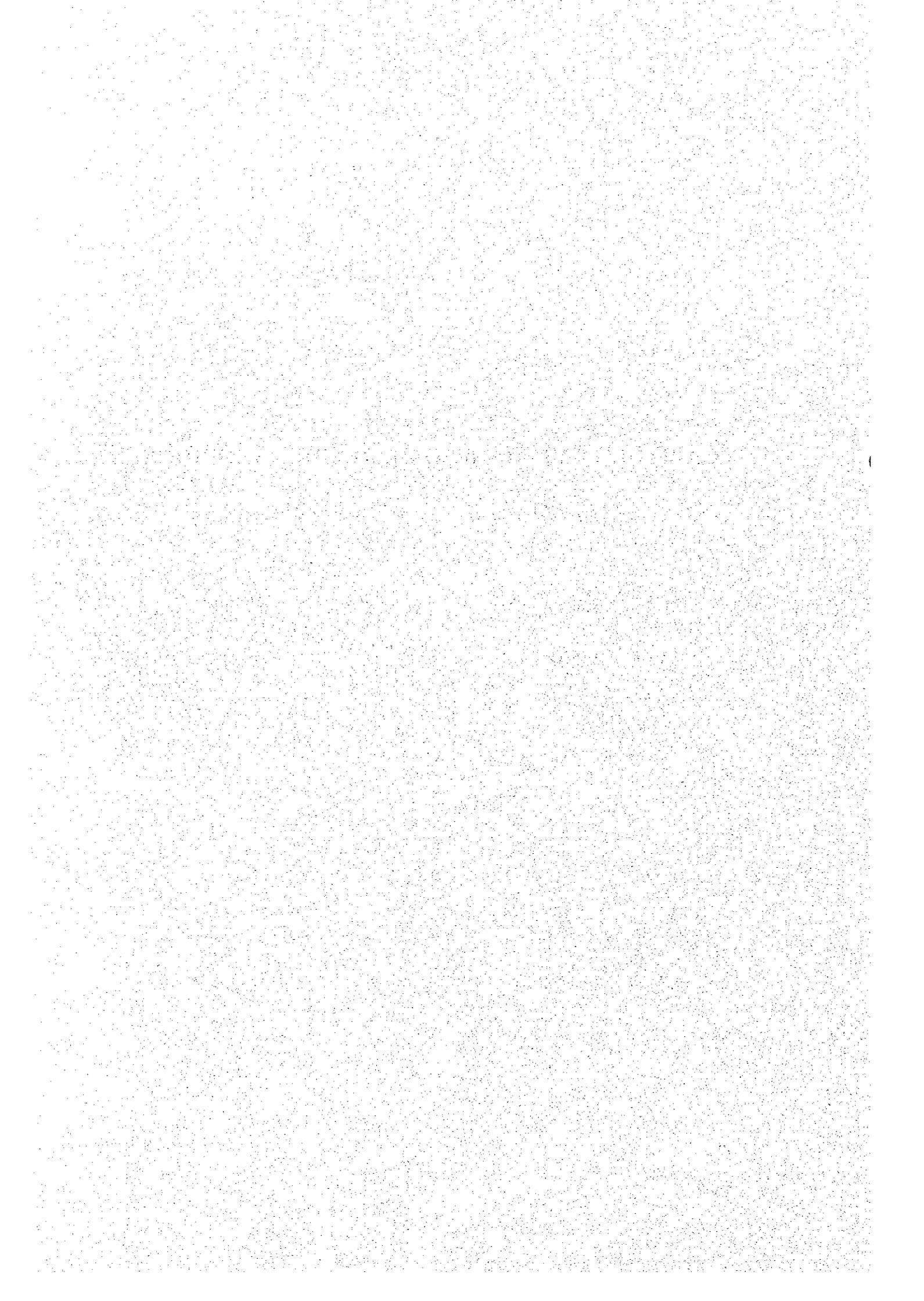


CAPITULO – VI MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS



CAPÍTULO - VI

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

1 CONDICION ACTUAL

1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

(1) Investigación de Campo

1) Esquema de la Investigación de Campo

A fin de establecer un plan de manejo de los residuos sólidos, el aspecto principal y más importante es la recolección de información relacionada a la población servida, cantidad de residuos y naturaleza de los mismos.

Se condujeron las siguientes investigaciones de campo a fin de comprender exactamente la situación actual del manejo de residuos sólidos (SWM) en la ciudad de Puno.

- Estudio del tiempo y dinámica de los trabajos de recolección
- Estudio de la cantidad de residuos sólidos transportada al lugar de disposición final.
- Estudio de la disposición clandestina de residuos (ubicación y cantidad)
- Cantidad y componentes físicos
- Medición del lugar de disposición final existente.

Los detalles de los estudios mencionados se describen en el Informe de Apoyo. Considerando la importancia de los resultados de dichas investigaciones con relación a la cantidad y calidad de residuos así como de la disposición clandestina de los mismos, dichos resultados se resumen en los siguiente párrafos.

2) Cantidad y componentes de los residuos

La investigación de la recolección y cantidad de residuos se efectuó dividiendo la ciudad en cuatro áreas: zona residencial, zona comercial, zona de desarrollo reciente y zona montañosa (A-D). Estas zonas se muestran en la *Figura VI.1.1*.

Como resultado de la investigación, el promedio de residuos generados per cápita y la gravedad específica son 0.33 kg./persona-día y 0.18 kg./l respectivamente, como se muestra en la *Tabla VI.1.1* y la *Tabla VI.1.2*.

Tabla VI.1.1 Residuos Generados Per Cápita por Zonas

ZONAS	RESIDUOS GENERADOS PER CAPITA
A-1 (comercial)	1.03 (Kg/stand/día)
A-2 (mercados)	2.11 (Kg/stand/día)
B-1	0.30(Kg/persona/día)
B-2	0.39(Kg/persona/día)
C-1	0.22(Kg/persona/día)
C-2	0.25(Kg/persona/día)
D-1	0.41(Kg/persona/día)
D-2	0.41(Kg/persona/día)
Promedio	0.33(Kg/persona/día)

Fuente : Equipo de Estudio de JICA, 1998

Tabla VI.1.2 Gravedad Específica de los residuos por Zonas (kg/l)

ZONAS	GRAVEDAD ESPECIFICA (kg/l)
A-1	0.20
A-2	0.29
B-1	0.17
B-2	0.16
C-1	0.15
C-2	0.21
D-1	0.12
D-2	0.15
Promedio	0.18

Fuente : Equipo de Estudio de JICA, 1998

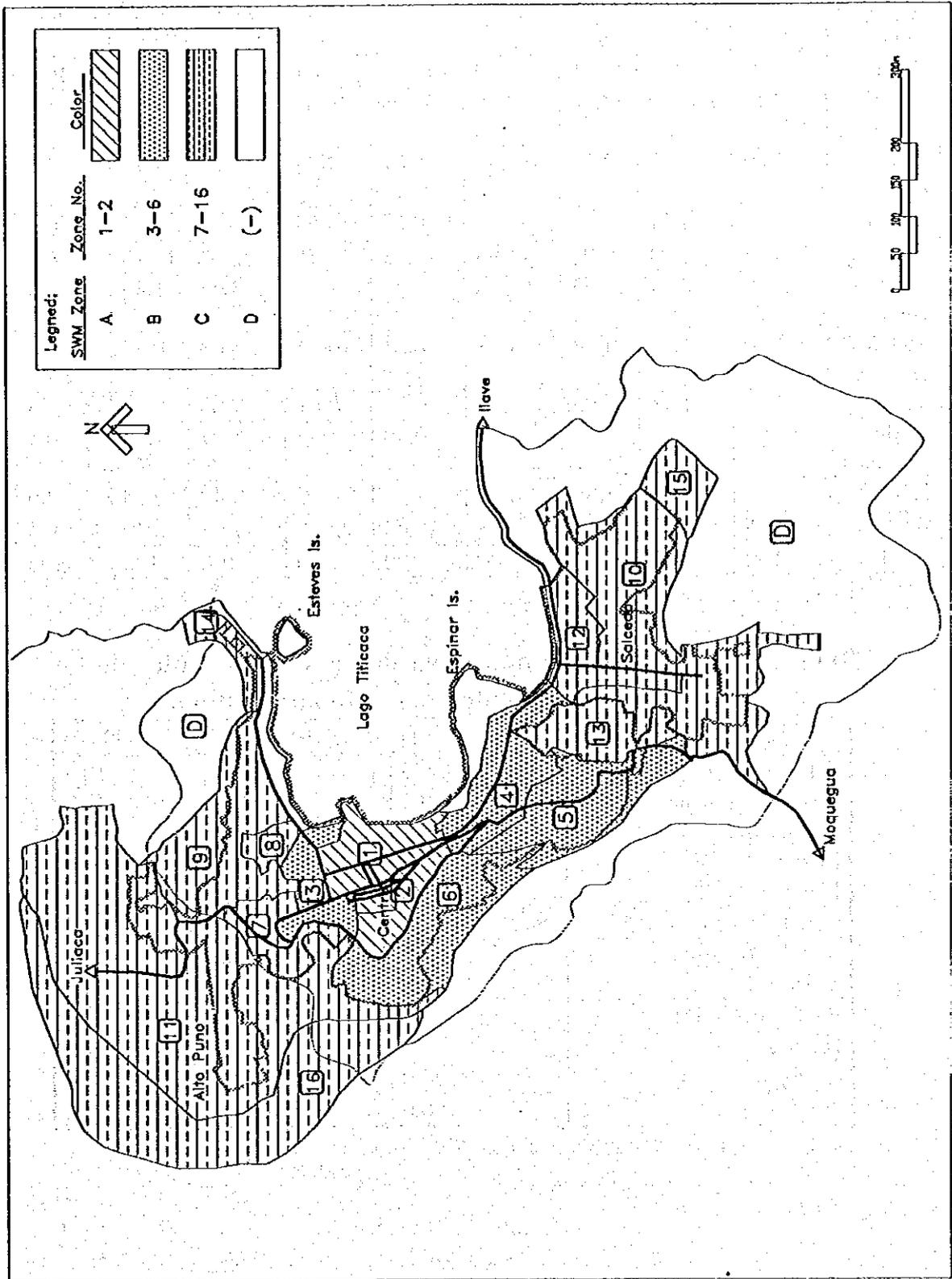


Figura VI.1.1 Zonas para el Manejo de los Residuos Sólidos

Tabla VI.1.3 Componentes de los Residuos por Zonas

ZONAS	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	Prom.
Ítem	%	%	%	%	%	%	%	%	
Papel	24.02	6.03	13.81	11.09	12.83	7.81	7.88	5.38	10.4
Basura Orgánica	38.14	62.22	47.86	59.56	39.68	29.82	38.38	47.09	43.7
Fibras, ropa	3.60	2.22	2.53	3.41	4.01	3.35	3.23	1.74	2.9
Madera	—	1.11	—	—	0.60	0.64	0.40	0.44	0.5
Plástico	20.72	5.08	20.04	11.95	17.23	16.75	22.02	17.15	16.5
Caucho, cuero	—	8.89	2.53	—	—	—	3.64	1.45	2.5
Metales ferrosos	3.30	1.11	4.28	4.61	6.21	10.37	8.08	8.72	6.2
Vidrio	7.52	1.11	1.95	1.87	0.60	8.61	7.08	9.59	5.4
Piedra, cerámica	—	—	—	—	0.40	—	1.21	1.46	0.5
Huesos	—	8.42	3.89	0.68	—	—	0.40	0.58	2.0
Suelo	0.15	3.81	3.11	6.83	18.44	22.65	7.68	6.40	9.4
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente : Equipo de Estudio de JICA, 1998

Tabla VI.1.4 Tabla Comparativa de los Componentes de los Residuos Sólidos en la Ciudad de Puno

Componentes	1994 1)	1997 1)	1998 2)
Papel, cartón	9.5	8.2	10.4
Basura de cocina	49.3	39.8	43.7
Fibra, ropa			2.9
Madera			0.5
Plástico	10.3	11.4	16.5
Caucho, cuero			2.5
Metales ferrosos	1.2	4.9	6.2
Vidrio	5.8	6.7	5.4
Piedra, cerámica			0.5
Huesos			2.0
Suelo	24.0	29.0	9.4
Total	100.0	100.0	100.0

Fuente: 1) Municipalidad Provincial de Puno; Investigación en Nov.1998

2) Equipo de Estudio de JICA, 1998

Los componentes de los residuos, por zonas, analizados en la mencionada investigación se muestran en la *Tabla VI.1.3*.

