

**OFICINA PANAMERICANA
DE LA SALUD
OPS**



**INSTITUTO LATINOAMERICANO Y
DEL CARIBE DE PLANIFICACION
ECONOMICA Y SOCIAL
ILPES**

DIRECCION DE PROYECTOS Y PROGRAMACION DE INVERSIONES

**GUIA PARA LA PREPARACIÓN, EVALUACIÓN
Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE RESIDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARIOS**

DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMACIÓN DE INVERSIONES

Distr.
LIMITADA

LC/IP/L.153
14 de octubre de 1998

ORIGINAL: ESPAÑOL

GUÍA PARA LA PREPARACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

98-10-777

ÍNDICE

Resumen	v
Prólogo	vii
1. Introducción a la problemática de los residuos sólidos urbanos	1
1.1 El concepto de residuo sólido urbano	5
1.2 Panorama actual de la producción y composición de residuos	10
1.3 Manejo integral de los residuos sólidos urbanos	23
1.4 Tendencias actuales en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos	33
1.5 Problemática medioambiental y económica de los RSU	44
1.6 Problemática económica de los RSU	50
1.7 Instrumentos regulatorios y económicos	53
1.8 Experiencias de manejo de RSU en países en vías de desarrollo	70
ANEXOS	75
ANEXO 1.1 El caso de Colombia	76
ANEXO 1.2 El caso de Uruguay	77
ANEXO 1.3 El caso de Guatemala.....	78
ANEXO 1.4 El caso de México.....	79
ANEXO 1.5 Visión global de sector	80
2. Aspectos generales de identificación y formulación de proyectos de inversión.....	81
2.1 Introducción	81
2.2 El ciclo de vida de los proyectos.....	87
2.3 Formulación o preparación de proyectos de inversión	97
ANEXO 2.1 Esquema resumido de preparación de proyectos.....	113
ANEXO 2.2 Centro de salud 1	115

3.	Diagnóstico para la formulación de proyectos de inversión en el área de residuos sólidos	117
3.1	Introducción	117
3.2	Identificación del problema	118
3.3	Diagnóstico de la situación actual.....	119
3.4	Sostenibilidad de proyectos de inversión.....	132
4.	Metodología para la identificación del problema y búsqueda de soluciones	135
4.1	Identificación del problema	135
4.2	Postulación de alternativas. Selección de las alternativas a través de la metodología.....	146
4.3	Determinación de necesidades	149
4.4	Tamaño, localización y tecnología	164
5.	Identificación de alternativas de solución a problemas de manejo de residuos sólidos urbanos	177
5.1	Introducción	177
5.2	Alternativas para la pre-recogida	179
5.3	Alternativas para recogida y transporte	183
5.4	Alternativas para el tratamiento y valoración	204
5.5	Alternativa para el Barrido de calles y áreas públicas	239
6.	Evaluación de alternativas de proyectos de inversión en manejo de residuos sólidos urbanos	243
6.1	Introducción	243
6.2	Evaluación preliminar.....	244
6.3	Identificación de impactos positivos y negativos	246

6.4	Identificación de ingresos y costos para una evaluación económica	249
6.5	Criterios para la evaluación económica de alternativas	258
6.6	Análisis de sensibilidad.....	270
7.	Evaluación del Impacto Ambiental: conceptos y categorías.....	273
7.1	Metodologías de EIA	289
7.2	Metodologías - listas de chequeo	306
7.3	Metodologías - matrices de causa-efecto	309
7.4	La matriz de Leopold.....	312
7.5	El sistema de Battelle.....	315
7.6	Valoración económica de los impactos.....	317
ANEXO 7.1	Listado de actividades del proyecto por fase.....	323
ANEXO 7.2	Ejemplo de la matriz de importancia.....	329
ANEXO 7.3	Ejemplo de aplicación de la matriz de Leopold	335
ANEXO 7.4	Ejemplo de la matriz de interacción	343
ANEXO 7.5	Sistema de Battelle - Columbus	347
ANEXO 7.6	Instrumentos económicos en la gestión de residuos sólidos	353
ANEXO 7.7	Ejemplo de impactos de sistemas de captación y evacuación de residuos sólidos y posibles medidas de mitigación.....	355
8.	Participación y educación del público.....	359
8.1	Generalidades.....	355
8.2	Elementos que deben tomarse en cuenta en la participación para una gestión integral de los RSU	363
8.3	Costos y financiamiento de los programas	371

Bibliografía	373
ANEXO N° 1 Selección de emplazamiento para vertedero controlado	393
ANEXO N° 2 Chequeo para visita a vertedero	407
ANEXO N° 3 Método para evaluación de índices de calidad de vertederos y microvertederos	415
ANEXO N° 4 Proyecto piloto de educación ambiental	437
ANEXO N° 5 Mercado, polución y congestión	467

RESUMEN

El problema de los desechos sólidos domiciliarios constituye uno de los problemas de mayor envergadura en las ciudades tanto grandes como pequeñas. Sus implicaciones sobre el medio ambiente y la salud de la población demandan un tratamiento integral para alcanzar soluciones adecuadas desde el punto de vista social y económico. Todo esto involucra el tratamiento sistémico de aspectos relacionados con la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos domiciliarios. En este sentido, al análisis de las diferentes etapas constituye un excelente caso para identificar, formular, evaluar, ejecutar y controlar correctamente un proyecto de inversión.

Además de los anteriores aspectos, la presente Guía le asigna una especial relevancia a la identificación de alternativas, la evaluación del impacto ambiental y la participación ciudadana. Así, con un enfoque práctico, el diseño de la Guía ofrece información útil y orientación básica para promover respuestas viables y sustentables.

PRÓLOGO

La sustentabilidad ambiental, como elemento fundamental del desarrollo económico y social, en escenarios cada vez más descentralizados y competitivos, tiene entre otros desafíos, el manejo integral, participativo y eficiente de los residuos sólidos domiciliarios. Sin este manejo, el impacto nocivo sobre el ambiente y las personas es costoso y con frecuencia irreparable.

El tema de los residuos sólidos domiciliarios ha sido objeto durante la última década de intensos debates en medio de variadas experiencias de gestión. El problema sin embargo, se agudiza en los municipios o localidades pequeñas donde la escasez de recursos de toda índole es más aguda y restrictiva. Además, en el marco de las nuevas disposiciones legales, la problemática sintetiza la importancia de articular adecuadamente instrumentos, medios y políticas para alcanzar una solución equitativa y eficiente.

