto de vista financiero. La Alternativa I-A es analizada más extensamente para optimizar su funcionamiento proponiéndose un plan apropiado en la sección 2.4.

2.4 PLAN PROPUESTO

2.4.1 MEDIDAS ESTRUCTURALES

(1) Sistema "in situ"

a) Sistema de tratamiento/depósito de aguas servidas propuesto "in situ"

Letrina de Pozo

- Capacidad de la poza: 0.7 (ancho) \times 0.7 (largo) \times 1.5 (alto) = 0.74 m^3
- Recolección de lodos: Cada 3 años
- Instalación: Cada vivienda

Máquinas Pequeñas para el vaciado de los pozos

- Capacidad: 500 L/unidades
- Eficiencia: 4.2 pozas/día \times 250 días/año = $1,050$ pozas/año
- Vida económica : 4 años

Camiones para el transporte de lodos

- Capacidad de Carga: 2 ton
- Vida económica: 8 años

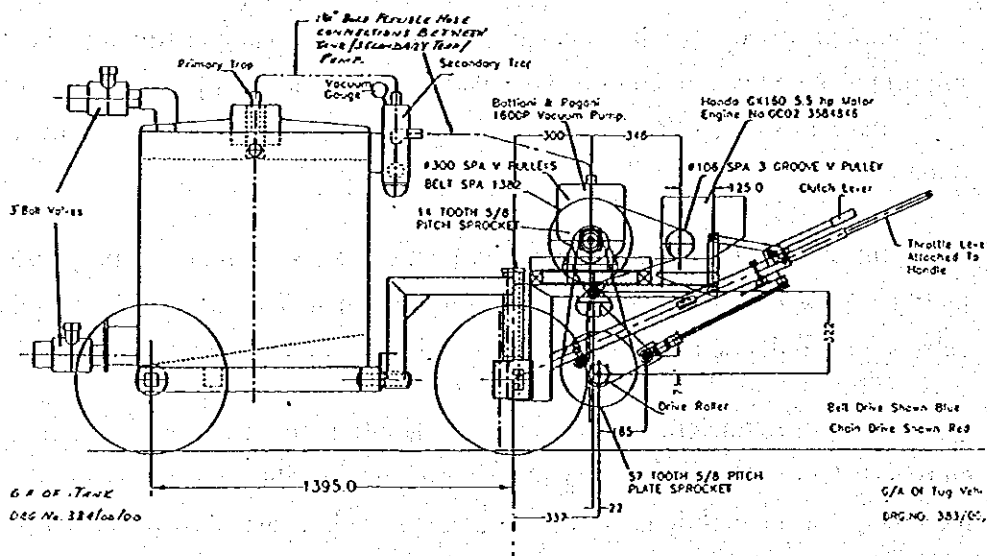


Figura V.2.4 Máquina pequeña para el vaciado de los pozos
(aspiradora)

Fuente: IRC (1999)

b) Costo de la recolección de lodos mediante sistema "in situ"

El costo total de operación de la recolección de lodos se calcula como se muestra en la *Tabla V.2.18*. El costo promedio de recolección es 78 soles. Puesto que el cálculo del costo antes mencionado no incluye los costos administrativos ni el interés sobre el costo del capital, la tarifa real será fijada ligeramente mayor.

Tabla V.2.18 Cálculo del costo de operación del vaciado de los pozos

Small Pit Emptying Machine 1,050 houses/year
 Capacity 4 years
 Economic Life 22,000 soles
 Price 858 l/year
 Fuel (petrol) 1,587 soles/year
 Fuel cost 2,200 soles/year
 Maintenance 36,000 soles/year
 Labor cost (2 person/machine)

Sludge Transfer (truck)
 Capacity 2 ton
 Economic Life 8 years
 Price 60,000 soles
 Fuel (diesel) 3,587 l/year
 Fuel cost 4,735 soles/year
 Maintenance 3,000 soles/year
 Labor cost (1 person/truck) 18,000 soles/year

Year	Small Pit Emptying Machine						Truck						Tariff Calculation							
	Required Number (unit)	Purchase Yearly (unit)	Cost (1,000 soles)	Depreciation (1,000 soles)	Fuel (1,000 soles)	Labour (1,000 soles)	Maintenance (1,000 soles)	Sub-total (1,000 soles)	Required Number (unit)	Purchase Yearly (unit)	Cost (1,000 soles)	Depreciation (1,000 soles)	Fuel (1,000 soles)	Labour (1,000 soles)	Maintenance (1,000 soles)	Sub-total (1,000 soles)	Total cost (1,000 soles)	Family served per year	Cost per collection (soles)	
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4687	0	
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4632	0	
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4565	0	
2001	5	5	110	27.5	6.8	180	11	198	4	4	240	30	17.8	72	12	102	357	4483	80	
2002	5	0	0	27.5	6.6	180	11	198	4	0	0	0	30	17.3	72	12	101	356	4389	81
2003	5	0	0	27.5	6.5	180	11	197	4	0	0	30	16.8	72	12	101	356	4281	83	
2004	4	0	0	27.5	6.3	144	8.8	159	4	0	0	30	16.2	72	12	100	317	4160	76	
2005	4	0	0	22	6.1	144	8.8	159	4	0	0	30	15.6	72	12	100	310	4025	77	
2006	4	0	0	22	5.9	144	8.8	159	4	0	0	30	14.9	72	12	99	310	3876	80	
2007	4	0	0	22	5.6	144	8.8	158	3	0	0	30	14.2	54	9	77	288	3713	77	
2008	4	0	0	22	5.3	144	8.8	158	3	0	0	30	13.4	54	9	76	287	3535	81	
2009	4	3	66	16.5	5.1	144	8.8	158	3	3	180	22.5	12.6	54	9	76	272	3342	82	
2010	3	0	0	16.5	4.7	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.8	54	9	75	233	3135	74	
2011	3	0	0	16.5	4.7	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.7	54	9	75	233	3133	74	
2012	3	0	0	16.5	4.7	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.6	54	9	75	233	3128	74	
2013	3	3	66	16.5	4.7	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.5	54	9	75	233	3120	75	
2014	3	0	0	16.5	4.7	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.4	54	9	74	233	3107	75	
2015	3	0	0	16.5	4.7	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.3	54	9	74	233	3091	75	
2016	3	0	0	16.5	4.6	108	6.6	119	3	0	0	22.5	11.1	54	9	74	232	3066	76	
2017	3	3	66	16.5	4.6	108	6.6	119	3	3	180	22.5	10.9	54	9	74	232	3036	76	
2018	3	0	0	16.5	4.5	108	6.6	119	3	0	0	22.5	10.8	54	9	74	232	3003	77	
2019	3	0	0	16.5	4.5	108	6.6	119	3	0	0	22.5	10.6	54	9	74	232	2967	78	
2020	3	0	0	16.5	4.4	108	6.6	119	3	0	0	22.5	10.4	54	9	73	231	2926	79	
2021	3	3	66	16.5	4.3	108	6.6	119	3	0	0	22.5	10.1	54	9	73	231	2872	80	
2022	3	0	0	16.5	4.3	108	6.6	119	3	0	0	22.5	9.8	54	9	73	231	2814	82	
2023	3	0	0	16.5	4.2	108	6.6	119	3	0	0	22.5	9.6	54	9	73	230	2733	84	
2024	3	0	0	16.5	4.1	108	6.6	119	2	0	0	22.5	9.3	36	6	51	209	2668	78	
2025	3	3	66	16.5	4.0	108	6.6	119	2	2	120	15	9.0	36	6	51	201	2620	77	
Total		24	328	478.5	125.8	3132	191.4	3449					309.7	1422	237	1909		Average	78	