Las características de los residuos se muestran en la *Tabla VI.1.4* incluyendo los resultados analizados en 1994 y 1997. La *Tabla VI.1.4* muestra los cambios en las características de los residuos los cuales son considerados menores.

3) Disposición clandestina de residuos

Algunos lugares de la ciudad no reciben el servicio de limpieza debido a que los vehículos recolectores no pueden acceder a dichos lugares.

Como resultado de la investigación, se identificaron 67 lugares de disposición clandestina. El área superficial total y la cantidad de residuos depositados se ha estimado en 5,500m² y 180m³ respectivamente.

Se identificaron 50 lugares en los cuales los vehículos recolectores no pueden acceder, 20 de las cuales se ubican en las laderas de los cerros, 10 en el área ribereña del lago y el resto en otras zonas.

4) Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos

a. Perfil del Manejo de Residuos Sólidos

Actualmente el número de habitantes de la ciudad de Puno es 110,013 (en 1998) y la generación de residuos sólidos municipales es 68.4t/día.

La ciudad cuenta con 7 vehículos de recolección pero sólo cuatro (4) de ellos están disponibles para recolectar la mitad de los residuos generados en la ciudad pues los otros tres (3) se encuentran fuera de operación debido a la falta de mantenimiento.

Los residuos domésticos son recolectados por las tardes mediante el Sistema de Recolección por Campana. Sin embargo, sólo un tercio de los mismos son recogidos debido a que algunas ubicaciones se encuentran en laderas lo que hace difícil el acceso de vehículos pues muchas calles en esas áreas son estrechas y empinadas. También existen algunos lugares de disposición clandestina en la ciudad.

Los residuos recolectados en la ciudad son transportados y dispuestos en el lugar de disposición final en Cancharani ubicado a 7 km del centro de la ciudad. Este lugar está provisto de algunas instalaciones y equipos (tales como zanja para drenaje de aguas pluviales, tubo para escape de gases, cerca, portón, etc). Sin embargo, la falta de equipo pesado impide la ejecución del depósito sanitario, especialmente la cobertura con tierra.

Por lo tanto, en la actualidad el Sistema de Manejo de Residuos de la ciudad de Puno no es completamente funcional y requiere mejoras.

La *Figura VI.1.2* muestra el flujo del tratamiento de residuos sólidos en 1998 y la *Tabla VI.1.5* muestra la generación de residuos y cantidad transportada al lugar de disposición final (FDS). La tabla muestra que el índice de recolección total en la ciudad es 52% y los índices de recolección de residuos domésticos y limpieza de calles son 35% y 75% respectivamente.

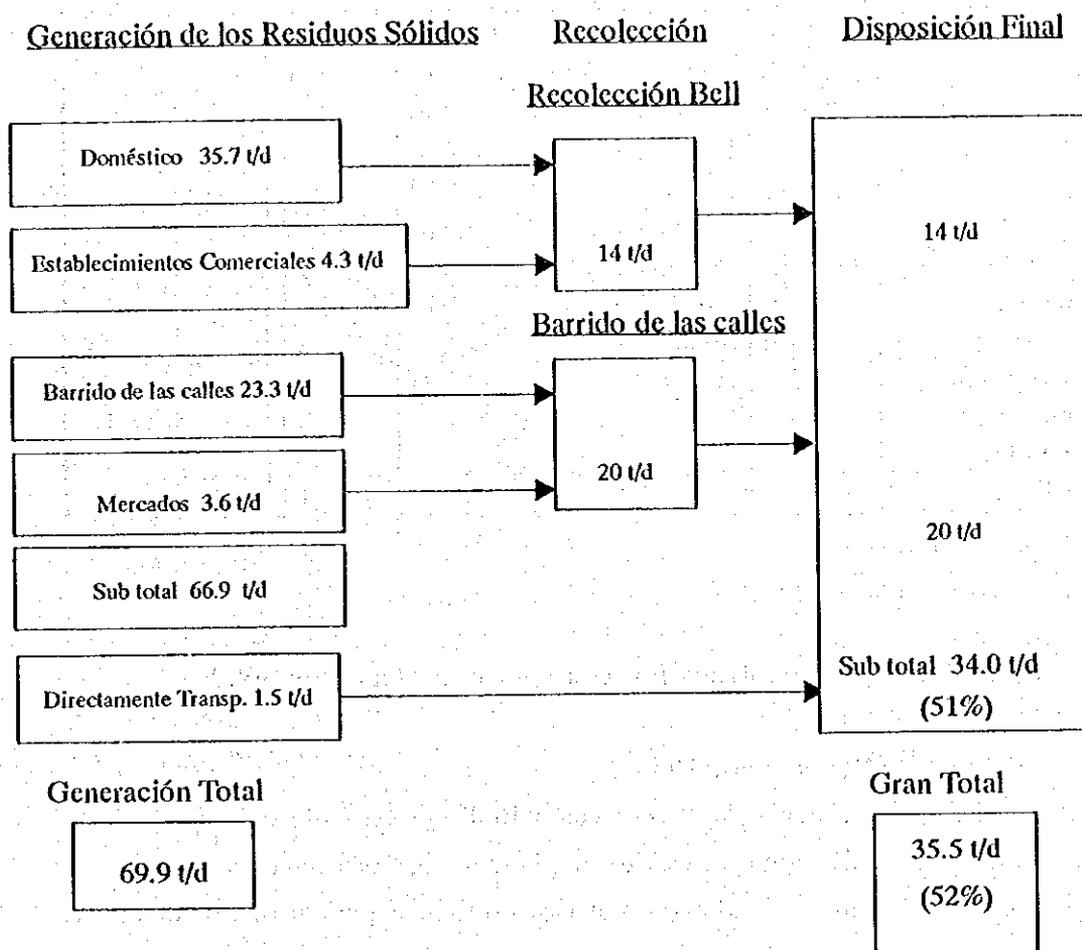


Figura VI.1.2 Flujo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Puno (1998)

Tabla VI.1.5 Cantidad de Residuos Generados en la Ciudad de Puno y Cantidad de Residuos transportados al F.D.S.

Origen	Cantidad de Residuos Generados			Recolección	
	Población	Per capita/ día	kg./día	%	T/día
Doméstico A	28,615	Persona	0.350	10,015	
B	53,369	Persona	0.350	18,679	
C	26,473	Persona	0.240	6,354	
D	1,556	Persona	0.416	647	
Total	110,013	Persona	0.324	35,695	35
Comercial	4,236	Est.	1.030	4,363	1.5
Mercado	1,700	Stand	2.110(1)	3,587	2.6
Barrido de calles	82.5	He	282(2)	23,265	75
Directamente Transportado				1,500	1.5
Gran Total				68,410	52.0

(1) kg./Stand (2) kg./he

Fuente : Equipo de Estudio de JICA, 1998

b. Sistemas de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos

-Sistema de Recolección Bell

En el llamado sistema de "Recolección Bell", el vehículo de recolección se detiene en cada punto prescrito de la ciudad, toca una campana y los residentes llevan los residuos de sus casas o tiendas para arrojarlos dentro del vehículo.

Los vehículos de recolección disponibles son asignados para recorrer diferentes rutas. La velocidad promedio de cada vehículo es 5.5 km/h y la distancia de un viaje es de 20 a 36 km.

-Sistema de Barrido de Calles

Una cuadrilla de sesenta y seis (66) miembros está asignada para barrer manualmente las áreas designadas y los residuos recogidos son acumulados mediante triciclos en 22 puntos de la ciudad y luego recogidos por cuatro (4) vehículos de recolección.

La velocidad del vehículo de recolección es de 6.2 km/h en promedio y recorre 25 km. por viaje dentro de la ciudad en el que transporta residuos al lugar de disposición final.

-Vehículos recolectores

La Municipalidad Provincial de Puno posee siete (7) vehículos la mayoría de los cuales son viejos, siendo el más nuevo de todos un modelo de hace 10 años. Actualmente, sólo cuatro vehículos, dos compactadores (12m³ y 6m³) y dos volquetes (5 ton cada uno) están disponibles por falta de mantenimiento. Estos cuatro vehículos recorren la ciudad dos veces al día, temprano por la mañana y en la tarde, cinco días a la semana.

Cada vehículo recoge residuos de las calles y mercados en las mañanas y residuos de las viviendas, tiendas, escuelas y hospitales por las tardes y los transporta al lugar de disposición final en Cancharani.

La *Tabla VI.1.6* muestra la información actual relacionada con los vehículos de propiedad de la Municipalidad Provincial de Puno.

Tabla VI.1.6 Vehículos de propiedad de la Municipalidad Provincial de Puno

		Unidad	m ³	Año de Fabricación	Condición Actual
1	Compactador D500	1	6	1976	En uso
2	Volquete abierto D500	1	5	1981	En uso
3	Volquete abierto 3041	1	7	1983	En desuso
4	Volquete abierto	1	5	1988	En uso
5	Compactador D500	1	12	1981	En uso
6	Compactador	1	12	1981	En desuso
7	Carro utilitario	1	-	1983	En desuso

Fuente : Municipalidad Provincial de PUNO

c. Reciclaje de residuos

- Reciclaje de residuos

En cada punto de acumulación de residuos de la ciudad, los materiales reciclables son rescatados, pero esta práctica no es útil para la reducción de la cantidad de residuos transportados debido a que no se encuentra bien organizada.

Los denominados “carroñeros” no son reconocidos ni en la ciudad de Puno ni en el lugar de disposición final.

d. Lugar de Disposición Final Cancharani

-Características Geográficas

El lugar de disposición final de la Municipalidad Provincial de Puno se encuentra a los pies del Monte Cancharani ubicado a 7 km. del centro de la ciudad (4,000 m.s.n.m. y aproximadamente 200 m más alto que el espejo de agua del Lago Titicaca).

El percolado del lugar de disposición final, en caso de su existencia, no fluye dentro de la cuenca de Puno pues el lugar se encuentra detrás de la divisoria de aguas de la Bahía Interior de Puno. Sin embargo, éste podría ingresar al Lago Titicaca por un medio distinto, desde la ciudad hacia el lago a través del río Ilave. Los alrededores del lugar de disposición final se encuentran íntegramente en la cuenca del Lago Titicaca. Por ello, se debe considerar el tratamiento del percolado del lugar de disposición final.

- Capacidad del Lugar de Disposición Final

El lugar de disposición final en Cancharani tiene alrededor de 10 he y la mitad de dicha área ya se encuentra cubierta. En la *Tabla VI.1.7*, se muestran sus capacidades.

Tabla VI.1.7 Estimación de la Capacidad Esperada en Cancharani

CAPACIDAD ESPERADA EN CANCHARANI PREPARADA POR LA CIUDAD					
Lugar No.	Area m ²	Profundidad promedio de los lugares	Capacidad	Vida Esperada	Observaciones
			(m ³)	Años	
Lugar 1	5030	6	0		Cerrada
Lugar 2	12640	6	75,840	0.7	Parcialmente Utilizada
Lugar 3	8130	6	48,780	1.0	
Lugar 4	11730	6	70,380	1.4	
Lugar 5	11390	6	68,340	1.3	
Total			263,340	4.4	
En este cálculo, los residuos transportados se asumen como 70 t/d, total 25,550 t/año o 51,110 m ³ /año (peso específico: 0.5 t/m ³)					
Según el Reporte del Banco Mundial, la profundidad del lugar es 9m, sin embargo la investigación muestra 6m como máximo.					

Fuente : Equipo de Estudio de JICA

Según la tabla anterior, la vida útil del lugar de disposición final es en total cuatro años aproximadamente la cual requiere una pronta ampliación.

- Recubrimiento con Tierra

El recubrimiento con tierra es el factor principal para implementar un relleno sanitario. Actualmente dicha operación no se ejecuta adecuadamente en el lugar de disposición final porque la Municipalidad Provincial de Puno no cuenta con equipos propios tales como bulldozers, excavadoras ni volquetes para transportar la tierra, siendo éstos arrendados mediante contratos. Por ello, el esparcido, compactación ni el recubrimiento de los residuos con tierra no se realiza diariamente.

- Instalaciones y equipos disponibles en el lugar.

Actualmente, las instalaciones y equipamiento a disposición en el lugar no son suficientes para efectuar el relleno sanitario aunque el lugar está provisto de cerco perimétrico, drenaje para aguas pluviales, canal abierto, tubo de escape de gases y patio de almacenaje de tierra para la cobertura.