Dentro de un enfoque práctico y operativo, la presente Guía constituye una versión ampliada y revisada con énfasis en las fases de preparación y evaluación del ciclo de los proyectos y en los pormenores metodológicos de la evaluación del impacto ambiental.

La elaboración de la Guía, estuvo a cargo del Profesor Marcel Szantó y del grupo de Residuos Sólidos de la Escuela de Ingeniería en Construcción de la Universidad Católica de Valparaíso de Chile, con el apoyo técnico y la supervisión del ILPES. Los aportes, comentarios y revisiones de la OPS y el CEPIS constituyeron una ayuda esencial. La primera difusión de esta guía, tiene como finalidad el curso internacional mediante Educación a distancia patrocinado por CEPAL/ILPES, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y llevado a cabo en México por intermedio de la Universidad Nacional Autónoma (UNAM), y el Banco Nacional de Obras (BANOBRAS), en Costa Rica por la Universidad Estatal a Distancia (UNED), en Argentina la Universidad Nacional de Córdoba, en Colombia la Universidad de la Sabana y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), y en Chile la Universidad Católica del Norte (UCN).

Edgar Ortegón
Director
Dirección de Proyectos y
Programación de Inversiones
ILPES

1. Introducción a la problemática de los residuos sólidos urbanos

Introducción

"A pesar de las enormes distancias que nos separan geográficamente y, a pesar de nuestras diferencias de cultura, idioma, actividades, ideas políticas y religión, hoy nos une a todos un peligro colectivo sin precedentes en la historia. Este peligro cuya naturaleza y magnitud son tales que no se le puede comparar con ninguno de los que el hombre ha tenido que afrontar hasta el presente, nace de la convergencia de varios factores. Cada uno de ellos, considerado separadamente plantea por si problemas insolubles, pero además, en conjunto, representan no solo la probabilidad de un enorme aumento de los sufrimientos humanos en un futuro próximo, sino incluso la posibilidad de que la vida quede casi o totalmente extinguida en el planeta".

Con estas dramáticas palabras comienza el mensaje de Mentón, documento firmado por 2.200 hombres de ciencia correspondientes a 23 países , entre los que se cuentan a varios premios Nobel. Dirigido a toda la humanidad y entregado, el 11 de Mayo de 1971 al entonces Secretario General de las Naciones Unidas, U.Thant.

Han pasado más de veinticinco años de ese acontecimiento y la situación, bajo un prisma sistémico, no ofrece grandes avances. Más aún, aparece un deterioro mayor.

Durante miles de años las actividades del hombre sólo afectaron ligeramente la naturaleza. Los campos y bosques, las reservas de suelos fértiles y minerales, el agua y el aire, apenas fueron afectados por las sociedades humanas surgidas en torno a ellos.

"Los siglos de la ignorancia terminaron hace quinientos años", afirman los entendidos, a causa del mayor invento de todas las épocas: la imprenta. Gracias a ella se han divulgado los conocimientos y se ha acelerado el progreso.

En el último siglo hemos avanzado científica y tecnológicamente más que en el resto de nuestra existencia, pero siendo objetivos, esta afirmación tan espectacular debe unirse a otra tan llamativa como poco agradable: "el hombre" en este último siglo ha sacado de las fuentes naturales mucho más que en toda su anterior vida sobre la tierra.

Al fenómeno anterior va ligada la necesidad de desprenderse de los residuos procedentes de la extracción, transformación y manipulación de los recursos naturales y del consumo de los productos así obtenidos, devolviéndolos a la naturaleza. Pero ésta se muestra hasta ahora incapaz de absorberlos sin deterioro, al menos en la cuantía y forma en que el hombre se los suministra la mayor parte de las veces.

El resultado final del proceso es, en muchos casos, la ruptura del equilibrio entre la biósfera del planeta y las actividades humanas, desequilibrio producido por la contaminación. Esto obliga al hombre a desenvolverse en un medio alterado cada vez más inadecuado para la vida en general y para la suya en particular.

El deterioro del medio humano es tan rápido y evidente que supera con mucho la capacidad de adaptación del hombre.

Se puede pensar en las alteraciones de la naturaleza, desproporcionadas, hasta el punto de romper el equilibrio de su sistema. Esto se puede deber a dos grupos de actuaciones: primero la introducción en la naturaleza de agentes contaminantes que provocan niveles peligrosos de alteración del aire, del agua y de la tierra, nocivos para la salud del hombre (residuos sólidos domésticos, industriales, etc.); y segundo, el consumo inadecuado de materias primas (utilización irracional de yacimientos mineros y forestales) con destrucción de recursos insustituibles.

Todas las acciones encaminadas a moderar el efecto producido por las actuaciones antes citadas deben ser motivo de especiales consideraciones y entre estas acciones se encuentra la producción y eliminación de los residuos sólidos urbanos.

Casi todos hoy día, buscan una mejor eliminación de los residuos sin deterioro de la calidad del medio ambiente y con un aprovechamiento máximo de los mismos (siempre que la economía de los sistemas de tratamiento así lo permita).

El medio ambiente se afecta por la contaminación, a la que contribuyen los denominados residuos sólidos o simplemente basuras. Esto representa una carga abrumadora engendrada por la prosperidad, favorecida por el crecimiento demográfico, reforzada por la tecnología y casi ignorada por nuestra sociedad.

La comunidad, que protege la salud y seguridad de sus residentes en un medio limpio y atractivo, tiene que tener un sistema de recogida y eliminación de desechos sólidos eficiente y bien organizado. Sin este sistema la aparición de vectores como ratas, moscas e insectos transmisores de enfermedades, se hace prácticamente probable. A medida que la población aumenta y se concentra en las zonas urbanas, el problema tiende a agudizarse.

Los cambios en los patrones culturales, niveles de ingreso, vivienda y tecnología, plantea nuevas exigencias en el tratamiento de los residuos. Así, nos encontramos hoy día que en las grandes zonas metropolitanas, el problema de la eliminación de los residuos ha alcanzado dimensiones severas debido a la disminución de áreas disponibles para vertidos y las mayores exigencias en los controles sobre contaminación para el aire, agua y suelo.