(2) Sistema fuera del sitio

1) Sistema de recolección de aguas residuales

El resumen del colector y una estación de bombeo a ser ejecutados en un plan futuro se muestra en las siguientes tablas

a) Colector

Tabla V.2.19 Resumen del Plan de Alcantarillado

Fase	Longitud de la tubería (m)	Porcentaje del área servida (%)
Fase 1 (1998-2008)	23,396	36
Fase 2 (2009-2015)	46,832	57
Fase 3 (2016-2025)	66,007	72
Total	136,234	-

b) Estación de bombeo

Tabla V.2.20 Resumen del Plan para la estación de bombeo

Nombre	Especificación
E.B.DEL PUERTO	Bomba sumergible, 5.25 l/s, 8.6 m, 1.2 kW, 1 juego (+1)

2) Planta de tratamiento de aguas residuales

a) Posible mejoramiento a través de la Alternativa I-A.

Lagunas de sedimentación

Puesto que la remoción de los sólidos acumulados requerida en las lagunas facultativas se hace difícil durante la operación continua, se propone la instalación de lagunas de sedimentación. Dos lagunas serán construidas en la Fase 2 las cuales operarán alternadamente como laguna de sedimentación y poza de lodos. Se construirá otra laguna al inicio de la Fase 3. Los lodos acumulados en las lagunas ventiladas serán bombeados hacia la poza de sedimentación mientras ésta funcione como poza de lodos.

Tomas para las lagunas facultativas

Las tomas para las lagunas facultativas se han modificado como se muestra en la *Figura V.2.5* a fin de optimizar el tiempo promedio de retención de las lagunas.

Instalación de salida para la segunda laguna facultativa

Actualmente, se observa gran cantidad de algas en el afluente de las lagunas facultativas. A fin de minimizar la liberación de algas hacia el afluente, se instalará la estructura de salida mostrada en la *Figura V.2.5*.

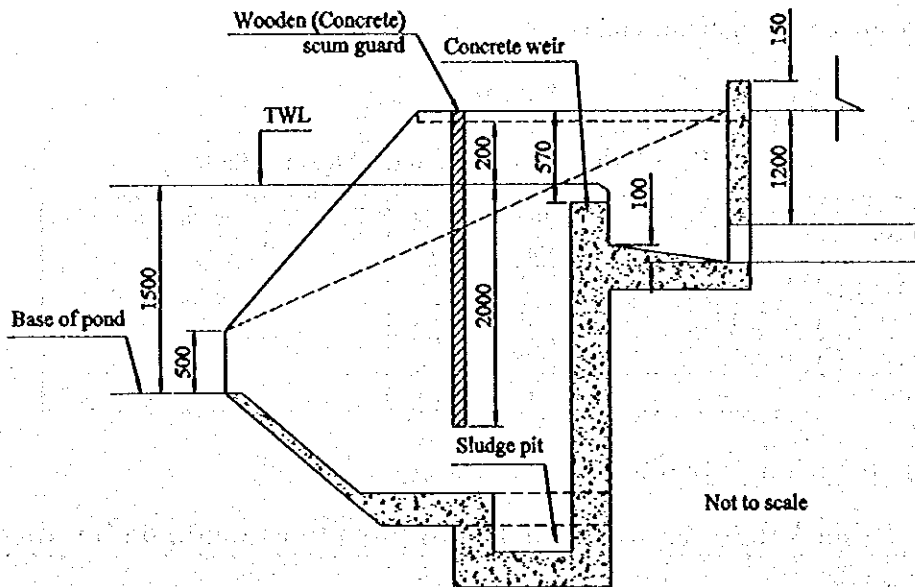
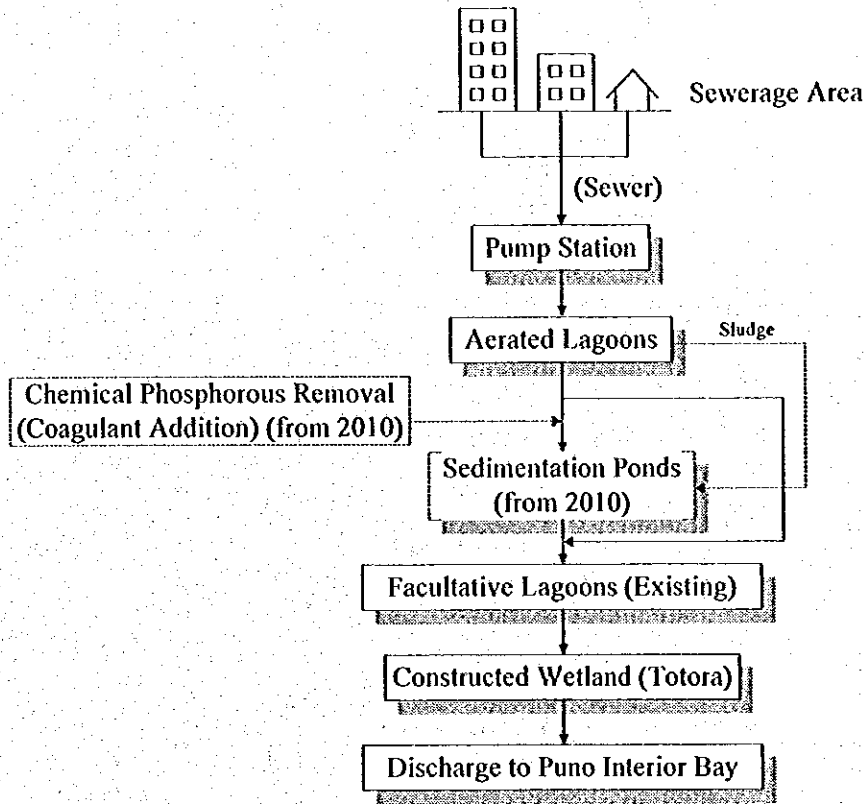


Figura V.2.5 Vertedero de Salida Propuesto

* Fuente: Mara and Pearson, 1998

b) Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Propuesta

El esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta se muestra a continuación.



La distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta se muestra en la *Figura V.2.6*.