Un nuevo estándar técnico para la construcción de rellenos sanitarios emitido por DIGESA entrará muy pronto en vigencia. Dicho estándar técnico estipula,

- Capa de control de infiltración
- Instalación de tuberías de recolección de percolado
- Instalación para la ventilación de gases
- Instalación de cercas
- Vía de acceso al lugar de relleno
- Instalación para el tratamiento del percolado
- Instalación para la generación de electricidad

Más aún, adicionalmente a las instalaciones y equipamiento anteriormente mencionados, el lugar carece de balanza para camiones para registrar la cantidad de residuos transportados al mismo como tampoco de instalaciones para la reparación de vehículos.

e. Organización para el Manejo de los Residuos Sólidos, Reparación y Mantenimiento en la ciudad de Puno.

El manejo de residuos sólidos en la Ciudad de Puno es ejecutado directamente por el Departamento de Limpieza Pública que pertenece a la División de Saneamiento Ambiental y Salud bajo la Dirección de Servicios Municipales.

Este departamento administra directamente las actividades de limpieza. Sin embargo, debido a las limitaciones de presupuesto, es difícil emplear personal calificado en la sección de planeamiento para desarrollar planes y por ello no existe ningún plan de manejo de los residuos sólidos futuro. En consecuencia, el manejo de los residuos sólidos ejecutado actualmente no cuenta con las políticas apropiadas para mejorar la gestión administrativa.

En la ciudad existe un puesto para guardar vehículos y un almacén para guardar los equipos para la recolección y transporte, pero no cuenta específicamente con un taller para la reparación de vehículos, siendo efectuados en un taller común de propiedad privada. Esta situación ocasiona la falta de un mantenimiento adecuado de los vehículos así como la

administración insuficiente de los repuestos. En consecuencia, el sistema para el mantenimiento y renovación del equipamiento no puede funcionar correctamente y la pobre eficiencia en la recolección y transporte de residuos ocasiona que las zonas en las laderas y riberas se encuentren en un estado antihigiénico.

1.2 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES

(1) Situación de los Residuos Sólidos Esparcidos en la Ciudad

La ciudad de Puno se ha desarrollado en la falda montañosa frente al Lago Titicaca y muchas calles ubicadas en las laderas están pobremente construidas debido a las pronunciadas pendientes. Esta situación ha generado que algunas partes de la ciudad se encuentren sin servicio de recolección motivando la disposición de residuos en los arroyos o canales de drenajes de la ciudad y que eventualmente son arrastrados al lago.

En la ciudad, algunos residuos se encuentran diseminados en muchos lugares de la ciudad, siendo una evidencia de la pobre frecuencia de recolección, 52%.

(2) Sistema de Manejo de Residuos Sólidos

La Municipalidad Provincial de Puno se encuentra a cargo de la recolección, transporte y disposición de residuos sólidos. Sin embargo, el sistema de recolección y las limitaciones del equipamiento, tal como vehículos de recolección, son problemas que requieren solución urgente.

(3) Lugar de Disposición Final

En el lugar de disposición final, no se realiza la cobertura diaria con tierra debido a la falta de maquinaria pesada y por ello, este lugar se encuentra en condiciones insalubres, convirtiéndose en un foco de reproducción de insectos dañinos.

El lugar de disposición final será útil aproximadamente por cuatro años más y la habilitación de un nuevo relleno es un asunto urgente a ser considerado.

La promulgación de un nuevo estándar técnico para la construcción de rellenos sanitarios se llevará a cabo en un futuro cercano y la municipalidad provincial

debe diseñar un nuevo relleno que satisfaga dicho estándar, paralelamente con la adquisición del terreno para el mismo.

1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

(1) Problema a corto plazo

1) Residuos dispuestos clandestinamente

- Áreas de residuos no recolectados
- Carencia de tiempo para la recolección
- Insuficiente frecuencia de recolección de los contenedores actuales.

2) Vehículos de recolección

- Falta de vehículos de recolección
- Vehículos muy antiguos
- Mantenimiento pobre

3) Situación insatisfactoria del lugar de disposición final

- Carencia de recubrimiento con tierra
- Carencia de maquinaria pesada

4) Administración y organización

- Falta de sistemas de mantenimiento y renovación de equipos requeridos para la recolección y transporte de residuos.
- Falta de campañas promoviendo la participación de los ciudadanos.
- Sistema ineficiente de cobranzas para el costo del manejo de residuos sólidos.

(2) Problemas a mediano plazo

- Incertidumbre en la adquisición de terrenos para el futuro lugar de disposición final.
- Falta de conocimientos para establecer un plan a largo plazo para el manejo de residuos sólidos.
- Falta de personal en el Departamento de Limpieza Pública

2. PLAN MAESTRO

2.1 OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

El objetivo del presente proyecto es alcanzar un índice de recolección del 100% de los residuos sólidos municipales generados por la ciudad de Puno lo que reducirá las cargas contaminantes generadas por los mismos, siendo una de las contramedidas a fin de prevenir la contaminación del agua en la Bahía Interior de Puno.

El año objetivo final es el 2025, al igual que para los proyectos de abastecimiento de agua y alcantarillado.

Objetivo a corto plazo

año 2008 : Implementación del relleno sanitario e incremento índice de recolección de residuos.

Objetivo a largo plazo

año 2025: Realización del índice de recolección del 100%

Objetivo estratégico

Los siguientes tres ítems deberán ser implementados para alcanzar el objetivo estratégico.

- Eliminación de los residuos dispuestos ilegalmente (eliminación continua de los residuos dispuestos ilegalmente y eliminación de los lugares de disposición clandestina)

- Mejoramiento del índice de recolección de residuos sólidos (mejoramiento del sistema de recolección, adquisición de vehículos de recolección adicionales, mejoramiento de la conciencia ciudadana)
- Mejoramiento del lugar de disposición final (mejoramiento del método de relleno sanitario, adquisición del espacio necesario para la disposición final)

El Plan Maestro ha sido formulado considerando el logro de los objetivos anteriormente mencionados.

2.2 CONDICIONES DE PLANEAMIENTO

(1) Población y uso del suelo

a. Población

Como se describió en la Sección 1 (Condición Actual) del presente capítulo, la población de la ciudad de Puno se incrementa cada año y la población en el año 2025 se estima en 186,560 habitantes lo que corresponde a 1.7 veces el número de habitantes en 1998.

La estimación de la población futura se muestra en la *Tabla VI.2.1*.

Tabla VI.2.1 Estimación del Crecimiento de la Población en la Ciudad de Puno

Zona	A	B	C	D	TOTAL
1998	28,615	53,369	26,473	1,556	110,013
2008	27,453	61,434	50,188	1,556	140,631
2025	25,710	73,533	85,761	1,556	186,560
TASA DE CRECIMIENTO	90%	138%	324%	100%	170%

La *Tabla VI.2.1* muestra que la distribución por zonas de la población será diferente en el futuro. La población disminuirá 10% en la Zona A y en la Zona C se incrementará tres veces con respecto a la población actual.

b. Uso de la tierra

La ciudad de Puno se ha dividido en cuatro zonas: Zona A, Zona B, Zona C y Zona D. Las dos primeras están ubicadas en el centro de la ciudad e incluyen algunos distritos residenciales, la tercera es un área recientemente desarrollada y la última no es apropiada para la vivienda. En el futuro, se construirá un centro turístico a lo largo de la orilla del lago así como vías troncales principales como parte del progreso del plan de desarrollo. La construcción de nuevas vías hará que la recolección y transporte de los residuos sólidos sea más fácil al mismo tiempo que beneficiará al transporte en general.

(2) Criterios de Planeamiento

1) Cantidad y Características de los Residuos Sólidos

La *Tabla VI.2.2* muestra la perspectiva futura de generación de residuos en la ciudad de Puno. En ella se calcula la cifra de generación de residuos per cápita en base a la suposición de que el índice anual de crecimiento económico de la ciudad es 1.5%.

La tasa de generación de residuos será 86 ton./día en 2008 comparada con las 67 ton./día correspondientes a 1998.

No se asume cambios anuales en las características de los residuos como se muestra en la *Tabla VI.1.4*, a pesar que la situación real no es tan sencilla de predecir.

La *Tabla VI.2.2* y la *Figura VI.2.1* muestran la perspectiva de generación de residuos de la ciudad de Puno.

Tabla VI.2.2 Estimación de la Generación de Residuos en la Ciudad de Puno

Año	POBLACIÓN			GENERACIÓN PER CAPITA (kg/d/capita)			GENERACIÓN(kg/d)		
	1998	2008	2025	1998	2008	2025	1998	2008	2025
Zona A	28,615	27,453	25,710	0.350	0.406	0.523	10,015	11,151	13,451
Zona B	53,369	61,434	73,533	0.350	0.406	0.523	18,679	24,954	38,471
Zona C	26,473	50,188	85,761	0.240	0.278	0.359	6,354	13,979	30,767
Zona D	1,556	1,556	1,556	0.410	0.476	0.613	638	740	954
Total (Promedio)	110,013	140,631	186,560	(0.330)	(0.392)	(0.505)	35,686	50,825	83,643
A-1 Comercial No. de Establecimientos	4,236	4,155	4,011	1.03	1.03	1.03	4,363	4,279	4,131
Residuos Comerciales No. de Stands	1,700	1,700	1,700	2.11	2.11	2.11	3,587	3,587	3,587
Barrido de la vía Kg/ha-vía	825	95.3	123.3	2.82	2.82	2.82	23,265	27,006	34,777
Residuos Totales Generados							66,901	85,697	126,137
Transportada directamente al sitio							1,500	1,741	2,242
Total General							68,401	87,439	128,380

La *Figura VI.2.1* muestra la perspectiva del flujo del tratamiento de los residuos sólidos en el 2025 en la ciudad de Puno.

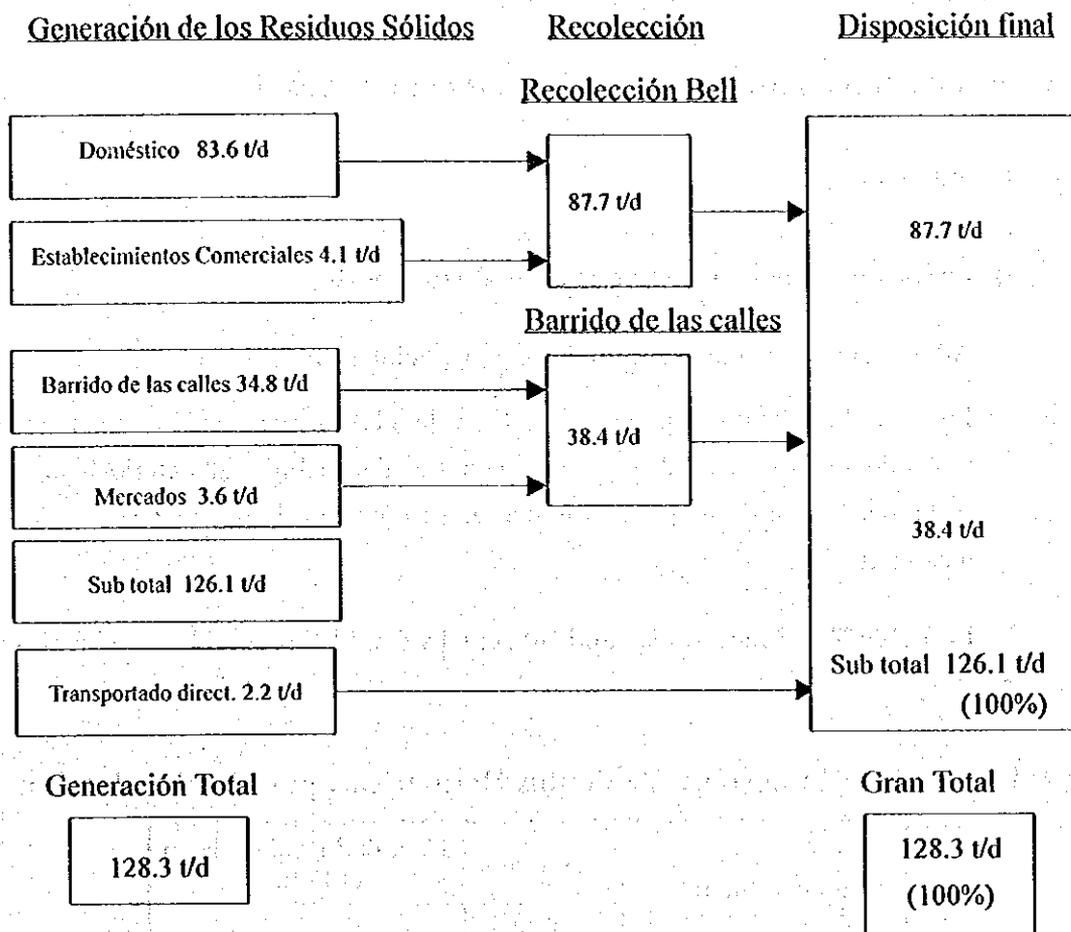


Figura VI.2.1 Flujo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Puno (2025)

2) Consideración del Sistema

El manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Puno es ejecutado por el Departamento de Limpieza. Los residuos no provienen solamente del sector doméstico sino también de establecimientos comerciales, negocios, barrido de calles, limpieza pública, parques, fábricas y hospitales los cuales son recolectados y transportados al lugar de disposición final.