Hoy día se deben poner en práctica métodos de manejo sanitario eficaces y económicos. La solución de los problemas de almacenamiento, recolección, tratamiento, transformación, aprovechamiento y evacuación de residuos hospitalarios, domésticos, comerciales e industriales

entre otros, presenta por supuesto no solo complejos e importantes aspectos técnicos, sino también dificultades de orden político, financiero y jurídico, obstáculos de administración pública y de coordinación.

Las consecuencias sanitarias y ambientales de un deficiente servicio de limpieza urbana llegan mucho más lejos que la estética y las simples molestias. Estas consideraciones unidas al contacto diario que el hombre en sociedad tiene con los residuos sólidos urbanos, hace que este tipo de residuos sólidos, a pesar de ser cercano a un 10% del total de los producidos, considerando los provenientes de la minería, industria, agricultura, hospitales y otros sean los causantes del mayor impacto sanitario que afecta en la actualidad a la población.

Es por ello que los residuos sólidos urbanos son, por encima de los demás tipos de residuos producidos, los más requeridos - en la actualidad- de un correcto manejo desde su producción en origen hasta su disposición final.^{1/}

^{1/} Para mayor información sobre estos temas ver: "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos, Un Enfoque de Política Integral", CEPAL/GTZ (1997).

1.1. El concepto de residuo sólido urbano.

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en su directiva 75/442 especifica que se entiende por residuo "cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".

La "Environment Protection Agency (EPA)" de los Estados Unidos (1989) define textualmente: "se entiende como residuo sólido cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua". En esta definición está implícita una clasificación de los residuos, de acuerdo a su origen o fuente generadora. Por su parte, en la legislación brasileña, se ha agregado a esa definición una clasificación de residuos en peligrosos, inertes y no inertes.

La Organización del Consejo de Defensa de Energía (OCDE), que define a los residuos como aquellas materias generadas en la actividad de producción y consumo que no alcanzan en el contexto en que son producidos ningún valor económico, lo que puede deberse tanto a la falta de una tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados.

En síntesis, puede definirse un *residuo* como todo resto o material resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que resulte abandonado o que su poseedor o productor decida abandonar.

Sin embargo, tal definición sólo identifica al residuo como un resto (parte de un bien), no incluyendo la posibilidad de que un bien completo sea un residuo, tampoco profundiza en la razón por la cual el poseedor está interesado en abandonarlo.

Complementando la definición anterior, se puede definir un *residuo sólido* como parte o totalidad de un bien que representa una desutilidad a quien lo posee.

Un *residuo sólido urbano* (RSU) no es más que un residuo sólido generado por cualquier actividad en los núcleos urbanos, incluyendo tanto los de carácter doméstico como los provenientes de cualquier otra actividad generadora de residuos dentro del ámbito urbano.

La definición anterior se centra en la desutilidad o utilidad negativa inherente al residuo sólido, que es lo que conduce a que el poseedor o productor del bien esté interesado en abandonarlo parcial o totalmente.

De acuerdo a lo expresado, para que un bien o parte de él sea considerado -individual o socialmente- como un residuo, basta que la cantidad demandada para su aprovechamiento sea nula o negativa.

Nótese a lo menos dos diferencias importantes entre el residuo sólido urbano y el residuo sólido rural:

- El residuo sólido rural puede ser recuperado naturalmente (alimentación del ganado, abono de la tierra, etc.), o bien eliminado mediante su simple abandono en el campo. El RSU no puede ser eliminado o recuperado naturalmente, debido al lugar en que se genera y a su composición (alta incidencia de materiales no orgánicos).
- Ligado a lo anterior, los residuos orgánicos o combustibles le proporcionan al agricultor una utilidad positiva, prácticamente sin costos adicionales, lo que al menos en parte permite cerrar un ciclo de actividad económica. En cambio, el ciudadano considera al residuo como una molestia y se requiere de una organización social de servicio, con un importante costo adicional, para que los residuos puedan ser manejados.

Dados los conocimientos tecnológicos de la sociedad actual, sólo un número reducido de bienes son irrecuperables tanto individual como socialmente. Todos los demás bienes presentan una cierta utilidad, ya sea directamente (por ejemplo, una vieja prenda de vestir) o potencialmente como inputs de un proceso de transformación (por ejemplo, los papeles y cartones usados que pueden ser reciclados).

De ahí que la definición de residuo sólido deba ser entendida en un conjunto dado de condiciones, puesto que un bien o parte de él puede significar -por ejemplo- un residuo para los individuos y en cambio ser aprovechado por un grupo social.

Hasta épocas muy recientes -y aún en la época actual- los residuos sólidos urbanos (RSU) han sido considerados como algo que debe ser eliminado, salvo por la acción de grupos sociales marginados o de pequeñas empresas de recolección manual que han recuperado parte de los residuos para su posterior venta.

El problema del tratamiento de los RSU implica en primera instancia conocer en qué condiciones un residuo merece el calificativo de tal, ya que -de no tenerlo claro- se podría desaprovechar posibilidades de reutilización, o bien, crear procesos de transformación para los que no existe demanda y cuyo producto sería -por lo tanto- un residuo. De ahí la importancia de haber precisado claramente el concepto, antes de continuar.

Una vez realizadas estas consideraciones sobre el concepto de RSU, se puede completar esa visión con una clasificación de los distintos grupos de RSU:

- Residuos propiamente domiciliarios
- Residuos de mercados y mataderos
- Residuos de establecimientos de salud
- Residuos que provienen de la limpieza y barrido de calles

- Residuos producidos por la limpieza y mantenimiento de playas, zonas recreativas y otros lugares de uso público
- Residuos resultantes de los trabajos de obras en construcción
- Lodos y fangos producidos en la depuración de aguas residuales urbanas
- Residuos procedentes de la limpieza de pozos negros, alcantarillas y similares
- Residuos comerciales y de oficinas
- Residuos urbanos voluminosos
- Residuos resultantes del abandono de vehículos
- Restos de podas, mantenimiento y conservación de zonas verdes
- Residuos correspondientes a la recogida de animales muertos
- Residuos específicos tóxicos y peligrosos procedentes de laboratorios, centros de investigación, centros docentes y otros.