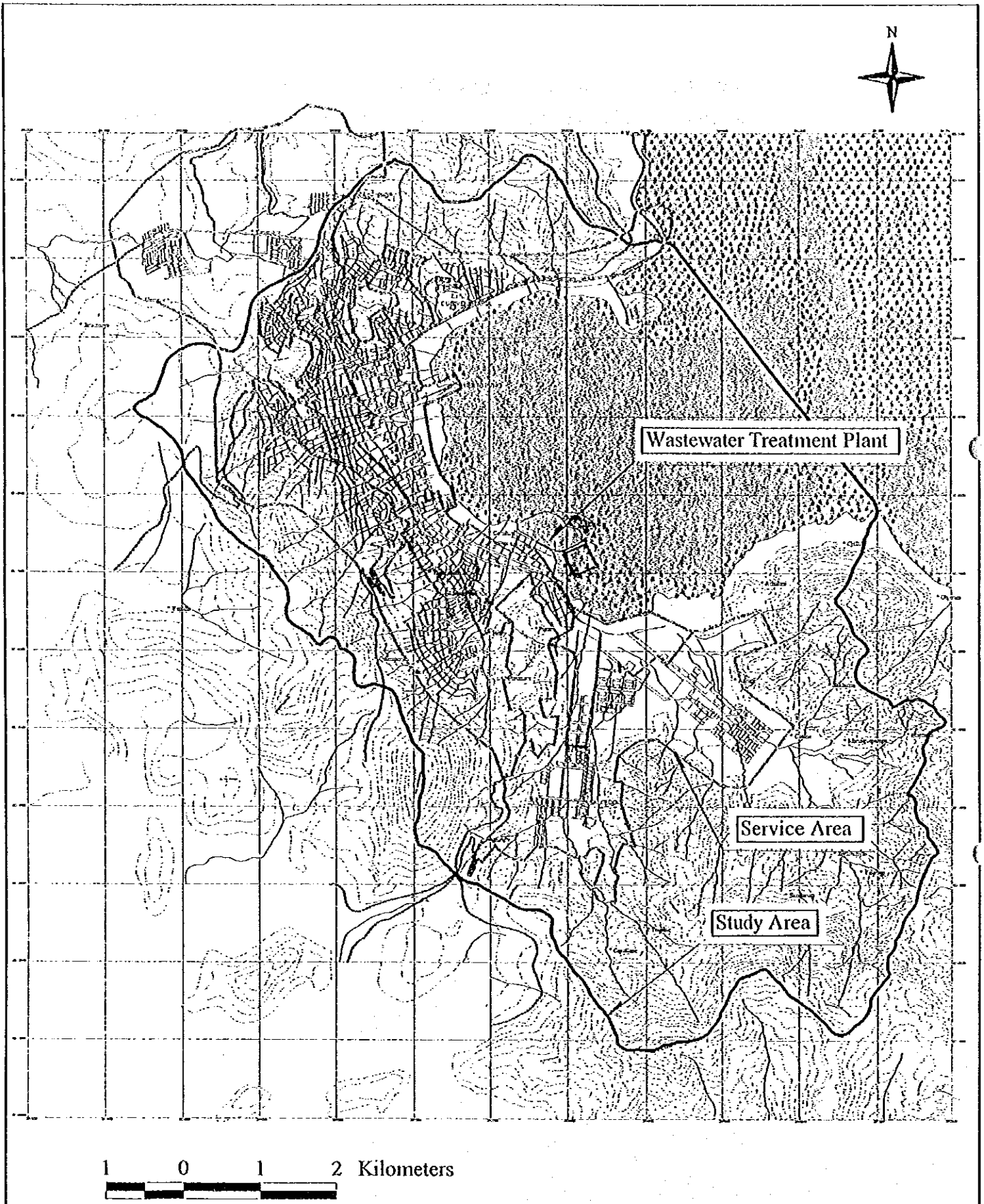
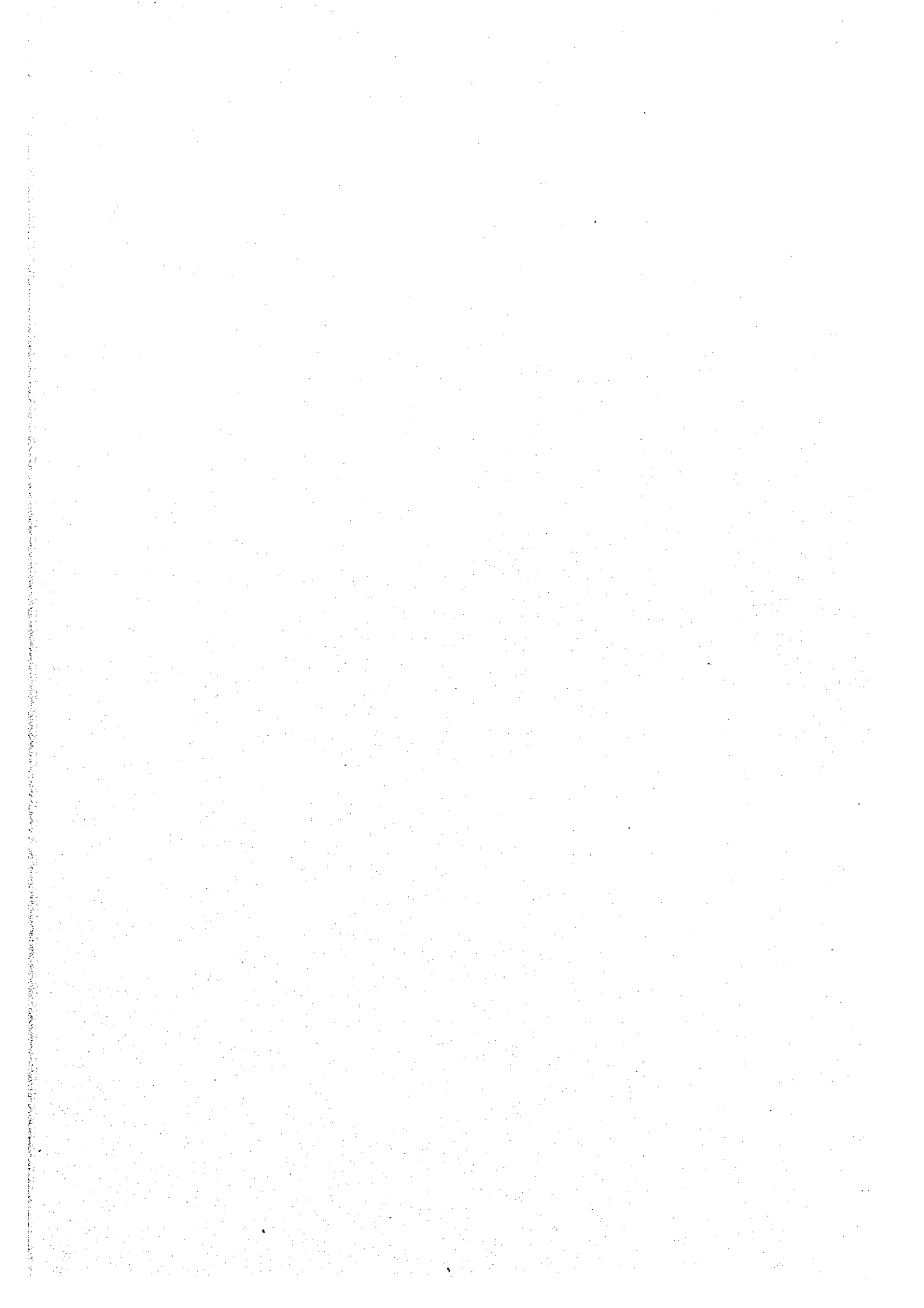