La frecuencia de recolección de los residuos domésticos por el Sistema de Recolección Bell es de dos a tres veces por semana en las Zonas A y B, una vez por semana en la Zona C y no se realiza recolección regular en la Zona D.

Los residuos provenientes del barrido de las calles y mercados son recolectados por el Sistema de Recolección de Calles.

2.3 PLANES ALTERNATIVOS PARA LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES

(1) Posibles Medidas

1) Mejoramiento de la Recolección y el Transporte

- Adquisición de vehículos de recolección adicionales

La ciudad de Puno cuenta con siete (7) vehículos de recolección de los cuales tan sólo cuatro están disponibles para trabajar debido al deterioro de los restantes. A fin de mejorar el índice de recolección de residuos se requieren más vehículos.

La *Tabla VI.2.3* muestra la cantidad actual y cantidad requerida de vehículos.

Tabla VI.2.3 Número de Vehículos Requeridos para la Recolección

Tipo de Vehículo	Actual	Cantidad Requerida en el Futuro
	1999	
12 m ³ Compactador	1	Referirse a la <i>Tabla VI.2.5</i>
6 m ³ Compactador	1	
5 ton Volquete	2	
4.0 m ³ Compactador	2	
Total	6	

Por consiguiente, la preparación del presupuesto para la adquisición de vehículos nuevos debe ser realizado tan pronto como sea posible.

- Mejoramiento del sistema de recolección

A fin de mejorar el bajo índice de recolección de residuos domésticos, actualmente 35%, además de ser complementada con los nuevos vehículos y el incremento de la frecuencia de recolección, se requiere un estudio para fijar las nuevas rutas de recolección.

- **Mejoramiento del nivel de eficiencia del barrido de calles**

Adicionalmente al método actual de barrido manual, se recomienda la distribución de contenedores y vehículos de recolección (vehículos roll-on-off, etc.).

- **Estudio del sistema de recolección**

La ciudad de Puno tiene muchas zonas empinadas y la pobre construcción de vías en las zonas más escarpadas hace difícil el acceso para determinados vehículos que remolcan contenedores.

Se requiere ejecutar un estudio a fin de introducir un sistema de recolección que se adecúe a dichas condiciones del lugar, por ejemplo distribución de contenedores y pequeños camiones compactadores.

2) Mejoramiento del Lugar de Disposición Final

- **Acrecentamiento de la maquinaria pesada, propiedad de la municipalidad provincial**

Actualmente, el recubrimiento del relleno con tierra no es ejecutado diariamente. Se requiere de maquinaria adicional como buldózers, excavadoras y volquetes que sean de propiedad de la municipalidad provincial.

- **Adquisición de nuevos terrenos para la ampliación del relleno**

El lugar de relleno actual estará completamente lleno dentro unos años y un nuevo lugar deberá ser comprado o rentado.

- **Sistema de Tratamiento del Percolado**

Se deberá instalar un sistema de tratamiento del percolado ya que nuevas reglamentaciones que norman la construcción de rellenos serán promulgadas en un futuro cercano.

3) Eliminación de residuos dispuestos clandestinamente

Los residuos dispuestos clandestinamente en varios lugares de la ciudad contaminan el agua del lago, especialmente cuando son arrastrados por las lluvias. Por lo tanto, se requiere la eliminación de éstos tan pronto como sea posible.

El trabajo de eliminación deberá ejecutarse en cooperación con PRONAA y es necesaria la organización de un sistema de monitoreo para vigilar la disposición clandestina, así como la implementación de un programa de educación en saneamiento público.

4) Administración

- Fortalecimiento de las organizaciones e instituciones

Es recomendable unificar las diversas organizaciones que están relacionadas con el manejo de residuos sólidos. Actualmente, la recolección y transporte son efectuados por el Departamento de Limpieza, el mantenimiento de los vehículos por el Departamento de Mantenimiento y las cobranzas y educación pública son efectuadas por dos organizaciones diferentes.

- Fortalecimiento de las bases financieras

El análisis financiero del manejo de residuos sólidos se torna difícil debido a la carencia de registros de los aspectos financieros/contables en la actualidad. Se requiere mejorar esta situación.

- Educación pública y mejoramiento de la motivación de la participación de los residentes

La implementación de la educación sanitaria pública y el mejoramiento de la motivación de la participación de los residentes en ella son necesarias pues su conocimiento del manejo municipal de los residuos es muy limitada.

(2) Planes alternativos

1) Recolección y Transporte

Se efectuó un estudio para preparar el plan de mejoramiento sobre la base de los sistemas actuales de recolección.

Como condiciones generales,

- El proyecto se iniciará en el año 2002
- Comparación del equipamiento requerido y el número de trabajadores
- Adopción del sistema de recolección adecuado para cada área de recolección

Alternativa 1 (A-1): Adopción del Sistema de Recolección Bell (actual) para toda el área de las Zonas A, B, C y D con una frecuencia de recolección de dos veces por semana.

Alternativa 2 (A-2): Para las Zonas A y B se adopta el sistema de recolección empleado en A-1 y para las Zonas C y D, un nuevo sistema basado en una combinación de distribución de contenedores e introducción de vehículos especiales.

Alternativa 3 (A-3): Se distribuyen contenedores en la Zona C como se mencionó anteriormente en A-2.

La evaluación de las tres alternativas y el resultado se muestra en la *Tabla VI.2.4*. Estos resultados incluyen la carga de la población y la carga del costo de cada alternativa.

Como se muestra en la *Tabla VI.2.4*, la puntuación total de evaluación de cada alternativa es [A-1]=17.1, [A-2]=16.05, [A-3]=15.99. Por consiguiente, la mejor alternativa es A-1.

La *Tabla VI.2.5* muestra los vehículos y maquinarias requeridas a fin de conseguir un índice de recolección de 100% en el año 2008, a partir del cual se mantendrá hasta el año 2025. Si el índice de 100% es alcanzado en el año 2008, el costo necesario, basándose en la *Tabla VI.2.5* se muestra en la *Tabla VI.2.6*.

Tabla VI.2.4 Evaluación de las Alternativas

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

	Punto a ser evaluado	
	Área llana	Ladera
1) Perfil topográfico	2	1
2) Distancia a los puntos de descarga	Larga 1	Corta 2
3) Restricciones de tiempo para la descarga	Débil 2	Fuerte 1
4) Condiciones de la vía	Aucha 2	Estrecha 1
5) Posibilidad de disposición clandestina	Alta 1	Baja 2
6) Posibilidad de reincidencia de disposición clandestina	Alta 1	Baja 2

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN;

Alternativa 1

No.	Ítem a ser evaluados	Clasificación de las Zonas				
		A	B	C	D	TOTAL
1	Perfil topográfico	2.0	2.0	1.0	1.0	6.0
2	Dificultad para la descarga	3.0	3.0	2.5	2.0	10.5
2-1	Distancia a los puntos de descarga	2.0	2.0	1.5	1.0	6.5
2-2	Restricciones de tiempo para la descarga	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
3	Condiciones de la vía	1.0	1.0	1.5	1.0	4.5
4	Posibilidad de disposición clandestina	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
5	Posibilidad de reincidencia de disposición clandestina	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
	Total	8.0	8.0	7.0	6.0	29.0
	Consideración de la carga de la población	4.0	8.0	4.9	0.2	17.1
	Consideración de la carga del costo	4.00	8.00	4.90	0.2	17.1

Alternativa 2

No.	Items a ser evaluados	Clasificación de las Zonas				
		A	B	C	D	TOTAL
1	Perfil topográfico	2.0	2.0	1.5	2.0	7.5
2	Dificultad para la descarga	3.0	3.0	3.3	4.0	13.3
2-1	Distancia a los puntos de descarga	2.0	2.0	1.8	2.0	7.8
2-2	Restricciones de tiempo para la descarga	1.0	1.0	1.5	2.0	5.5
3	Condiciones de la vía	1.0	1.0	1.5	2.0	5.5
4	Posibilidad de disposición clandestina	1.0	1.0	1.8	2.0	5.8
5	Posibilidad de reincidencia de disposición clandestina	1.0	1.0	1.5	2.0	5.5
	Total	8.0	8.0	9.5	12.0	37.5
	Consideración de la carga de la población	4.0	8.0	6.7	0.4	19.0
	Consideración de la carga del costo	3.32	6.64	5.56	0.33	15.85

Alternativa 3

No.	Items a ser evaluados	Clasificación de las Zonas				
		A	B	C	D	TOTAL
1	Perfil topográfico	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0
2	Dificultad para la descarga	3.0	3.0	4.0	4.0	14.0
2-1	Distancia a los puntos de descarga	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0
2-2	Restricciones de tiempo para la descarga	1.0	1.0	2.0	2.0	6.0
3	Condiciones de la vía	1.0	1.0	1.5	2.0	5.5
4	Posibilidad de disposición clandestina	1.0	1.0	2.0	2.0	6.0
5	Posibilidad de reincidencia de disposición clandestina	1.0	1.0	2.0	2.0	6.0
	Total	8.0	8.0	11.5	12.0	39.5
	Consideración de la carga de la población	4.0	8.0	8.1	0.4	20.4
	Consideración de la carga del costo (B)	3.08	6.16	6.24	0.31	15.79

***Condición de la carga de la población**

A	Zona	A	B	C	D
	Efecto de la población (2008)	21%	45%	33%	1.3%
	Relación	0.5	1.0	0.7	0.03

***Condición de la carga del costo**

B	Clasificación de la Alternativa	A-1	A-2	A-3
	Costo (Unidad:Soles)	4,401,400	5,290,113	5,709,862
	Carga del costo $\Lambda_2=A-1/A-2$, $\Lambda_3=A-1/A-3$	1.00	0.83	0.77

Tabla VI.2.5 Comparación del Número de Equipos Requerido

		A-1		A-2		A-3	
		2008	2025	2008	2025	2008	2025
(A) Equipo para la recolección/transporte							
1)	Compactador 12m ³	2	2	1	2	1	2
2)	Compactador 4m ³	11	15	7	12	4	7
3)	Volquete 6.8m ³	3	5	2	5	2	3
4)	Triciclo	5	5	5	5	5	5
5)	Montacargas roll on/off 3 ton	-	-	2	5	5	14
6)	Contenedores 4m ³	-	-	8	17	22	57
7)	Equipos & Herramientas para el Mantenimiento	1	1	1	1	1	1
(B) Equipo para el lugar de disposición final							
1)	Bulldózer	1	1	1	1	1	1
2)	Excavadora	1	1	1	1	1	1
3)	Volquete	1	1	1	1	1	1
4)	Generador	1	1	1	1	1	1
5)	Balanza para camiones	1	1	1	1	1	1

MANO DE OBRA

	Para recolección & transporte	153	204	228	249	227	248
	Para F.D.S	6	6	6	6	6	6
TOTAL		159	210	234	255	233	254

Fuente: Equipo de Estudio de JICA, 1999

Tabla VI.2.6 Costo Necesario para cada Alternativa. (Soles (S/.))

Alternativa	A - 1	A - 2	A - 3
Costo	4,401,400	5,290,131	5,709,862

Nota: No se incluye el IGV (Impuesto General a las Ventas).

La más ventajosa entre las tres alternativas desde el punto de vista técnico es la Alternativa-3, superior a las Alternativas-2 y 1 (A-3, A-2 y A-1 respectivamente) en los aspectos de perfil topográfico, dificultad para la descarga, condiciones de la vía, posibilidad de disposición clandestina y posibilidad de reincidencia de disposición clandestina. Con relación a la distribución de la población, ésta se mantiene sin ninguna alteración. Sin embargo, en el caso del costo global, la opción más ventajosa es la alternativa A-1 seguida de A-2 y finalmente A-3.