Se podría elaborar un listado mucho más extenso, si se piensa que -por ejemplo- no se ha incluido los residuos procedentes de mezclas de distintas actividades (agraria, minera, industrial) y que se generan dentro del núcleo urbano. Como se analizará posteriormente, la diferenciación en la recogida de los distintos tipos de RSU es un factor preponderante a la hora de analizar las posibilidades de reutilización de determinados residuos.

A fin de alcanzar un mayor grado de síntesis en la clasificación antes expuesta y una mejor comprensión de sus diferentes características, *los RSU se pueden agrupar de acuerdo a la fuente de generación* de éstos en el núcleo urbano, de la siguiente manera:

Residuos domiciliarios

Proceden de las distintas actividades de la vida en comunidad. Se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes más o menos normalizados (bolsas, contenedores, etc.).

Comprenden los residuos procedentes de las viviendas, de la limpieza de calles y veredas, de zonas verdes y de los establecimientos industriales y comerciales cuando son asimilables a los residuos domiciliarios (por ejemplo: material de oficina, restos de comedores de empresas, etc.).

Residuos voluminosos

Son materiales de desecho de origen doméstico que por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos y/o transportados por los servicios de recogida convencionales. Tal es el caso de muebles, colchones, electrodomésticos, etc.

Dado que cada vez será más frecuente el abandono clandestino de estos desechos, es necesario conocer la naturaleza, composición y cantidad de éstos, con el fin de disponer de los medios adecuados para su recogida, tratamiento y posible recuperación.

Residuos comerciales

Están constituidos por los residuos de la actividad de los diferentes circuitos de distribución de bienes de consumo (por ejemplo, embalajes, residuos orgánicos de mercados y ferias, etc.).

Residuos sanitarios o de establecimientos de salud

Son los derivados de actividades sanitarias procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis clínicos, laboratorios de investigaciones biológicas y establecimientos similares, como -por ejemplo- determinadas industrias farmacéuticas. Estos residuos se caracterizan por la presencia tanto de gérmenes patógenos como de restos de diversos medicamentos.

Residuos de construcciones y demoliciones

Proceden de obras de construcción. Por ello, se componen de escombros, ladrillos, maderas, vidrios, etc.

Residuos industriales

Son los generados en cualquier actividad industrial y han de recogerse o depositarse en recipientes adecuados, debido a que - en general - se encuentra prohibido su vertido en las redes de alcantarillado público, en el suelo, en el subsuelo, en los cauces públicos o en el mar litoral. Ejemplos típicos de estos residuos son los aceites y los disolventes químicos, entre muchos otros.

1.2. Panorama actual de la producción y composición de residuos.

A grandes rasgos, la producción de residuos y su composición son función de la población, el nivel de vida y grado de desarrollo económico, los hábitos de consumo asociados a un determinado nivel de renta, los métodos de acondicionamiento de los productos, la época del año, el movimiento de la población durante el período vacacional y otros. De este modo, se podría asociar las distintas fases de crecimiento económico de un país con un análisis - imaginario- del volumen y la composición de sus basuras.

Lógicamente, la actual evolución de los estadios industriales, agrarios, agroindustriales acarrea un incremento y una diversificación de la producción de bienes y servicios. Esto crea una demanda sobre los recursos naturales e implica una generación importante de residuos sólidos.

La cantidad diaria de residuos sólidos urbanos que se generaba en América Latina durante el año 1995, se estimaba en 275.000 toneladas. (Informe Cepis, Lima Perú, Febrero 1995). Para recolectar esa cantidad de RSU se requeriría contar con alrededor de 28.000 camiones recolectores convencionales. A su vez, para disponer esa misma cantidad en un relleno sanitario se hubiera requerido un espacio diario de 350.000 metros cúbicos, aproximadamente.

1.2.1. La producción de residuos sólidos urbanos.

La generación media de residuos sólidos en América Latina es de 0,92 Kg/hab-día, según informes de la Oficina Panamericana de la Salud/Organización mundial de la Salud.

Los siguientes cuadros presentan información sobre la producción de RSU per cápita, en algunos países y ciudades de América Latina y el Caribe, agrupadas por cantidad de habitantes.

Cuadro N° 1: Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas 0. metropolitanas y ciudades con mas de 2 millones de habitantes.

CIUDAD	POBLACIÓN HABITANTES (000)	PRODUCCIÓN RSM (T/DIA)	GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DIA)
A.M.* SAO PAULO, BRASIL (96)	16.400	22.100	1,35
A.M. MÉXICO, D.F., MÉXICO (94)	15.600	18.700	1,20
A.M. BUENOS AIRES, ARGENTINA (96)	12.000	10.500	0,88
A.M. RÍO DE JANEIRO, BRASIL, (96)	9.900	9.900	1,00
A.M. LIMA, PERÚ (96)	7.500	4.200	0,56
BOGOTÁ, COLOMBIA (96)	5.600	4.200	0,74
SANTIAGO, CHILE (95)	5.300	4.600	0,87
BELO HORIZONTE, BRASIL (96)	3.900	3.200	0,83
CARACAS, VENEZUELA (95)	3.000	3.500	1,18
SALVADOR, BRASIL (96)+	2.800	2.800	1,00
A.M. MONTERREY, MÉXICO (96)	2.800	3.000	1,07
S. DOMINGO, R. DOMINICANA (94)	2.800	1.700	0,60
GUAYAQUIL, ECUADOR (96)	2.300	1.600	0,70
A.M. GUATEMALA, GUATEMALA (93)	2.200	1.200	0,54
CURITIBA, BRASIL (95)	2.100	1.300	1,07
LA HABANA, CUBA	2.000	1.400	0,70
TOTAL	96.800	93.900	0,97

*A.M. = ÁREA METROPOLITANA

FUENTE: “Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe” (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuadro N° 2: Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes.