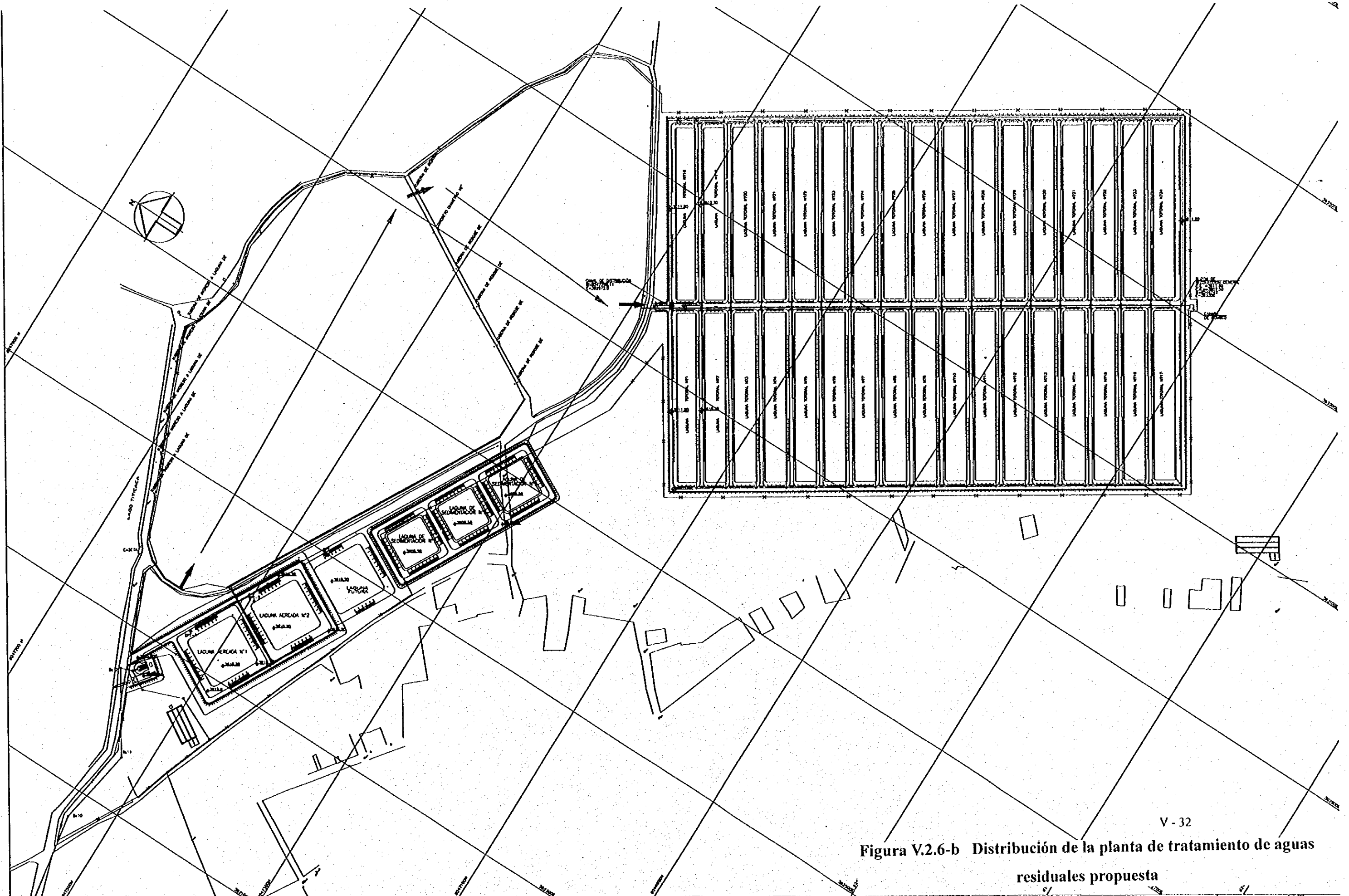