Lo más óptimo desde el punto de vista del manejo de residuos sólidos es el pronto logro del 100% de recolección, siendo difícil debido a la condición financiera de la Municipalidad Provincial de Puno.

Los costos para lograr el índice de recolección de 100% han sido estudiados y comparados bajo las siguientes condiciones.

- Logro urgente del índice de recolección de 100% para el año 2008.
(definido como Alternativa F-1)
- Logro moderado del índice de recolección de 100% para el año 2025.
(definido como Alternativa F-2)

Las condiciones de planeamiento para las alternativas antes mencionadas se muestran en la *Figura VI.2.2* y *Figura VI.2.3*.

La tabla comparativa para F-1 y F-2 sugiere el número necesario de vehículos de recolección y mano de obra como se muestra en la *Tabla VI.2.7*.

Según la *Tabla VI.2.7*, la comparación de los costos necesarios para F-1 y F-2 se muestra en la *Tabla VI.2.8*.

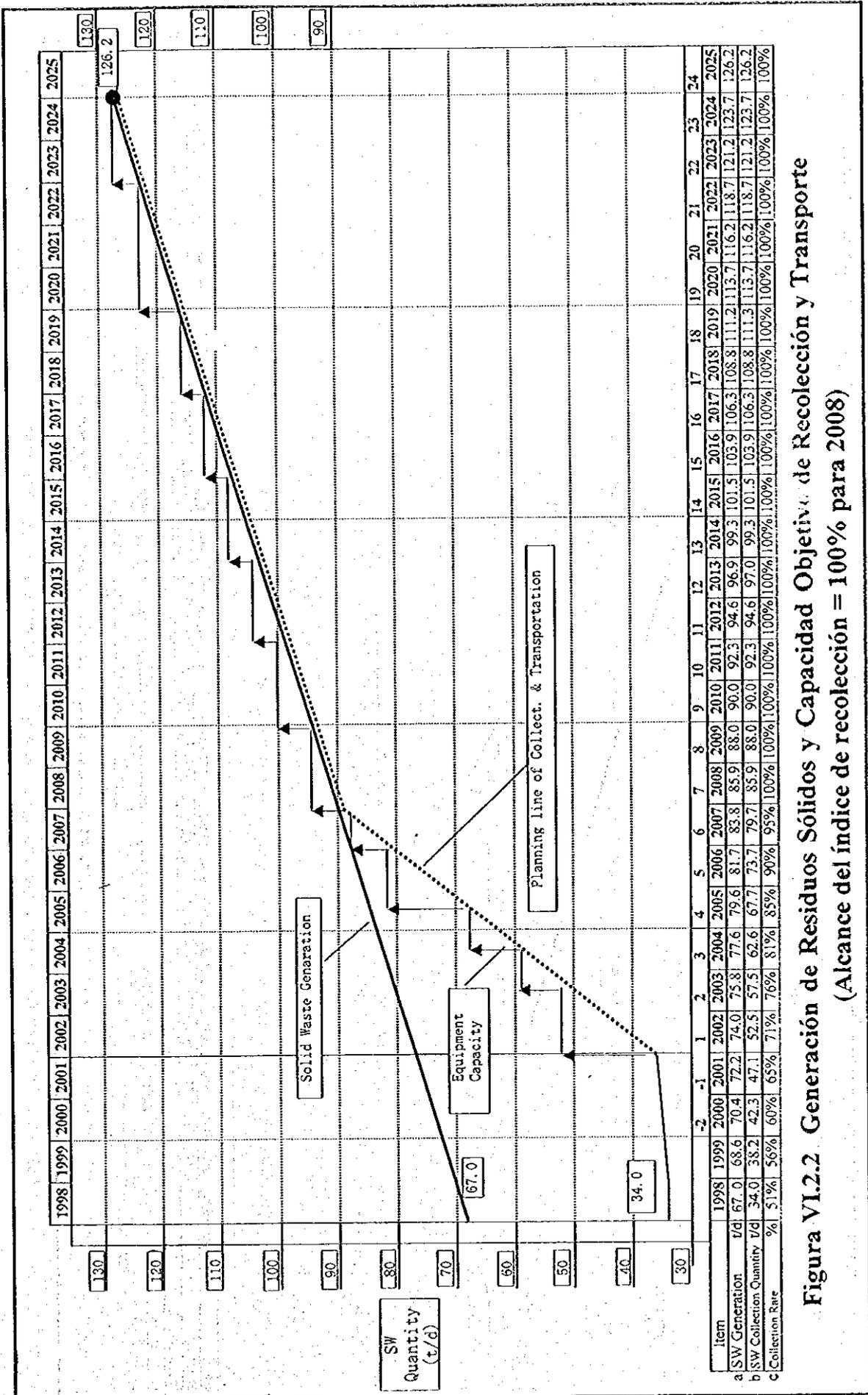


Figura VI.2.2 Generación de Residuos Sólidos y Capacidad Objetivo de Recolección y Transporte
 (Alcance del índice de recolección = 100% para 2008)

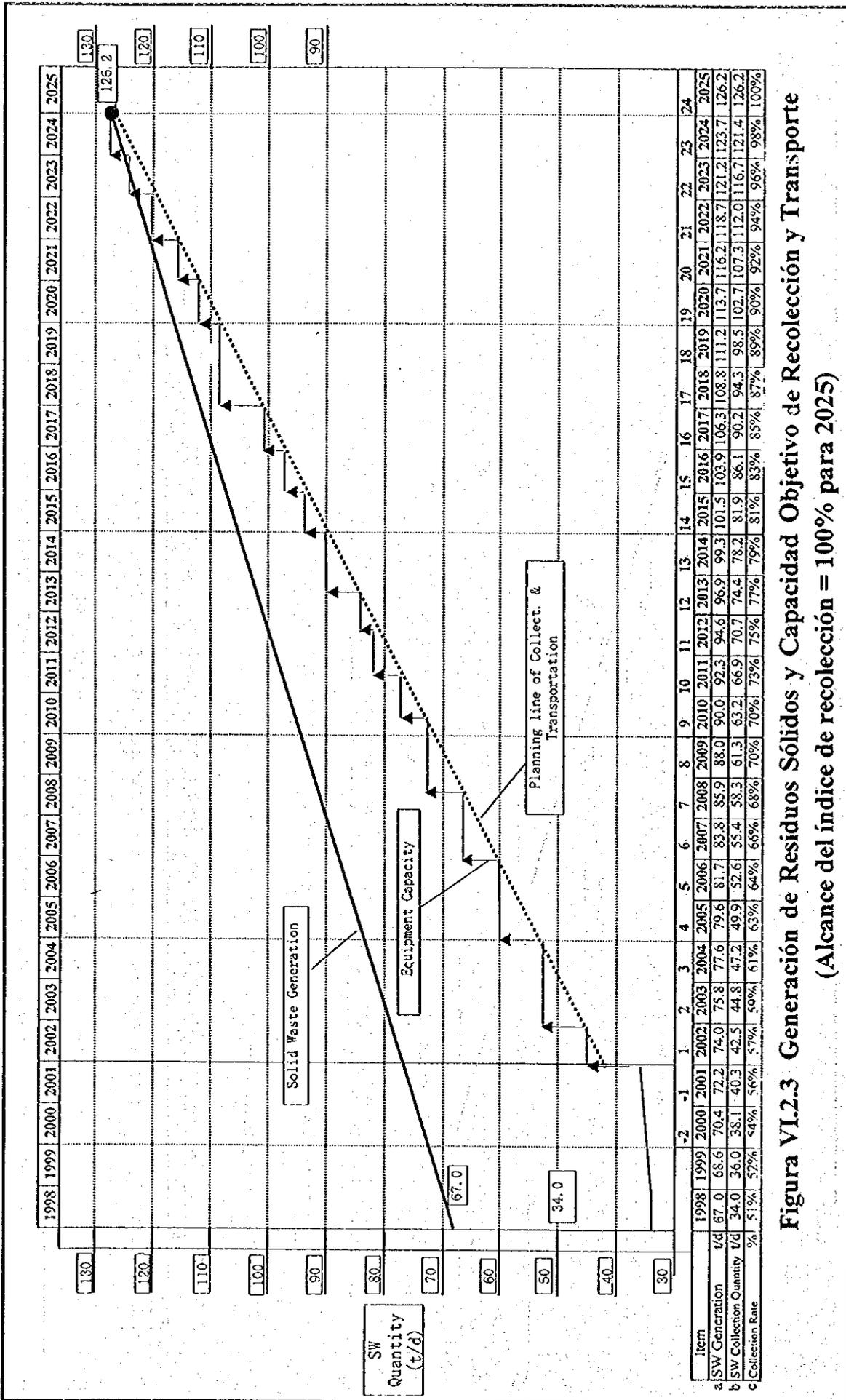


Figura VI.2.3 Generación de Residuos Sólidos y Capacidad Objetivo de Recolección y Transporte
 (Alcance del índice de recolección = 100% para 2025)

Tabla VI.2.7 Vehículos Requeridos para la Recolección de Residuos para la Alternativa 1

Caso	Año	Compactador 12m ³	Compactador 4m ³	Volquete 6.8m ³	Triciclo	Bulldozer	Excavadora	Volquete	Generador	Balanza para camión	
F-1	2002	1	4	2	5	1	1	1	1	1	
	2008	2	11	3	5	1	1	1	1	1	
	2025	2	15	5	5	1	1	1	1	1	
	Mano de obra										
		Para recolección y transporte					Para el lugar de relleno sanitario				
	2002	107					6				
	2008	160					6				
	2025	204					6				
F-2	2002	1	3	1	5	1	1	1	1	1	
	2008	1	7	1	5	1	1	1	1	1	
	2025	2	15	5	5	1	1	1	1	1	
	Mano de obra										
		Para recolección y transporte					Para el lugar de relleno sanitario				
	2002	137					6				
	2008	153					6				
	2025	204					6				

Tabla VI.2.8 Comparación de los Costos de las dos alternativas de índices de recolección

F-1	4,401,400 S./año
F-2	3,432,025 S./año

Nota: No se incluye el IGV (Impuesto General a las Ventas).

Como resultado del estudio de ambas alternativas se puede concluir que ambas implican un costo considerable. Considerando las dificultades financieras de la Municipalidad Provincial de Puno, no hay otra opción que seleccionar la Alternativa F-2. Por lo tanto, se ha propuesto un plan basado en las alternativas A-1 y F-2.

2) Lugar de disposición final

El lugar de relleno deberá ser diseñado de acuerdo los lineamientos técnicos de DIGESA (a ser pronto promulgados después de la aprobación del Congreso Nacional)

Concretamente, las siguientes instalaciones deberían ser consideradas como el lugar de relleno sanitario de acuerdo a los lineamientos técnicos.

- Muro de retención para prevenir el flujo hacia fuera de los residuos.
- Instalaciones para el drenaje del agua superficial proveniente de las lluvias.
- Instalación para la recolección del percolado.
- Capa para el control de la infiltración del percolado.
- Cerca para prevenir la diseminación de los residuos por efecto del viento.
- Vía de acceso.
- Instalación para el tratamiento del percolado.
- Instalaciones para la administración del sitio incluyendo puente para el pesado.

2.4 PLAN PROPUESTO

(1) Medidas Estructurales

1) Recolección y Transporte

Los planes alternativos para el sistema de recolección de residuos fueron evaluados considerando las condiciones geográficas, distancia al punto de generación de los residuos, condiciones de las vías, la posibilidad de disposición clandestina y la estimación de costos. La alternativa 1 fue seleccionada como plan propuesto. Con relación al objetivo para la tasa de recolección de residuos, el 100% deberá ser alcanzado tan pronto como sea posible. Sin embargo, será difícil conseguir ello para el año 2008 considerando las dificultades financieras de la Municipalidad Provincial de Puno. Por ello, el índice de recolección de residuos

deberá incrementarse gradualmente con el objeto de alcanzar el 100% para el año 2025.

2) Lugar de Disposición Final

Se ha propuesto un relleno sanitario como lugar de disposición final siguiendo los lineamientos técnicos expedidos por DIGESA.

(2) Medidas No Estructurales

La medida no estructural más importante es la eliminación completa de los residuos diseminados en la ciudad mediante la participación de la ciudadanía.