CIUDAD	POBLACIÓN HABITANTES (000)	PRODUCCIÓN RSM (T/DIA)	GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DIA)
CALI, COLOMBIA (96)	1.850	1.350	0,73
BRASILIA, BRASIL (96)	1.800	1.600	0,89
MEDELLÍN, COLOMBIA (87)	1.500	750	0,50
MONTEVIDEO, URUGUAY (95)	1.400	1.260	0,90
QUITO, ECUADOR (94)	1.300	900	0,70
SAN SALVADOR, EL SALVADOR (92)	1.300	700	0,54
A.M. ASUNCIÓN, PARAGUAY (96)	1.200	1.100	0,94
ROSARIO, ARGENTINA (96)	1.100	700	0,64
MANAGUA, NICARAGUA (88)	1.000	600	0,60
BARRANQUILLA, COLOMBIA (96)	1.000	900	0,90
SAN JOSÉ, COSTA RICA (95)	1.000	960	0,96
TEGUCIGALPA, HONDURAS (95)	1.000	650	0,65
PANAMÁ, PANAMÁ (95)	800	770	0,96
LA PAZ, BOLIVIA (96)	750	380	0,51
CARTAGENA, COLOMBIA (96)	600	560	0,93
PUERTO ESPAÑA, TRINIDAD Y TOBAGO (93)	500	600	1,2
TOTAL	16.300	12.180	0,74

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuadro N° 3: Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con menos de 500.000 habitantes.

CIUDAD	POBLACIÓN HABITANTES (000)	PRODUCCIÓN RSM (T/DIA)	GENERACIÓN PER CÁPITA (KG/HAB/DIA)
EL ALTO, BOLIVIA	450	200	0,44
APODACA, MEXICO	350	100	0,30
CHICLAYO, PERÚ	300	180	0,60
SANTA MARTA, COLOMBIA	210	230	1,10
ORURO, BOLIVIA	190	70	0,37
GODOY CRUZ, ARGENTINA	190	100	0,53
BUENAVENTURA, COLOMBIA	190	180	0,96
PALMIRA, COLOMBIA	190	120	0,63
SAN RAFAEL, ARGENTINA	180	90	0,50
SUCRE, BOLIVIA	140	60	0,43
CONCORDIA, ARGENTINA	120	40	0,33
ICA, PERÚ	110	60	0,75
TARIJA, BOLIVIA	90	30	1,00
RIVERA, URUGUAY	80	60	0,57
RIOHACHA, COLOMBIA	80	80	1,00
VENADO TUERTO, ARGENTINA	70	40	0,57
LINARES, MÉXICO	70	30	0,43
TRINIDAD, BOLIVIA	60	30	0,50
TACUAREMBO, URUGUAY	50	20	0,40
MADRID, COLOMBIA	40	9	0,22
ARTIGAS, URUGUAY	30	36	1,20
GRANADERO BERGSON, ARGENTINA	21	15	0,70
ARACATACA, COLOMBIA	16	6	0,35
ZACAMIL, EL SALVADOR	15	8	0,50
TOTAL	3.242	1.789	0,55

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Las tasas más bajas son representativas de pequeños núcleos rurales con actividad preponderantemente agrícola (0,22 a 0,5 Kg/hab-día) y las más altas corresponden a zonas residenciales en conglomerados urbanos (0,54 a 1,35 Kg/hab-día).

En los siguientes cuadros podemos ver la evolución de la producción per cápita de residuos, general y por estrato socioeconómico a través del tiempo, y su producción analizada por estrato socioeconómico, en un país como Chile.

Cuadro N° 4: Producción de RSU per cápita Región Metropolitana, Chile

Año	1985	1991	1993	1997
Producción per cápita/día	0,64 Kg/hab-día	0,75 Kg/hab-día	0,80 Kg/hab-día	0,87 Kg/hab-día

FUENTE: EMERES (Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos, Santiago, Chile.)

Los datos recopilados, proporcionados a la OPS por los responsables de los servicios, a juicio del autor, se asumen con cierta cautela. Los antecedentes no señalan la forma de obtención del dato, si este responde a un estudio o estadística, o si esta cifra ha sido determinada en origen, en recogida o en el punto de disposición final, lo que implica un valor diferente.

Cuadro N° 5: Producción de RSU per cápita por estrato socio-económico, Región Metropolitana, Chile (año 1993)

ESTRATO	Producción de RSU per cápita
ALTO	1,13 Kg/hab-día
MEDIO-ALTO	0,91
MEDIO-BAJO	0,72
BAJO	0,62

FUENTE: EMERES (Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos, Santiago, Chile.)

En estricto rigor, es importante acotar que -debido a motivos de carácter práctico en la medición- muchas de las cifras de los cuadros anteriores corresponden a tasas de disposición o a tasas de recolección, pero no a tasas de producción de RSU, las que en general no son iguales entre sí.

A fin de aclarar este último punto, cabe consignar las principales razones por las cuales existe diferencia entre las tasas de producción y las de recolección o disposición final:

- En núcleos pequeños, la dispersión de la población puede influir en que la recolección no se haga extensiva a su totalidad. Los datos de producción de RSU se obtienen generalmente a partir de las cifras en tonelaje obtenidas por los servicios de recolección de basuras, divididas por el número de habitantes estimado.
- Los estratos sociales de inferior nivel de vida pueden producir menos cantidad de residuos en razón de un menor consumo, especialmente si es de tipo más o menos suntuario (papel, plásticos, envoltorios, etc.). No parece que hayan diferencias substanciales en la producción residual orgánica.
- Igualmente puede efectuarse "in situ" una cierta recuperación de parte de los residuos, actividad especialmente comprobada en los estratos de menor nivel de vida (recuperación y venta de papeles y periódicos, ciertos envases de vidrio, pan, etc.). Esta modalidad de recuperación domiciliaria se efectúa también en las pequeñas aglomeraciones de tipo rural y da lugar a la utilización de residuos para la alimentación de animales domésticos.
- Incluso para algunos barrios, determinadas y tradicionales formas de distribución de los productos alimenticios (comercios de verduras y frutas, bodegas, lecherías, etc.) en que interviene por ejemplo, de forma más significativa la utilización de envases consignados, o bien, existe una menor venta de productos elaborados, pueden provocar una disminución de las tasas de producción de RSU.

- También, las variaciones estacionales suelen influir de forma significativa en las tasas de producción y se corresponden también con las variaciones en la actividad económica (debidas a vacaciones y días festivos). Las variaciones estacionales provocan reducciones o incrementos en las tasas de producción, según sean núcleos urbanos muy industrializados o ciudades receptoras de veraneantes o visitantes.

1.2.2. La composición de los residuos sólidos urbanos.

El conocimiento de la composición de los residuos domésticos tiene importancia para la toma de decisiones en la elección de los sistemas de tratamiento de RSU.

En general, la composición de las basuras es función de:

- El hábitat geográfico de la población.
- La época de producción de los residuos.
- El status o nivel social, de la población.
- Los hábitos de consumo (especialmente el alimenticio).
- El tipo de producción agraria.
- La estructura económica del entorno.
- Las motivaciones exteriores de consumo.