Figura V.2.6-a Distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta

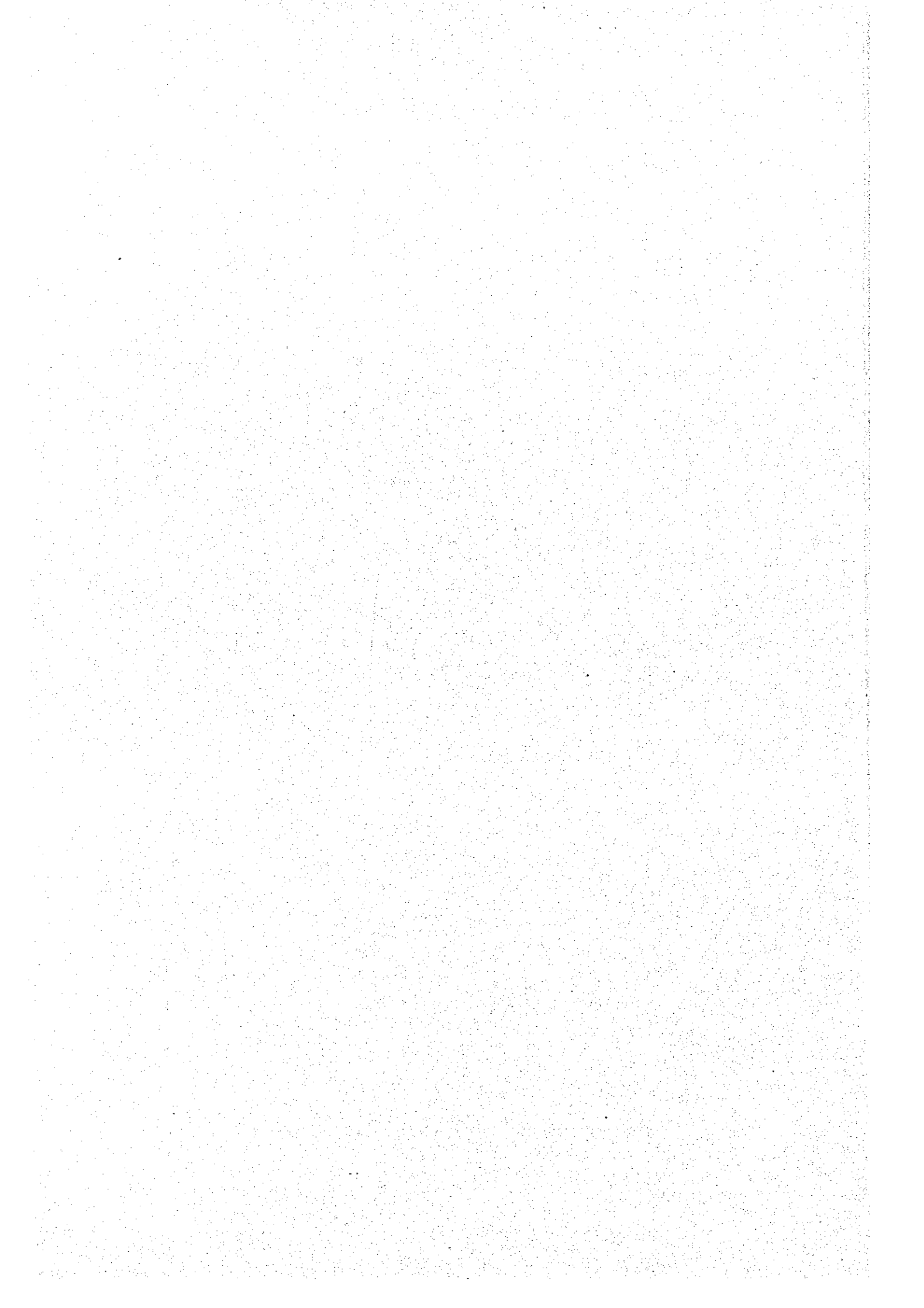




V - 32

Figura V.2.6-b Distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta

REVISIÓN		EJECUTADO POR		APROBADO POR		PRONAP		PLANOS/DOCUMENTOS DE REFERENCIAS		NOTAS	PRONAP		EJECUTADO POR		ESTUDIO DEFINITIVO DE LAS OBRAS DE PRIMERA ETAPA		REPUBLICA DEL PERU	
N°	FECHA	TITULO/DESCRIPCION				ACEPTADO	FECHA	TITULO	NUMERO		ESTADO	FECHA	PROYECTISTA	FECHA	TAREA PROYECTO	SUB-TAREA PROYECTO	PROYECTO	FECHA
0										1) MEDIDAS Y COTAS EN METROS, EXCEPTO CUANDO SEAN INDICADAS.	REVISADO:	PROYECTISTA:	APROBADO POR:	PROYECTO:	SUB-TAREA PROYECTO:	PROYECTO:	FECHA:	FECHA:



Especificaciones de las principales instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales se muestran a continuación:

Tabla V.2.21 Especificaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta

Instalaciones	Especificaciones
1. Estación de Bombeo	
EB Puno	Bomba sumergible, 200 l/s, 8.6 m, 30 kw, 2 juegos (+1)
2. Lagunas ventiladas	3 pozas
Tipo	Tipo rectangular
Dimensiones	64.0 m (ancho) × 80.0 m (largo) × 4.0 m (profundidad)
Nivel de potencia de aireación	22.35 kW (4 por poza)
Tiempo de retención	2.43 días
3. Laguna primaria existente	1 pozas
Tipo	Laguna facultativa
Area	13.4 he
Profundidad promedio	1.5 m
Volumen	204,600 m ³
4. Laguna Secundaria Existente	1 poza
Tipo	Laguna facultativa
Area	7.9 he
Profundidad promedio	1.5 m
Volumen	118,350 m ³
5. Humedales construido	34 pozas
Tipo	Flujo sub-superficial
Dimensiones	23.0 m (ancho) × 203.0 m (largo)
Profundidad promedio	0.3 - 0.5 m
6. Pozas de sedimentación	3 pozas
Tipo	Tipo rectangular
Dimensiones	63.0 m (ancho) × 63.0 m (largo) × 4.0 m (profundidad)
Tiempo de Retención	2 días en el año 2025

2.4.2 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

(1) Fortalecimiento de la capacidad Institucional y operativa de EMSAPUNO

El Programa MIO de EMSAPUNO, actualmente en ejecución y finalización programada para el año 2001, será ampliado a fin de implementar efectivamente el Plan Maestro propuesto. Adicionalmente al programa antes mencionado, se deberá establecer un programa de entrenamiento al personal actual y futuro a fin de proporcionar los conocimientos y habilidades para la administración de la organización y para la operación y mantenimiento de las instalaciones.

El programa de entrenamiento podrá incluir:

- Entrenamiento paralelo con las labores normales en diversas instalaciones por personal experimentado de EMSAPUNO u otras organizaciones.
- Entrenamiento en otras compañías de agua, tal como SEDAPAL, para familiarizarlos con las nuevas prácticas administrativas y tecnologías.

El personal requerido para la operación y mantenimiento será discutido en la Sección 2.7.

(2) Promoción de la higiene

A fin de conseguir un mejoramiento de la salud pública, es esencial la promoción de la higiene entre los residentes de la ciudad de Puno. Las posibles estrategias para la promoción de la higiene son:

- Administración de la comunidad: Los miembros de la comunidad juegan un rol clave en la administración del proyecto.
- Participación de la mujer: La participación activa de la mujer en cada etapa del proyecto está garantizada.
- Construcción de letrinas: Letrinas familiares serían construidas por las familias o personal de la comunidad.

- Contribución de la comunidad en los costos de inversión: Esto facilitaría los programas de propiedad local aunque el programa podría requerir subsidio del Estado.
- Educación y entrenamiento en higiene y saneamiento: Esta actividad es clave para garantizar el uso efectivo y duradero de los servicios. Material de entrenamiento, como el mostrado en la *Figura V.2.6*, debe ser desarrollado por educadores y trabajadores en la salud.

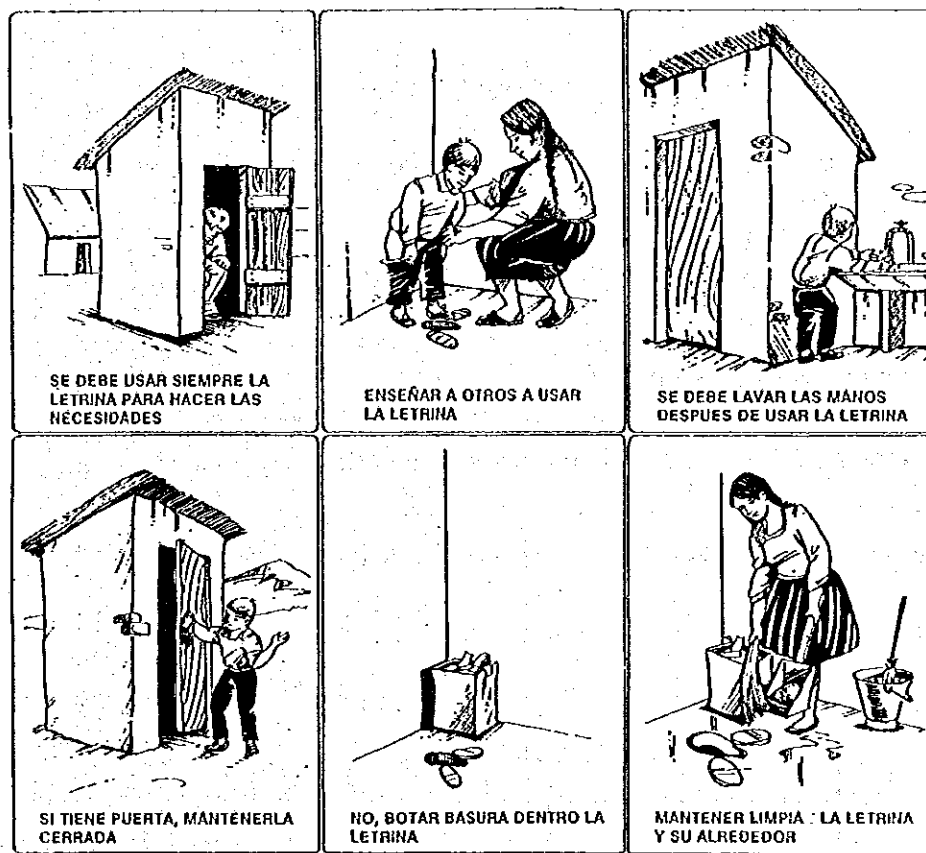


Figura V.2.7 Reglas para el uso correcto de letrinas

Fuente: WHO (1998)

(3) Control del uso del sistema de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado son frecuentemente dañados por mal uso de los pobladores, resultado del concepto errado consistente en que el sistema puede ser utilizado para eliminar cualquier objeto no deseado. Se requiere de regulaciones adecuadas que establezcan el uso apropiado del sistema y la cooperación pública a fin de mantener el control del sistema de alcantarillado.