Básicamente, la eliminación deberá efectuarse haciendo uso de los equipos de propiedad de la municipalidad provincial, sin embargo, es deseable que adicionalmente al trabajo regular ejecutado por esta institución, los ciudadanos se involucren voluntariamente en este trabajo.

Se deben establecer sistemas y organizaciones efectivas que fomenten la participación ciudadana a fin de prevenir la reincidencia de la disposición clandestina.

2.5 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

(1) Plan de Construcción para las Medidas Estructurales

1) Eliminación de los residuos dispuestos clandestinamente

El trabajo deberá ser ejecutado por el Departamento de Limpieza de la Municipalidad Provincial de Puno basándose en el plan de recolección preparado por ellos en cooperación con PRONAA.

Una cuadrilla de 10 a 20 personas deberá recolectar los residuos diseminados a fin de transportarlos al lugar de disposición final mediante vehículos de recolección de propiedad de la municipalidad provincial cada fin de semana. Se requerirán 6 meses para completar el trabajo.

El sistema de recolección actual deberá ser mejorado a fin de prevenir la reincidencia futura de la disposición clandestina de residuos en los lugares donde tradicionalmente se realizaba esta operación.

2) Ampliación del lugar de disposición final

Hasta el año objetivo 2025, aproximadamente 1,270,000 m³ de residuos incluyendo 254,000 m³ de tierra para la cobertura serán dispuestos en el lugar de disposición final. Es necesario construir el lugar de disposición final con la capacidad antes mencionada.

La construcción del nuevo lugar de disposición final deberá satisfacer los nuevos estándares técnicos reglamentados por el Ministerio de Salud. Se requerirá equipamiento para la recolección del percolado, instalaciones para su tratamiento, ventilación para gases, cercas, etc.

Conjuntamente con la construcción, se deberá implementar una vía de acceso, balanza para camiones, generador y una oficina administrativa en el lugar.

3) Complemento de los vehículos de recolección

El aspecto más importante del presente proyecto es el complemento de los vehículos de recolección. El equipamiento deberá ser adquirido por etapas como se muestra en la *Tabla VI.2.9*. Un compactador grande, otro pequeño, cinco volquetes medianos y un juego completo de herramientas para el mantenimiento deberán ser adquiridos a más tardar para el año 2002.

Tabla VI.2.9 Plan Suplementario del Equipamiento

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Compactador 12 m ³	1					1						
Compactador 4 m ³	1	1		1	1		1			1		1
Volquete para basura 6.8 m ³	1							1			1	
Herramientas para el mantenimiento	1											

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Compactador 12 m ³												
Compactador 4 m ³	1			1	1					1	1	1
Volquete para basura 6.8 m ³			1						1			
Herramientas para el mantenimiento												

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

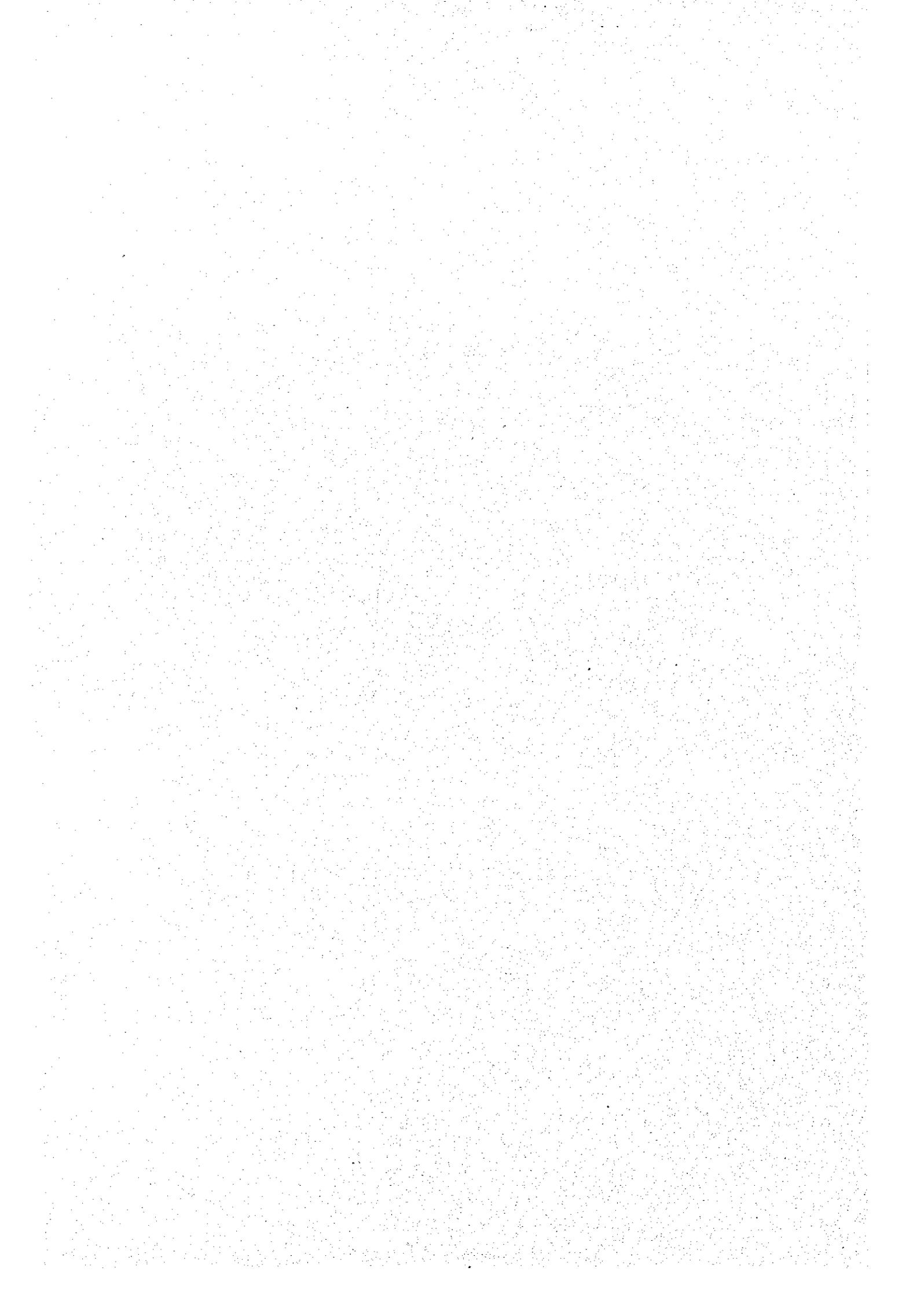
(2) Cronograma de Implementación

- Inicio de la eliminación de los residuos dispuestos ilegalmente a partir del año 2000 y finalización del trabajo en el periodo de un año.
- Inicio de la construcción del lugar de disposición final a partir del año 2001 y la construcción de 10 lugares con 20,000 m² – 37,000 m² para el año 2025.
- Adquisición de los vehículos de recolección en los años 2003, 2006, 2007, 2013 y 2018.

El cronograma de implementación se muestra en la *Figura VI.2.4*.

Items	Year	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			
Collection and Transportation																														
1. Preparation of Project																														
1.1) Detailed Planning for Collection Routes and manpower.																														
2. Procurement of Equipments																														
2.1) Inquiry/Place of Order for Equipments																														
2.2) Procurement																														
a) 12 m ³ Compactor Truck																														
b) 4 m ³ Compactor Truck																														
c) 6.8 m ³ Garbage Dump Truck																														
d) Maintenance Equipment																														
e) Tricycle																														
3. Employment of Staff																														
3.1) Driver for Vehicles and Assistant																														
3.2) Worker for Road Sweeping																														
Sanitary Landfill Construction																														
1. Preparation of Project																														
1.1) Detailed site survey of Geol, etc.																														
1.2) Detailed design.																														
1.3) Bidding																														
2. Land Acquisition																														
3. Site Construction																														
4. Duration of landfill period at each site			1st site			2nd site			3rd site			4th site			5th site			6th site			7th site			8th site			9th site			10th site
5. Truck Scale basement																														
6. Administration House Construction																														
7. Sedimentation Tank Construction																														
8. Leachate Circulation Pit Construction																														
9. Road Improvement, construction																														
10. Monitoring well installation																														
11. Heavy machine purchasing																														
Disbursement Schedule		Total Cost (Thousand \$)	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		
Collection and Maintenance																														
1. Procurement																														
1.1) Vehicles	8,781			1,117	216	0	216	216	2	216	251	0	216	1,450	432	216	216	467	218	684	297	0	467	550.0	432	432	467			
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2. IGV(18%)	1,581			201	39	0	39	39	0	39	45	0	39	261	78	39	39	84	39	123	54	0	84	99.0	78	78	84			
3. Manpower	23,453			788	804	804	819	834	835	850	873	911	926	949	965	980	980	1,003	1,018	1,072	1,125	1,125	1,125	1,148.0	1,164	1,179	1,175			
4. Operation and Maintenance	8,361			156	139	128	167	196	185	196	226	214	253	443	378	396	367	408	424	533	528	513	565	455.0	449	506	536			
Total for collection & trans.	42,174			2,262	1,198	932	1,241	1,286	1,022	1,301	1,395	1,125	1,435	3,103	1,853	1,631	1,602	1,962	1,700	2,412	2,004	1,638	2,241	2,252	2,123	2,195	2,262			
Sanitary Landfill Construction																														
1. Land Acquisition	53	14						8			3		4			4			5		5		7			3				
2. Site Construction	25,752		1,944		1,944		2,233				2,243		2,581			3,100			3,270		3,179		3,638			1,620				
3. Facilities construction	0							574															574							
4. Road Improvement	378		53					236															89							
5. Monitoring well installation	175		87					88																						
6. Procurement of Heavy Machine	4,133			1,753										1,190										1,190						
7. Engineering Service	1,391		123	0		97		157			112		129	0		155			163		159		215	0		81				
8. Operation cost	8,753			258	260	414	264	441	265	268	451	274	451	274	277	485	282	285	542	298	561	303	560	309	313	602	316			
9. Maintenance cost	2,104			87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	87	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88		
10. Contingency	4,382		386	0		307		494			353		406	0		488			515		501		677	0		255				
11. IGV	6,791		533	316		422		681			487		561	214		674			711		691		935	214		352				
Total for Landfill const.	55,428	14	3,494	2,414	348	3,271	352	4,999	353	355	3,737	361	4,220	1,765	365	4,993	370	372	5,294	386	5,184	391	6,783	1,801	401	3,001	404			
Grand Total	97,602	14	3,494	4,676	1,546	4,203	1,593	6,285	1,375	1,656	5,132	1,486	5,655	4,868	2,218	6,624	1,972	2,334	6,994	2,798	7,188	2,029	9,024	4,053	2,524	5,196	2,666			

Figura VI.2.4 Implementación de Proyecto y Cronogram de desembolsos



2.6 ESTIMACIÓN DE COSTOS

(1) Condiciones

Las condiciones para la estimación de los costos se resumen a continuación:

- 1) La mayor parte de los costos son expresados bajo condiciones económicas vigentes en 1998 y no se ha considerado el incremento de los precios.
- 2) Se ha asumido que los trabajos de construcción serán ejecutados por un contratista general peruano y los trabajos de operación y mantenimiento, por personal de la municipalidad.
- 3) Para la estimación, se ha empleado los costos en Perú a excepción de la tubería para la recolección del percolado para la cual se ha empleado el costo en Japón.
- 4) El costo del servicio de ingeniería se ha asumido igual a 5% del total del costo directo de construcción
- 5) La contingencia física se ha asumido igual a 15% del total del costo directo de construcción y del servicio de ingeniería.

(2) Costo de construcción total: 33,649,000 Soles

Desagregado;

1) Costo Directo de Construcción	27,823,000
2) Costo de Adquisición de Terreno	53,000
3) Costo del Servicio de Ingeniería [=1) x 5%]	1,391,000
4) Contingencia [= { 1) + 3) } x 15%]	4,382,000

(3) Equipamiento 12,913,000 Soles

1) Vehículos para la recolección & transporte	8,780,000
2) Maquinaria pesada & volquetes	4,133,000

(4) Costo de Operación y Mantenimiento 42,671,000 Soles

1) Para recolección & transporte	31,814,000
2) Para disposición final	10,857,000

(5) Total General 89,233,000 Soles (sin incluir IGV)

2.7 ORGANIZACIÓN PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

(1) Manejo del Proyecto

La manejo actual de los residuos sólidos en la ciudad de Puno es ejecutado por la Municipalidad Provincial de Puno. Sin embargo, el plan futuro para el manejo de residuos sólidos no está claro y se deben tomar nuevas acciones contra la carencia de estándares técnicos así como contra los problemas financieros.