Para obtener una primera aproximación a la composición típica de los RSU, se presenta a continuación una sucesión de cuadros con datos de composición de residuos en distintos países.

Cuadro N° 6: Composición de residuos domésticos en diversos países (porcentaje del peso total)

PAÍS	CARTÓN Y PAPEL	METAL	VIDRIO	TEXTIL	PLÁSTICOS	ORGÁNICOS	OTROS E INERTE
BRASIL (96)	25.0	4.0	3.0	-	3.0	-	65.0 ⁽¹⁾
MÉXICO	20.0	3.2	8.2	4.2	6.1	43.0	27.1
COSTA RICA	19.0	-	2.0	-	11.0	58.0	10.0
EL SALVADOR	18.0	0.8	0.8	4.2	6.1	43.0	27.1
PERÚ	10.0	2.1	1.3	1.4	3.2	50.0	32.0
CHILE (92)	18.8	2.3	1.6	4.3	10.3	49.3	13.4
GUATEMALA (91)	13.9	1.8	3.2	3.6	8.1	63.3	6.1
COLOMBIA (96)	18.3	1.6	4.6	3.8	14.2	52.3	5.2
URUGUAY (96)	8.0	7.0	4.0	-	13.0	56.0	12.0
BOLIVIA (94)	6.2	2.3	3.5	3.4	4.3	59.5	20.8
ECUADOR (94)	10.5	1.6	2.2	-	4.5	71.4	9.8
PARAGUAY (95)	10.2	1.3	3.5	1.2	4.2	56.6	23.0
ARGENTINA (96)	20.3	3.9	8.1	5.5	8.2	53.2	0.8
TRINIDAD Y TOBAGO	20.0	10.0	10.0	7.0	20.0	27.0	6.0

(1) Incluye residuos textiles y orgánicos

FUENTES: OPS. El manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental NE 15. 1995.
 OPS. Estudios sectoriales de residuos sólidos. 1996
 Ministerio de Salud, Chile. 1995.
 Fundación Natura. Manejo de los desechos sólidos en el Ecuador. 1994.
 OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.
 OPS; BID. Informes de expertos locales para el presente diagnóstico. 1996.

Es interesante destacar el crecimiento de los papeles y materias plásticas. Ello se produce fundamentalmente a partir de los años 80, el primero motivado en buena medida por la creciente utilización de computadores e impresoras, el segundo por su mayor uso en la manufactura de productos y envases y en la construcción (PVC, cloruro de polivinilo), ambos casos asociados al desarrollo tecnológico y/o económico observado en la mayoría de los países. Es de destacar también la disminución de la fracción de residuos alimenticios en los países más desarrollados.

Otro ejemplo de composición de RSU, considerando una estratificación socio-económica, es la obtenida del Estudio y Plan de Manejo de los RSU de las ciudades de Viña del Mar y Valparaíso (Universidad Católica de Valparaíso, año 1995) y que ha permitido obtener datos de composición de RSU en ambas ciudades, los que se presentan en los cuadros N° 7 y N° 8. Ambas son ciudades costeras del litoral central del país: Viña del Mar, ciudad eminentemente turística, con una población estimada de 304.203 habitantes y una producción promedio diaria estimada de 0,95 Kg./hab./día de RSU en disposición final; Valparaíso, principal ciudad-puerto con una población estimada de 282.840 habitantes y una producción promedio diaria estimada de 0,70 Kg./hab./día de RSU en disposición final.

FUENTE: "Residuos Sólidos: estudio y planes de manejo", publicado por el Ministerio de Planificación y Cooperación, (1997), a través del Programa de preinversión MIDEPLAN-BID en su unidad de Medio Ambiente.

CUADRO N° 7: Composición media de los residuos sólidos de la ciudad latinoamericana de Viña del Mar por estrato socioeconómico.

Estrato	COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS										
	M.O. *	Gomas y Cueros	Papel	Cartón	Plástico	Textil	Madera	Metal	Otro	Vidrio	Tierra y Ceniza
Bajo	69.76	0.2	9.40	3.27	5.55	2.81	0.52	1.00	2.21	1.39	4.09
Medio	62.80	0.8	10.40	3.05	6.81	1.64	1.36	2.14	6.78	2.54	2.47
Alto	54.93	0.5	18.20	5.55	6.81	2.01	0.52	1.85	3.89	3.82	0.49

M.O. Materia Orgánica

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Chile 1997.

CUADRO N° 8: Composición media de los residuos sólidos de la ciudad latinoamericana de Valparaíso por estrato socioeconómico.

Estrato	COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS										
	M.O. *	Gomas y Cueros	Papel	Cartón	Plástico	Textil	Madera	Metal	Otro	Vidrio	Tierra y Ceniza
Bajo	67.7	0	7.64	2.08	5.11	5.16	0.16	1.16	2.70	1.43	6.85
Medio	62.65	0.3	11.07	2.19	5.20	1.58	2.96	1.97	3.09	2.65	6.63
Alto	52.12	0.9	9.95	4.96	7.85	2.06	2.21	2.47	12.8	1.57	3.97

M.O. Materia Orgánica

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Chile 1997.

Es de destacar la gran diferencia observada entre los distintos estratos socioeconómicos, especialmente en lo referido al porcentaje de orgánicos, lo que implica distintos requerimientos o dificultades de manipulación y tratamiento. Cabe consignar que, en algunos casos, esta diferencia puede deberse a la existencia de actividades no estrictamente domiciliarias (comercios, oficinas, talleres artesanales, etc.) en los sectores de muestreo.