Las reglamentaciones deberán prohibir:

- Descarga de sustancias explosivas o inflamables al alcantarillado sanitario
- Descarga de residuos corrosivos o abrasivos
- Conexión de los drenajes de los techos al alcantarillado sanitario

Las reglamentaciones adecuadas deberán ser adoptadas e implementadas por la Municipalidad Provincial de Puno, EMSAPUNO y las comunidades.

2.5 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Los trabajos de construcción, por fases, se muestran a continuación:

Instalaciones	Tubo Colector	Estación de Bombeo	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Año	2000-2002	2000-2002	2000-2002
Fase 1	ϕ 150-900, L = 25,223m	EB EL PUERTO	EB Puno Laguna Ventilación \times 2 Humedal construido \times 34
Fase 2	ϕ 150-300, L = 46,832m		<2009> Poza de Sedimentación \times 2
Fase 3	ϕ 150-300, L = 66,007m	<2017> EB EL PUERTO (Renovación del equipo de bombeo)	<2016-2017> EB Puno (Renovación del equipo de bombeo) Laguna de Ventilación \times 1 Poza de Sedimentación \times 1

2.6 COSTO ESTIMADO

El costo de construcción del proyecto propuesto es estimado siguiendo el mismo procedimiento presentado en la sección 2.3.3.

Tabla V.2.22 Costo de Construcción del Proyecto Propuesto

Unidad: Miles de S/.

	Fase 1 (1998-2008)	Fase 2 (2009-2015)	Fase 3 (2016-2025)
(1) Costo de construcción	23,431	11,172	18,950
(2) Adquisición de Terreno de Mantenimiento	234	112	189
(3) Costo de Ingeniería			
1) Diseño Detallado	1,406	670	1,137
2) Construcción / Supervisión	937	447	758
Sub-Total	2,343	1,117	1,895
(4) Gastos Comunes			
1) Gastos Generales / Administración	200	200	200
2) Adquisición de Terreno	0	0	0
Sub-Total	200	200	200
(5) Contingencias	3,901	1,860	3,155
(6) IGV18%	5,384	2,567	4,354
Total	35,494	17,028	28,743
		Gran Total	81,265

2.7 ORGANIZACIÓN PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.7.1 PROGRAMA DE TRABAJO PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Tabla V.2.23 Trabajos por tipo de operación y mantenimiento del colector

Tipo de O & M	Trabajos
Supervisión diaria	<ul style="list-style-type: none">- Operación de las instalaciones de bombeo- Operación de las instalaciones eléctricas
Investigación del lugar	<ul style="list-style-type: none">- Identificación de daños y ubicación de obstrucciones- Identificación de puntos de infiltración de aguas subterráneas- Investigación de los puntos de rebose de los buzones- Medición del volumen de sedimentos en el fondo del colector
Limpieza de tuberías	<ul style="list-style-type: none">- Eliminación de sedimentos, limo y materias extrañas
Rehabilitación	<ul style="list-style-type: none">- Sustitución/repación de colector dañado

Tabla V.2.24 Trabajos por tipo de O&M de la planta de tratamiento de aguas residuales

Trabajo de O & M	Trabajos
Trabajos diarios	<ul style="list-style-type: none">- Medición de caudal de aguas residuales- Eliminación de residuos de las rejillas- Revisión del funcionamiento de los aireadores- Revisión del funcionamiento de las instalaciones eléctricas- Revisión del funcionamiento de la recolección de lodos "in situ"
Trabajos periódicos	<ul style="list-style-type: none">- Remoción de arena y sedimentos en el desarenador (mensual)- Revisión/repación de instalaciones electromecánicas (anualmente)- Cambio de repuestos desgastados de instalaciones electromecánicas (cada 5 a 10 años)- Remoción de los lodos secos de las pozas de sedimentación (cada 6 meses)

Algunos parámetros principales tales como temperatura, pH, DBO, CDO, SS, cantidad de bacteria coliforme, número total de colonias, etc. para las aguas residuales y temperatura, pH y contenido de humedad para los lodos deben ser medidos en la planta de tratamiento.

2.7.2 ORGANIZACIÓN PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO

Tabla V.2.25 Cantidad Necesaria de Personal para la Operación y Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado Propuesto

(Unidad: personas)

Campo y Cargo		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Responsabilidad
Administrador		1	1	1	Responsable del sistema de alcantarillado
Alcantarillas y Estación de Bombeo					
Alcantarillas	Ingeniero	-	-	-	Responsable de la limpieza de colectores
	Capataz	-	-	-	Responsable de las obras del lugar
	Obrero	2	4	6	2 trabajadores/equipo
	Chofer	1	1	1	2 trabajadores/equipo
					* El mantenimiento de los vehículos deberá ser efectuado por EMSAPUNO
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales					
Operación	Ingeniero	1	1	1	Responsable de los asuntos técnicos
	Capataz	1	1	1	Responsable del funcionamiento de cada turno
	Operador	1	1	2	1 (2) operadores/turno
Mantenimiento	Técnico	1	1	1	Responsable de las obras del lugar
	Obrero	-	-	-	Limpieza
Análisis de la calidad del agua	Químico	1	1	1	Control de calidad de agua
Total		7	9	14	

El personal administrativo de EMSAPUNO no se encuentra incluido en la tabla. Se contratará trabajadores temporales durante la operación para efectuar trabajos tales como la tala de totora o la eliminación de lodos.

2.7.3 COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El programa de operación y mantenimiento, según lo establecido en las secciones antecedentes, requiere de los siguientes ítems y fondos anuales para el adecuado funcionamiento del sistema recolector de aguas residuales y de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla V.2.26 Costo de Operación y Mantenimiento

(Unidad: S/. /año)

Año	2008	2015	2025
- Gastos de personal	167,802	222,641	294,000
- Costo de electricidad	475,14	630,388	832,434
- Costo de cloro	-	-	-
- Costo de coagulante	-	105,894	139,834
- Tala de totora	3,853	5,112	6,750
- Costo de reparación	87,818	116,518	153,863
Total	734,587	1,080,553	1,426,881

* Los costos incluyen IGV

Para el estudio anterior, se ha preparado el cronograma global de implementación y desembolsos, el cual se muestra en la *Tabla V.2.27*.