El Departamento de Limpieza está a cargo de la operación de recolección y disposición de residuos. Sin embargo, el mantenimiento del equipo o los trabajos de cobranza son efectuados por diferentes departamentos regionales. La unificación de dichos departamentos es requerida para conseguir un manejo eficiente.

(2) Fortalecimiento de la Organización

Entrenamiento del personal.

Para los campos de recolección, transporte y disposición final es importante un programa apropiado de entrenamiento al personal.

El programa de entrenamiento deberá ser preparado para todos los niveles de gestión en el DPC el que puede denominarse "Unidad de Investigación y Desarrollo". Esta unidad deberá estudiar los aspectos del manejo efectivo de los residuos sólidos requerido por la ciudad de Puno en los años venideros.

El número de personas a ser entrenado y el tipo de curso a ser ofrecido deberá ser determinado antes del inicio del programa de entrenamiento, así como las personas encargadas de la supervisión del programa y de los cursos. Es recomendable que la educación esté orientada a enriquecer el nivel técnico del personal así como a proporcionarles entrenamiento técnico acorde con el gobierno estatal o instituciones internacionales tales como DIGESA o CEPIS.

(3) Promoción de Medidas No Estructurales

Como parte del proyecto, la municipalidad provincial retirará los residuos dispuestos clandestinamente existentes en cooperación con PRONAA y con la

participación voluntaria de los residentes. A fin de conseguir esta última, es necesario informar a la ciudadanía la necesidad de un sistema sanitario eficiente. La cooperación pública más efectiva es obtenida voluntariamente mediante medidas informativas, educativas y persuasivas. Cuatro ítems son indispensables para obtener la cooperación pública como se indica a continuación.

- 1) Relaciones públicas y comunicaciones.
- 2) Buenas relaciones a través de un Manejo efectivo de los Residuos Sólidos (SWM) efectivo.
- 3) Educación pública.
- 4) Administración de quejas.

Las “relaciones públicas y comunicaciones” están vinculadas con métodos y actividades que deberían ser empleados por la Municipalidad Provincial de Puno para promover una relación favorable con el público. Los residentes deben ser informados acerca del SWM, por ejemplo, magnitud del problema, costos, organización del sistema, cronogramas de recolección y sus variaciones, reglas para la recolección y penalidades, nuevos métodos para la disposición de residuos, etc.

En lo que respecta a las “buenas relaciones a través de un SWM”, todos los empleados municipales están obligados a ser corteses y respetuosos con el público que es en realidad el cliente. En particular, el personal encargado de recolectar los residuos sólidos debe ser especialmente mas respetuosos ya que tienen mayor contacto directo con los residentes que aquellos que trabajan en otras secciones. Esto demanda un apropiado entrenamiento a los empleados a fin de eliminar las quejas y promover mejores relaciones públicas. Los empleados deberán lucir presentablemente, ser corteses y responder en términos claros y definidos cualquier pregunta que se les haga. El lenguaje y tono de voz de los trabajadores debe ser atento.

Con relación a “educación pública”, el descuido y desconsideración de los ciudadanos y su desatención a las más simples reglas de limpieza e higiene, se refleja en las calles sucias, callejuelas, parques, lotes vacíos e inclusive linderos privados. Esto tiene a tener una apariencia de abandono en toda la comunidad y la baja moral pública. Aunque las ordenanzas, reglamentos, regulaciones y

penalidades estén apropiadamente ubicadas en el plan de manejo de residuos sólidos, su ejecución deja mucho que desear. Se ha encontrado que como parte del programa de comunicación pública, la solución más fácil y razonable del logro es asegurando la cooperación pública a través de la educación.

Los siguientes programas de educación pública deben ser considerados:

- Grupos ciudadanos, tales como iglesias, cámara de comercio o grupos de mujeres,
- Educación pública a través de medios de comunicación tales como los diarios, televisión, etc.,
- Campañas de limpieza en temporadas,
- Programas educativos para las escuelas de niños y
- Campañas de limpieza que incluyan desfiles de salubridad, botes de basura, recordatorios para que el público mantenga la ciudad limpia.

La educación pública debe estar relacionada a la ejecución.

En lo que respecta a la "Administración de quejas", el número de las mismas es un buen indicador de cuan exitosos son los servicios de limpieza ejecutados en la ciudad. Las críticas positivas frecuentemente orientan el camino hacia el mejoramiento de la implementación de estos servicios.

2.8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

(1) Evaluación Técnica

El sistema de recolección adoptado en el presente proyecto es el más universal y no requiere entrenamiento especial al personal. La eliminación de los residuos dispuestos clandestinamente demanda la cooperación voluntaria de los ciudadanos para su recolección y transporte. Este sistema no es difícil de implementar debido a que ya ha sido aplicado para las campañas de limpieza del agua del lago.

La construcción del lugar de disposición final acatará los últimos estándares peruanos y contribuirá al mejoramiento de las condiciones de salud pública en la ciudad de Puno.

(2) Aspecto Ambiental

El objetivo final del presente proyecto es “Cero Residuos Municipales No Recolectados” como resultado del mejoramiento del índice de recolección. El logro del mismo contribuirá a la purificación de la calidad del agua del Lago Titicaca así como al mejoramiento ambiental.

La Evaluación Inicial del Impacto Ambiental (IEE) fue realizada, evaluándose 23 ítems para obtener el grado de impacto esperado. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla VI.2.10 Resultado de la Evaluación Inicial de Impacto Ambiental (IEE)

Items		Puntuación	Razón
Aspecto Social	1. Movilización de la población	D	No hay residentes en el relleno actual ni en el lugar proyectado
	2. Actividad Económica	D	El reciclado de residuos no es popular
	3. Instalaciones Transporte / Vida	C	Observaciones en caso de embotellamientos de tráfico.
	4. Separación por Distritos	D	No existen instalaciones que dividir.
	5. Monumentos Históricos y Patrimonios Culturales	C	El camino hacia los Restos del Antiguo PUNO está ubicado en el lugar futuro.
	6. Derecho de pesca	D	No existe plan para rellenar en áreas de pesca
	7. Salud de la población	C	Pocas personas viven en el área del relleno
	8. Tratamiento de los residuos	D	No hay tratamiento intermedio de los residuos
	9. Riesgo de Desastres Naturales	D	Menor riesgo en el área
Medio Ambiente Natural	10. Aspectos Topográficos y Geográficos	D	Se construyen diques de 5 o 6 m, sin embargo, la divisoria de aguas no es alterada.
	11. Erosión del Suelo	C	La pendiente del lugar del relleno es pequeña y la precipitación anual no es grande. Se instala un canal abierto a fin de prevenir la erosión.
	12. Agua Subterránea	C	La posibilidad de contaminación del agua depende de la eficiencia de la capa de arcilla.
	13. Condiciones del Lago y Río	D	El relleno no genera cambios
	14. Lago y riberas	D	El relleno no genera cambios
	15. Animales y Plantas	D	Posible presencia de animales dañinos
	16. Meteorología	D	No se presentan cambios.
	17. Paisaje natural	C	Aparición de FDS
Contaminación	18. Contaminación del Aire	D	No hay influencia de escape de humos debido a la naturaleza montañosa.
	19. Contaminación del Agua	C	Posible: infiltración proveniente del relleno por las mismas razones mencionadas en el ítem 12.
	20. Contaminación del Suelo	C	Por infiltración al igual que el ítem 12.
	21. Ruido y vibración	D	Influencia menor proveniente del equipo de construcción, maquinaria pesada y vehículos ya que no hay residentes en las zonas cercanas.
	22. Hundimiento del suelo	D	No hay bombeo de aguas subterráneas
	23. Olor ofensivo	C	La generación de mal olor proveniente de los residuos es baja ya que son cubiertos con suelo.

A – Se espera un impacto considerable

B – Se espera algún tipo de impacto

C – No está claro (Es necesario estudiarlo. Se considera que se esclarecerá durante el proceso de estudio)

D – Se espera un impacto menor y en consecuencia este ítem no se incluye ni en el IEE ni en el EIA.

Como resultado del IEE, el nivel – A es 0, el nivel – B es 0, el nivel – C es 9 y el nivel – D es 14. Esto significa que el impacto esperado por la construcción del relleno sanitario en el ambiente periférico actual. Sin embargo, existe la posibilidad de que la calidad del agua subterránea se deteriore en la periferia del lugar en función a la eficiencia de la capa de arcilla para el control de infiltración.

(3) Aspecto financiero

1) Condiciones para el Análisis Financiero

A fin de analizar los aspectos financieros del plan propuesto, existen algunas condiciones como se indica a continuación:

- a) Se ha omitido la estimación de la inflación.
- b) No se ha considerado el impuesto a la renta del proyecto de residuos sólidos.
- c) El ingreso proveniente del proyecto de residuos sólidos se incrementará por:
 - i) Incremento en el número de familias en Puno
 - ii) Incremento en la tarifa de manejo de residuos sólidos con crecimiento económico(=1.5% / año Esta figura refleja la tasa de crecimiento económico en el departamento de Puno)
 - iii) Incremento del índice de cobranza por el manejo de residuos (=1.46% / año. La meta del índice de cobranzas en el 2025 ha sido fijado en 70%. El índice actual es 48%)
 - iv) La implementación de una tarifa medioambiental para los turistas a fin de salvar el Lago Titicaca.
(Cuando el manejo de residuos sólidos en Puno haya sido completamente organizada, como beneficio los turistas disfrutarán de un medio ambiente estético, por consiguiente, los turistas deben compartir el costo de este proyecto colaborando con la tarifa al medio ambiente. El precio adecuado para la tarifa medioambiental es analizada en la *Tabla XI.2.12*)
 - v) Contribución de PRONAA
 - vi) Contribución de S/550,000 anuales de la municipalidad de Puno
 - vii) Contribución del gobierno estatal

- d) Parte del costo de la construcción será financiado mediante préstamo local con una tasa de interés de 7%. El periodo de amortización del préstamo será 20 años y el periodo de gracia de 5. El préstamo cubrirá las contingencias de los trabajos de construcción más no el IGV de los mismos.
- e) El costo del equipo, servicios de ingeniería, vehículos y mano de obra será financiado mediante un préstamo local sin interés.
- f) Los vehículos se deprecian en 10 años después de los cuales se adquirirán otros nuevos al mismo precio.
- g) Las contingencias (15%) han sido consideradas sobre el costo de los trabajos de construcción y servicio de ingeniería.
- h) El IGV (18%) se considera sobre el costo de los trabajos de construcción, equipos, servicio de ingeniería, las contingencias y vehículos.
- i) Todas las instalaciones y los equipos serán vendidos al valor remanente depreciado al año fiscal 2025.

2) Viabilidad Financiera del Proyecto Propuesto

A fin de estimar la medida mas adecuada para hacer factible el plan propuesto, han sido calculados el TIRF de los siguientes cinco casos:

(i) Propósito de cada caso

- Caso 1: La tarifa actual por el manejo de residuos, en promedio (32 soles/familia/año), es aplicado para observar la viabilidad del sistema actual contra el plan propuesto.
- Caso 2: La tarifa actual por el manejo de residuos, promedio (32 soles/familia/año) y la tarifa por el medio ambiente son aplicadas para observar la influencia de la introducción de la tarifa por el medio ambiente contra el plan propuesto.
- Caso 3: Una tarifa mas cara por el manejo de residuos es aplicada para ver la influencia en el incremento del mismo contra el plan propuesto.
- Caso 4: Un supuesto es aplicado para observar el recorte de los gastos de operación y mantenimiento cuando el costo de trabajo para el personal de manejo de residuos se vea disminuido en 30%.

- Caso 5: Un supuesto caso es aplicado para observar la influencia de la contribución cuando los gastos para maquinaria pesada y vehículos sean cubiertos por las contribuciones del gobierno del Perú (se supone que los servicios de ingeniería serán cubiertos por el gobierno estatal en los casos 1, 2, 3, 4 y 5).

(ii) Resultados de la Viabilidad Financiera

En la *Tabla VI.2.II* se muestran combinaciones de las tarifas de manejo de residuos con una tarifa medioambiental y el TIRF (Tasa Interna de Retorno Financiero) de cada caso.