Un aspecto muy importante, derivado de la especial calidad de cada tipo de residuo sólido urbano, es el de permitir analizar "a priori" la capacidad y operatividad de los diferentes sistemas que puedan elegirse para su tratamiento. A tal efecto, se revisarán los principales aspectos de interés: la densidad de los residuos y su humedad.

a) **Densidad de las basuras.**

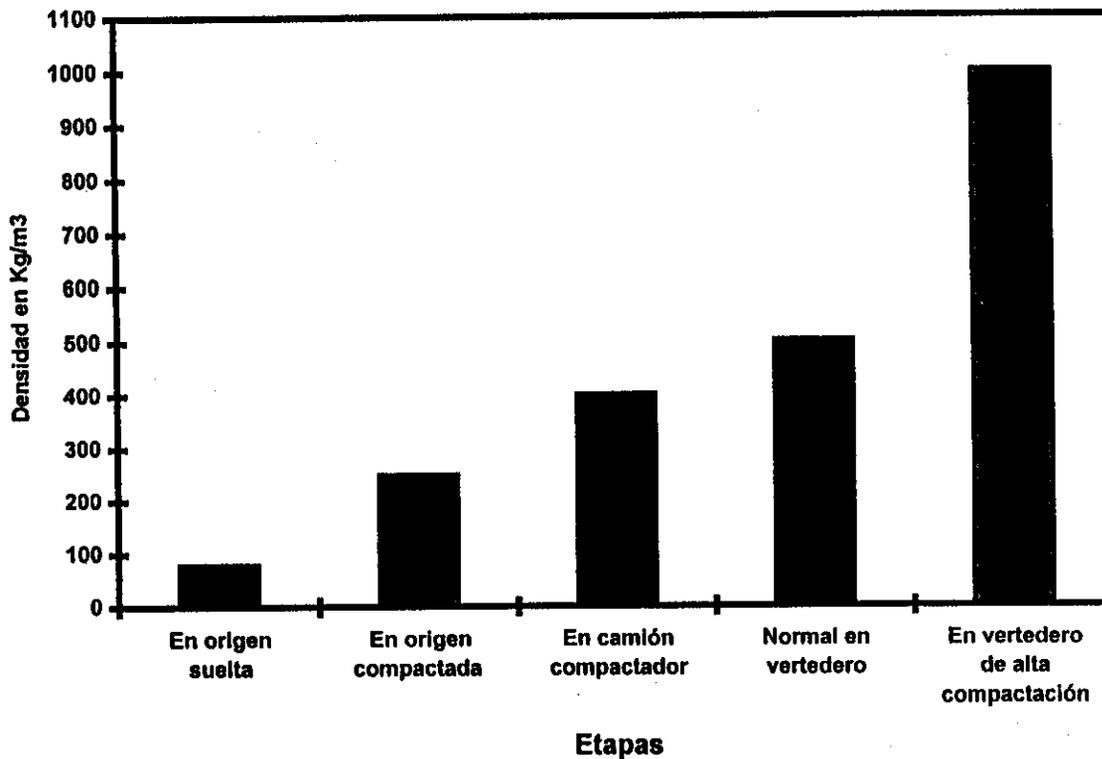
El cálculo de volumen medio de recolección en origen hasta los dispositivos de almacenamiento para su transferencia o para su tratamiento, debe tener en cuenta: la clase de basuras, su densidad y su capacidad de compresión por los medios habitualmente utilizados.

Los sistemas mecánicos de transporte con cajas compactadoras, o de traspase mediante contenedores de compactación estacionaria o semi-remolques autocompactadores, permiten incrementar sensiblemente la densidad de los residuos transportados y de esta forma optimizar los costos derivados de esta operación debido a que aumenta la relación ton/km. (peso transportado por km. recorrido). Conviene obtener una buena relación, especialmente en los grandes centros urbanos que exigen la eliminación de sus basuras a distancias de 30 Km. o más.

Pero, con el aumento de la capacidad de compactación aumenta también la fragilidad de los elementos mecánicos, en especial debido a las averías que pueden ocasionar algunos residuos atípicos que se presentan en las basuras (rodamientos, piezas metálicas de cierto tamaño, botellas de vidrio, etc.).

La densidad en origen varía desde 80 Kg/m³ hasta 250 kg/m³ en contenedor, para pasar a 400 Kg/m³ en una caja compactadora de recolección convencional, hasta llegar a vertedero donde se pueden alcanzar entre 500 y 1.000 Kg/m³. Estas cifras son altamente dependientes de la granulometría, edad, humedad de los residuos.

Gráfico No. 1: Grado de densidad del RSU según etapa.



FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS / George Tchobanoglous / Universidad Católica de Valparaíso, (1997).

b) Humedad de los RSU.

En las operaciones de recolección, transporte y tratamiento, la humedad es un factor que ocasiona serios problemas. En general, las basuras producidas en los países de América Latina, como consecuencia de los hábitos de consumo alimentario de productos vegetales poco elaborados, contienen un alto porcentaje en restos orgánicos, lo cual confiere a sus Residuos Sólidos Urbanos la cualidad de poseer un elevado porcentaje de agua.

El cuadro N° 9 presenta algunas cifras relevantes de algunas ciudades de América Latina.

Cuadro N° 9: Características de residuos sólidos municipales en algunas ciudades.

CIUDADES	PESO ESPECÍFICO (KG/M3)	HUMEDAD %	VALOR CALORÍFICO INFERIOR (KCAL/KG)
ASUNCIÓN (93)	180	50	1.192
BUENOS AIRES	250	50	
CIUDAD DE GUATEMALA (91)	240	61	1.039
MÉXICO D.F. (96)	245	50	
MONTEVIDEO (95)	200	-	-
RÍO DE JANEIRO (90)	190-250	50	-
SANTA CRUZ, BOLIVIA (90)	160	50	2.800

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Telxelira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuando la humedad es acompañada por un bajo contenido en papel, cartón, textiles, etc. (capaces de absorber una parte de la humedad), tales residuos son de laborioso manejo, debido a su rápida fermentación. Esta fermentación se produce tanto por las características propias del residuos, como por la acción del compactador que hace fluir cantidades importantes de materias líquidas, las cuales mezcladas a los azúcares, grasas, almidones, etc., presentes en las basuras, facilitan todavía más el inicio de procesos de fermentación.

Estas dificultades pueden acrecentarse cuando la recolección y transporte se efectúa mediante vehículos no herméticos, con lo que las cantidades de agua aumentan de modo considerable.

Igualmente, el elevado porcentaje de humedad de los residuos latinoamericanos supone algún inconveniente en el momento de recurrir a la incineración como sistema de eliminación. Ello entraña la necesidad de evaporar, durante el proceso, importantes cantidades del agua presente en los RSU.

1.3. Manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

Se denomina manejo integral de los residuos sólidos urbanos al conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, especialmente en lo concerniente a los aspectos de carácter sanitario, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costo de tratamiento, posibilidades de recuperación y de comercialización y directrices administrativas en este campo.