Tabla V.2.27 Cronograma de Implementación y Desembolsos para el Plan Propuesto

Asiento	Fase 1										Fase 2										Fase 3									
	1998	1999	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		
Cronograma de Implementación																														
1. Preparación del proyecto																														
2. Etapa de pre-construcción																														
2.1 Diseño detallado																														
2.2 Licitación																														
3. Construcción																														
3.1 Sistema de recolección																														
3.2 Planta de tratamiento de aguas servidas																														
- Obras Civiles																														
- Obras Eléctricas/Mecánicas																														
4. Equipamiento																														
5. Operación de prueba																														
Cronograma de Desembolsos	Fase 1										Fase 2										Fase 3									
(Miles \$.)	35,494										17,028										28,743									
1. Adquisición de terreno	0																													
2. Administración	600																													
3. Construcción	53,553																													
(1) Colector	31,639																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	0																													
(2) Est. Bombeo - Obras Civiles	34																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	363																													
(3) Planta de tratamiento - Civiles	7,649																													
- Obras Eléctricas/Mecánicas	13,868																													
4. Equipamiento	536																													
5. Servicio de Ingeniería	5,355																													
6. Imprevistos	8,917																													
7. IGV (18 %) (for 3, 4, 5, 6)	12,305																													
Total	81,265																													
8. Renovación de equipos (incluye IGV y con:	26,939																													
9. Operación & Mantenimiento	25,896																													
Total General de Desembolsos	132,100																													

2.8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

2.8.1 ASPECTO AMBIENTAL

(1) Contribución para el mejoramiento ambiental

Tabla V.2.28 Calidad de aguas residuales descargadas en la bahía interior

	Año	DBO ₅ mg/l	Nitrógeno (N-T) mg/l	Fósforo (P-T) mg/l
Fase1	2008	10	27	4.0
Fase2	2015	12	31	2.9
Fase3	2025	11	33	2.9

* Los valores correspondientes a los años 2015 y 2025 incluyen la adición de coagulantes

La reducción total de cargas contaminantes en la bahía interior se muestra en la *Tabla V.2.29*.

Tabla V.2.29 Reducción de cargas contaminantes mediante las medidas propuestas en el año 2025

	DBO ₅		N-T		P-T	
	Descarga (kg./día)	Reducción (%)	Descarga (kg./día)	Reducción (%)	Descarga (kg./día)	Reducción (%)
Sin proyecto	2,541	0 %	1,292	0 %	155	0 %
Con proyecto	526	79 %	667	48 %	68	56 %

(2) Evaluación Ambiental Inicial (IEE)

Tabla V.2.30 Evaluación Ambiental Inicial (IEE)

Preocupación Ambiental	Evaluación	Observaciones
Contaminación del agua del lago	B	Se puede considerar el reciclaje de las aguas tratadas.
Descarga de lodos	C	El lodo será depositado en un área cercada, de acceso restringido al público fuera del área de la cuenca de la Bahía Interior de Puno.
Generación de olor ofensivo y ruidos	B	Se podría generar olores ofensivos y ruidos en las lagunas ventiladas.
Cambio del panorama	B	Los amplios campos de totora alterarán el panorama

- A: Se espera un impacto serio
B: Se espera un impacto menor
C: Se desconoce la extensión del impacto
D: No hay impacto

Sólo se esperan impactos ambientales menores como consecuencia de la implementación del plan propuesto.

2.8.2 ASPECTOS TÉCNICOS

La evaluación de los aspectos técnicos se resume en la *Tabla V.2.31*.

Tabla V.2.31 Evaluación Técnica del Plan Propuesto

Criterio	Plan Propuesto
Experiencias previas de operación en Perú	○
Tecnología empleada apropiada	⊙
Operación y Mantenimiento fáciles	⊙
Cronograma de Implementación Efectivo para obtener los mejores resultados	○
Capacidad para responder a la nueva tecnología	○

La implementación del plan propuesto es considerada técnicamente factible en la ciudad de Puno.

2.8.3 ASPECTO SOCIAL

De acuerdo a la investigación de conciencia pública ejecutada por el Equipo de Estudio de JICA, la expectativa con relación al mejoramiento de la higiene y del medio ambiente en el lago como consecuencia del desarrollo del sistema de alcantarillado es bastante alta. La implementación del Plan Maestro tendrá los siguientes efectos sociales:

- Mejoramiento de las condiciones sanitarias
- Mejoramiento del potencial de desarrollo turístico debido al mejoramiento de la calidad del agua en el lago interior.

El Plan Maestro propuesto es considerado socialmente factible para la ciudad de Puno. La aceptación social y la efectividad del Plan Maestro serán realizadas mediante la conciencia pública del programa.

2.8.4 ASPECTO FINANCIERO

(1) Condiciones del Análisis Financiero

A fin de analizar los aspectos financieros del plan propuesto, se han considerado las siguientes condiciones,

- (a) Se ha omitido la tasa de inflación.
- (b) No se considera el impuesto a la renta del proyecto de alcantarillado.
- (c) Los ingresos del proyecto de alcantarillado serán incrementados por: (1) crecimiento de la población de Puno, (2) incremento del volumen de aguas residuales, (3) incremento de la tarifa por el servicio de tratamiento de aguas residuales (5% cada tres años) y (4) incremento del índice de cobranzas.
- (d) KfW dona 12 millones de Marcos Alemanes (S/. 21,180,000).
- (e) La parte de la construcción que no pueda ser cubierta por la donación de KfW será financiada mediante un préstamo local con una tasa de interés de 5%. El préstamo local cubrirá las contingencias de los trabajos de construcción más no el IGV (Impuesto General a las Ventas) de los mismos.
- (f) Los costos del mantenimiento, ingeniería y de los equipos de mantenimiento serán financiados mediante fondos locales sin intereses.
- (g) Las obras civiles para el tratamiento de las aguas residuales se depreciarían en 40 años.
- (h) El equipo de mantenimiento se depreciaría en 10 años, al cabo de los cuales se comprará nuevo equipamiento al mismo precio.
- (i) Las contingencias (15%) se consideran sólo sobre el costo de construcción, equipo de mantenimiento y servicio de ingeniería.
- (j) El IGV (18%) se considera sobre el costo de construcción, equipo de mantenimiento, servicio de ingeniería, las contingencias y mantenimiento.
- (k) Todas las instalaciones y los equipos serán vendidos por EMSAPUNO al valor restante del 2025 AF.

(1) Están incluidos los costos de renovación de los equipos actuales y propuestos a fin de evaluar la viabilidad financiera de todo el servicio del sistema de alcantarillado de EMSAPUNO.

(2) Viabilidad Financiera del Proyecto Propuesto

El VAN (Valor Actual Neto) y el TIRF (Tasa Interna de Retorno Financiero) son utilizados como indicadores a fin de estimar la viabilidad financiera del plan propuesto. A fin de calcular el VAN, la tasa de descuento se ha estimado en 5% ya que la tasa interna comercial en los bancos en el Perú fue 5% en Agosto de 1999 (Banco Central de Reserva del Perú, Agosto de 1999).

Tabla V.2.32 TIRF y VAN del plan propuesto
(Unidad: 1,000 S/.)

	TIRF	VAN
Plan Propuesto	6.0%	S/. 2,277

Nota: La tasa de descuento del VAN es 5%

La TIRF y el VAN son calculados utilizando la información del costo del proyecto, renta y donación. Los detalles de esta información se muestran en la *Tabla V.2.33*.

La TIRF (6.0%) es mayor que la tasa de descuento (5%) y el VAN (S/.2,277) se vuelve positivo, por lo tanto, el plan propuesto se considera factible. Sin embargo, dicha factibilidad está basada en las condiciones mencionadas en la sección previa, por lo tanto es crucial la búsqueda de fuentes de préstamos locales con intereses por debajo del 5% y fondos locales sin intereses.