Tabla VI.2.11 Resultados de la Viabilidad Financiera

	Tarifa por el Manejo de Residuos	Tarifa del Medio Ambiente	Recorte de gastos de O/M	Subsidios del Gobierno Estatal	TIRF
	soles/familia/año	\$/día/persona	%		%
Caso 1	32	0	0	Ser.Ingeniería	-38.8
Caso 2	32	1.7	0	Ser.Ingeniería	7.5
Caso 3	115	0	0	Ser.Ingeniería	8.3
Caso 4	32	0	30	Ser.Ingeniería	-32.6
Caso 5	32	0	0	Ser.Ingeniería + maquinaria pesada + vehículos	-27.1

*1) Ser.: Servicio.

Según los resultados de viabilidad, lo siguiente puede ser mencionado.

- Resultado del análisis del Caso 1:
El plan propuesto no es factible bajo el actual sistema de tarifas de manejo de residuos sólidos (32 soles/familia/año como tarifa por manejos y no como tarifa medioambiental), debido a que el TIRF del Caso 1 es negativo.
- Resultado del análisis del Caso 2:
La implementación de una tarifa para el medio ambiente, tiene una influencia que hace viable al plan propuesto, debido a que el TIRF del Caso 2 excede el 7% asumido como una tasa de interés de préstamo blando.
- Resultado del análisis del Caso 3:

Un incremento de una tarifa por el manejo de residuos, tiene una influencia que hace viable al plan propuesto, debido a que el TIRF del Caso 3 excede el 7% asumido como una tasa de interés de préstamo blando.

- Resultado del análisis del Caso 4:

Una disminución del costo de trabajo por manejo de residuos no es efectivo para hacer viable el plan propuesto, debido a que el TIRF del Caso 4 todavía es negativo.

- Resultado del análisis del Caso 5:

Dados los resultados del TIRF, la contribución por los servicios de ingeniería, maquinaria pesada y vehículos, es considerada que sea mas efectiva que la disminución de los costos de trabajo, pero el TIRF del Caso 5 es todavía negativo bajo el actual sistema de tarifa por el manejo de residuos (32 soles/familia/año como tarifa por el manejo y no como tarifa medioambiental).

3) Plan Financiero

(i) Cálculos para un Plan Financiero Aceptable

Como fue analizado en la sección anterior, se estima que el incremento de la tarifa actual por el manejo de residuos y la introducción de una tarifa medioambiental son efectivos para aumentar el monto de los ingresos por el manejo de residuos sólidos en Puno. En esta sección, una tarifa por el manejo de residuos aceptable, tarifa medioambiental y los subsidios del gobierno estatal son analizados considerando una carga para los ciudadanos de Puno y para los turistas.

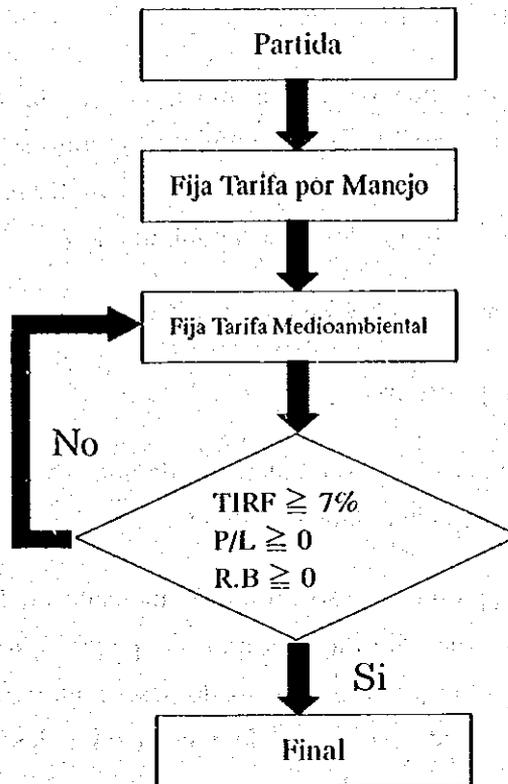


Figura VI.2.5 Procedimientos del Plan Financiero

*1: P/L. Simboliza la estimación de beneficios y pérdidas

*2: R.B. Simboliza el balance de ingresos

En el Caso 6 y 7 se asume que los gastos por los servicios de ingeniería serán cubiertos por contribuciones del gobierno peruano. Mientras que en el Caso 8 se asume que los gastos por los servicios de ingeniería, maquinaria pesada y vehículos serán cubiertos por contribuciones del gobierno Peruano.

Tabla VI.2.12 Combinaciones Recomendables

	Tarifa por el Manejo de Residuos	Tarifa del Medio Ambiente	TIRF	P/L	Balace de Ingresos
	soles/familia/año	\$/día/persona	%	1,000 soles	1,000 soles
Caso 6	48	1.4	8.1	273	303
Caso 7	64	1.1	8.7	1,553	1,583
Caso 8	48	1.2	17.3	2,143	2,173

*1:P/L simboliza Beneficios – Pérdidas.

Basados en los resultados de los análisis mostrados en la *Tabla VI.2.12*, Los Casos 6, 7 y 8 son recomendables para aumentar los ingresos por el manejo de residuos sólidos en la Municipalidad de Puno. Los motivos detallados para la elección de los Casos 6, 7 y 8 son descritas a continuación:

Motivo 1: El TIRF es mayor al 7% de tasa de interés de préstamo blando.

Motivo 2: Los P/L son positivos.

Motivo 3: Los montos de 48 y 64 soles/familia/año son considerados como pagables por los ciudadanos de Puno.

Asumiendo que el ingreso promedio mensual en Puno es 700 soles/mes/familia, una familia es capaz de pagar aproximadamente 300 soles/año/familia por el proyecto de descontaminación del lago. Así, una familia puede pagar por lo menos 64 soles/familia/año por el manejo de residuos sólidos.

Nota: Considerando que el ingreso promedio mensual es estimado por el INEI-ENSECO para el año 1991, 46.52% de las familias están gustosos de pagar el 3.63% de sus ingresos mensuales para el proyecto de descontaminación del lago. (Estudio de Factibilidad, Descontaminación y Desarrollo de la Bahía Interior de Puno, ATA Octubre de 1997 Tomo 1 Informe Principal, página 19).

Motivo 4: Comparado con las tarifas de alojamiento en Puno (aproximadamente US\$20/ día/persona), US\$1.10-1.40/día/persona para una tarifa del medio ambiente parece aceptable.

(ii) Implementación del Plan Financiero

En la *Tabla VI.2.13*, se describen las ventajas de cada caso.

Tabla VI.2.13 Ventajas de cada Caso

	Tarifa por Manejo de Residuos	Tarifa Medioambiental	Ventajas
	soles/familia/año	\$/día/persona	
Caso 6	48	1.4	Si la prioridad de los ciudadanos es mayor que la del turismo y si la maquinaria pesada y los vehículos no son cubiertos por las contribuciones, el Caso 6 es el mas adecuado.
Caso 7	64	1.1	Si la prioridad turística es mayor que la de los ciudadanos y la maquinaria pesada y los vehículos no son cubiertos por una contribución, el Caso 7 es el mas adecuado.
Caso 8	48	1.2	Si los gastos de los servicios de ingeniería, maquinaria pesada y vehículos son cubiertos por una contribución del gobierno peruano, el Caso 8 es el mas adecuado.

Existen algunos puntos cruciales para ejecutar los casos 6, 7 y 8, como se indica a continuación:

Punto 1: El índice actual de cobranzas de las tarifas por el manejo de residuos, debe ser incrementada de 48% a 70%. Este método puede ser ejecutado sin ninguna variación fundamental del manejo de residuos sólidos en Puno.

Punto 2: El incremento de las tarifas actuales por manejo de residuos sólidos debe ser reajustado.

Punto 3: El incremento de las tarifas actuales por manejo de residuos sólidos debe ser correctamente informado a los ciudadanos desde la etapa de preparación del proyecto.

Punto 4: A fin de mitigar un impacto en el incremento de tarifas para las familias de bajos ingresos, un cierto tipo de medidas podría ser considerado. Por ejemplo, la ciudad de Puno debe ser dividida en áreas de altos ingresos y bajos ingresos económicos. Entonces, una tasa de incremento alto por el manejo de residuos, debe ser aplicada a las áreas con altos ingresos.

Punto 5: La introducción de la tarifa medioambiental, debe ser regulada y correctamente informada a los lugares de alojamiento de Puno.

Punto 6: El gobierno estatal, debe reconocer que los valores y beneficios generados por el turismo del lago Titicaca, son merecedores de ser provistas por subsidios para un mejoramiento medioambiental.

(4) Evaluación General

El resultado de la evaluación general se muestra en la *Tabla VI.2.12*.

Tabla VI.2.12 Evaluación del Proyecto para el Manejo de los Residuos Sólidos

ITEM	ELIMINACION DE LOS RESIDUOS DISPUESTOS CLANDESTINAMENTE	MEJORAMIENTO DEL INDICE DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	CONSTRUCCIÓN DEL LUGAR DE DISPOSICIÓN FINAL
Aspecto Técnico	No se requiere de habilidades especiales para su ejecución	Con relación al sistema de recolección del plan propuesto, la Municipalidad de Puno debe cumplir con el sistema propuesto.	Es indispensable el entrenamiento técnico para el relleno sanitario.
Aspecto Ambiental	Efectivo desde el punto de vista de saneamiento	Mediante la reducción de la cantidad de residuos no recolectados, se espera que el medio ambiente del agua del lago mejorará.	La prevención de la dispersión de los residuos dispuestos clandestinamente es indispensable para el mejoramiento del medio ambiente y de las condiciones de salud pública.
Aspecto Financiero	Puede haber disponibilidad del subsidio proveniente de PRONAA y la campaña del Vaso de Leche.	En la perspectiva actual, es necesario incrementar los ingresos y lograr soporte financiero del gobierno estatal.	La misma razón que la columna de la izquierda.

2.9 RECOMENDACIÓN

A fin de mejorar la situación actual del manejo de residuos sólidos en Puno, el Equipo de Estudio de JICA ha dividido el manejo de residuos en 6 categorías a saber (1) Recolección y Transporte, (2) Lugar de Disposición final, (3) Educación, (4) Administración, (5) Financiamiento, (6) Residuos dispuestos clandestinamente y recomienda algunas estrategias para cada categoría como se indica a continuación:

(1) Recolección y Transporte

- Logro de un índice de recolección de 100% para el año 2025
- Implementación del Sistema de Recolección Bell (actual) para toda el área con una frecuencia de recolección de dos veces por semana.
- Mejoramiento del rendimiento del barrido de calles mediante la introducción de un nuevo tipo de contenedores y carros de recolección.
- Compra de camiones de recolección a fin de incrementar el índice de recolección de residuos.

La *Tabla VI.2.3* muestra el número de camiones requerido para alcanzar la meta de un índice de recolección de 100% para el año 2025.

(2) Lugar de Disposición final

- Construcción de un nuevo lugar de disposición tomando en consideración el medio ambiente.
- Adquisición de equipos pesados tales como buldózer y excavadoras para la operación del relleno sanitario.
- Introducción del sistema de tratamiento del percolado en el nuevo lugar de disposición.

(3) Educación

- Educación a los ciudadanos con relación a salud pública en las iglesias, cámaras de comercio y las escuelas a fin de prevenir la disposición clandestina de residuos.
- Empleo de los medios tales como diarios, televisión y radio para educar a los ciudadanos.
- Ejecución de campañas de limpieza en temporadas.

- Implementación de campañas de limpieza incluyendo desfiles de sancamiento a fin de promover la conciencia ciudadana.

(4) Administración

- Fortalecimiento de las relaciones entre organizaciones e instituciones a fin de ejecutar el manejo de residuos sólidos comprensivamente.

(5) Financiamiento

- Buscar una fuente de financiamiento con un interés bajo menor al 7% y también contribuciones
- Incremento del índice de cobranzas de residuos. El índice de cobranza actual es aproximadamente 48%.
- Incremento de la tarifa de manejo de los residuos sólidos (1.5% anual). Actualmente, la tarifa en Puno es aproximadamente 32 soles/familia/año.
- Implementación de una tarifa ambiental para los turistas

(6) Residuos Dispuestos Clandestinamente

- Eliminación expedita de los residuos dispuestos clandestinamente con ayuda de un sistema de monitoreo a fin de encontrar los lugares en donde ocurren.
- Empleo de un subsidio tal como el "Vaso de Leche" para los ciudadanos que participen de las campañas de recolección de residuos dispuestos clandestinamente.