La fluctuación del balance de liquidez se muestra en la *Figura V.2.8*. Los “desembolsos del flujo de efectivo” aumentará entre el 2001 y el 2017, debido a que los costos por los trabajos de construcción se inflarán en estos años, y los “desembolsos del flujo de efectivo” se incrementarán entre el 2012 y el 2022, debido a que el costo para la adquisición de equipos aumentarán entre los mencionados años. Mientras que los “ingresos del flujo de efectivo” se incrementarán en el 2001, debido a la donación de la KfW. Por otra parte, los “ingresos del flujo de efectivo” aumentarán en el 2025 porque se supone que todas las instalaciones y los equipos serán vendidos por EMSAPUNO al costo devaluado remanente.

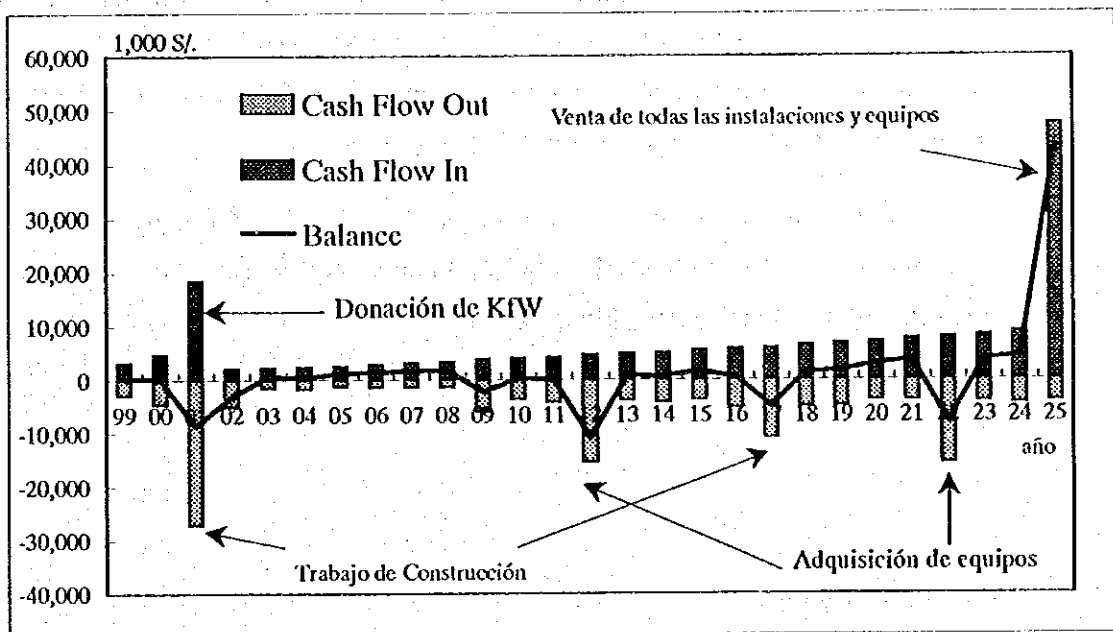


Figura V.2.8 Fluctuación del Balance de Efectivo

(3) Plan Financiero

A fin de que el plan propuesto alcance un nivel financieramente viable, representado por una TIRF mayor que 5%, uno de los métodos más efectivos es la recepción de subsidios o subvenciones. Por otro lado, no sólo se debe considerar el aspecto financiero, sino también debe ser considerado el aspecto económico porque la implementación del plan propuesto para el mejoramiento de la calidad del agua del Lago Titicaca también influenciará en la industria turística y pesquera de Puno.

A fin de hacer factible el plan propuesto, se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:

- (a) Búsqueda de una fuente financiera con una tasa de interés menor al 5%.
- (b) Búsqueda de una fuente financiera sin interés.
- (c) Incremento del índice de cobranzas, la cual es de aproximadamente 76% en la actualidad.

- (d) Incremento de la tarifa por los servicios de tratamiento de aguas residuales (5% cada 3 años). La tarifa actual en la ciudad de Puno es aproximadamente 97 soles/familia/año (EPS EMSAPUNO S.A. MEMORIA ANUAL 1998). El incremento debe ser reajustado y correctamente informado a los ciudadanos de Puno desde la etapa de preparación del proyecto.
- (e) A fin de mitigar un impacto en el alza para los sectores familiares con bajos ingresos económicos, un cierto tipo de medida podría ser considerada. Por ejemplo, un sistema de tarificación progresiva, mediante mediciones por manzanas (consumo) aplicando una tarifa básica baja, ayudará a los sectores familiares de bajos ingresos, que mantienen bajo consumo de agua.

2.9 RECOMENDACIONES

(1) Implementación inmediata del plan de desarrollo del sistema de alcantarillado

Puesto que la eutrofización de la Bahía Interior de Puno ha alcanzado el nivel hiper-eutrófico, se requieren acciones inmediatas para reducir la descarga contaminante que ingresa a la bahía. La implementación del plan de desarrollo del sistema de alcantarillado reducirá considerablemente los contaminantes que ingresan al lago tal como se discutió en la sección 2.8.

(2) Mantenimiento preventivo de los humedales construidos

El sistema de tratamiento de aguas residuales tiene un proceso de tipo flujo subterráneo de los humedales artificiales con respecto al diseño el cual las autoridades peruanas ambicionan construir. En general, el índice de reducción de cargas contaminantes a través de este tipo de instalaciones, varía debido a algunas condiciones locales o a la calidad de mantenimiento. Este tipo de humedales no tendrán el rendimiento esperado, a menos que un mantenimiento preventivo de la instalación evite las obstrucciones. Por consiguiente, es necesario un estudio experimental para examinar la eficiencia y el propio mantenimiento de la instalación. El estudio también podrá ser llevado a cabo para alternativas tales como, humedales de tipo flujo superficial o sistemas de tratamiento con *Lemna*. El tipo idóneo será decidido a través de los resultados.

(3) Promoción de la higiene

En la sub región de salud de Puno, la tasa de mortalidad infantil es de 99 por cada 1,000 nacimientos, mayor que el promedio nacional peruano de 47 en 1995. A fin de mejorar las condiciones sanitarias actuales de la ciudad de Puno se requieren tomar urgentemente medidas apropiadas de promoción de la higiene (Sección 2.4.2).

(4) Control de afluencia en el sistema de alcantarillado sanitario

Gran afluencia al sistema de alcantarillado sanitario ha sido observada durante las precipitaciones, lo que ocasiona caudales extremos en estas temporadas. Esto sobrecarga las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento, ocasionando la descarga directa de aguas residuales no tratadas a la Bahía Interior de Puno. Se deberá establecer reglamentaciones estrictas para prevenir el diseño de conexiones de descarga de aguas pluviales al sistema sanitario.

(5) Mejoramiento de la conciencia ambiental

Los resultados de las investigaciones demuestran que la conciencia pública con relación al deterioro del medio ambiente aún no es muy elevada. Esta falta de conciencia ambiental ocasiona el mal uso del sistema de desagüe sanitario y el uso de las yfas de drenaje como excusados. Se recomienda enfáticamente la concienciación medioambiental como factor clave para el mejoramiento del medio ambiente.