La *cadena de eliminación de los residuos* comprende las siguientes actividades:

1) Pre-recolección

La acumulación de los residuos en uno o varios recipientes apropiados está a cargo de los usuarios, así como la colocación de los cubos de basura u otros depósitos delante de las viviendas o en los puntos de recolección, en la fecha y hora establecidas.

2) Recolección

Mediante vehículos especializados se realiza la operación de recogida y vaciado de todos los recipientes mencionados.

3) Limpieza

Barrido de calles, aceras y mercados, lavado de documentos y sitios especiales, recogida de desperdicios y desechos peatonales (papeles, botellas, eyecciones animales, etc.), limpieza de parques, jardines, playas y otras áreas públicas

4) Transporte

Centralización de los residuos en estaciones de transferencia, cuando el centro de tratamiento se encuentra lejos de los puntos de recogida.

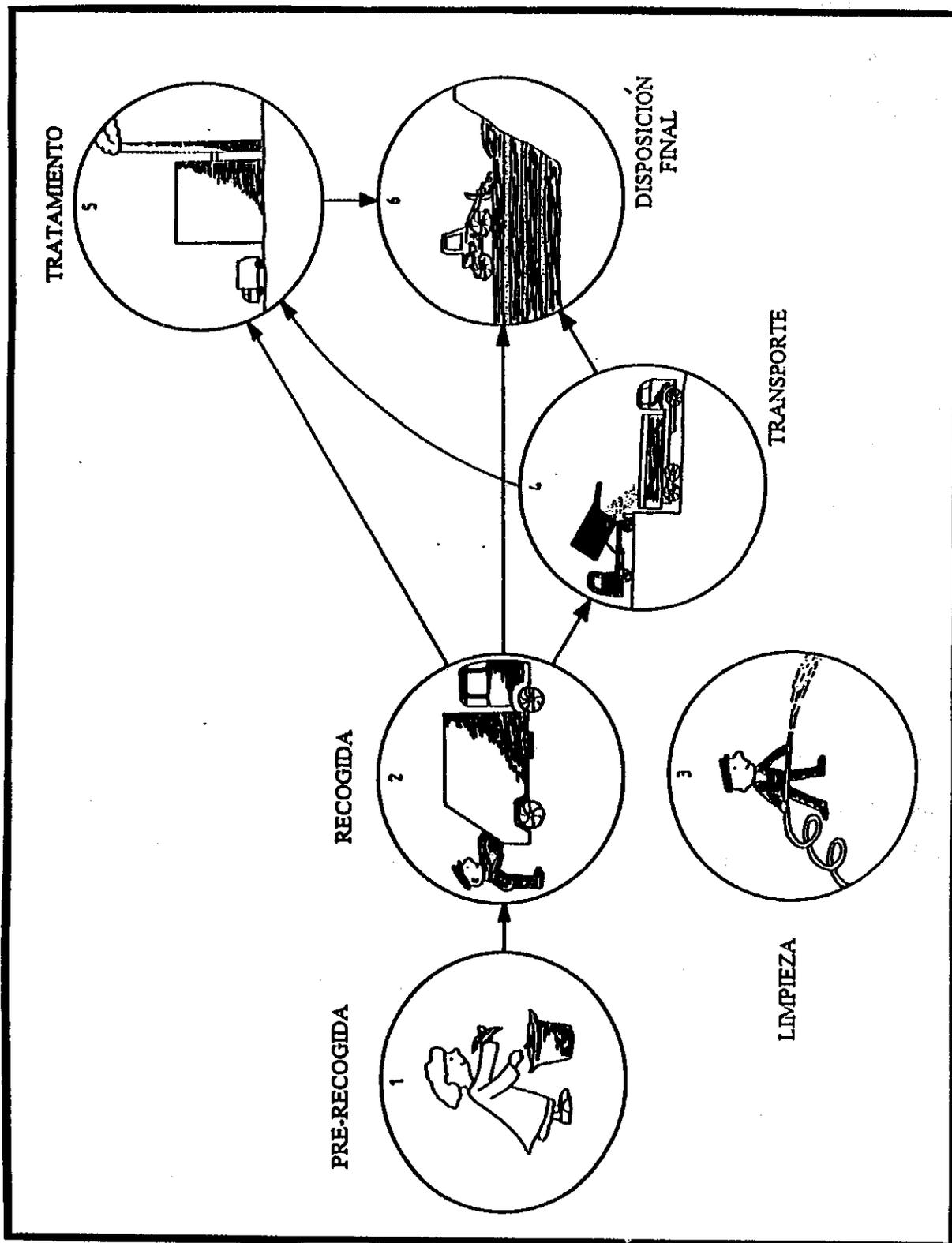
5-6) Tratamiento y valorización

Estas operaciones están destinadas a realizar la transformación de los residuos en las mejores condiciones de higiene y de protección del medio ambiente. Los diversos procedimientos de valorización contribuyen a la mejora de los suelos agrícolas, a la producción de energía y a la recuperación de materias primas.

Para los efectos de este manual, se considerará una gestión integral de los residuos compuesta de las siguientes fases generales:

- Pre-recolección
- Recolección-transporte
- Tratamiento y disposición final
- continuación (ver figura), se describe brevemente cada una de estas fases, las que serán tratadas in extenso en capítulos posteriores.

Figura N° 1: Cadena de eliminación de residuos.



1.3.1. Fase de pre-recolección.

Esta fase comprende desde el momento de generación de los residuos al interior de una vivienda o local comercial/industrial hasta su presentación al personal de recolección, fase que también recibe la denominación de "manejo en origen".

El manejo intraedificacional o en la fuente corresponde al almacenamiento y tratamiento al interior de la unidad habitacional o comercial/industrial. Por su parte, el manejo periedificacional corresponde al almacenamiento o forma de presentación de los residuos al exterior de las respectivas unidades, a la espera de ser recolectados por los servicios de aseo.

A pesar de que esta fase no es de la absoluta responsabilidad de los servicios de aseo y escapa en alguna medida a su control, presenta problemas tanto de carácter sanitario como de eficacia y eficiencia para el sistema de recolección y transporte. De ahí que no deba soslayarse su importancia dentro de una visión integral de la gestión de residuos sólidos urbanos.

Al interior de las unidades habitacionales o comerciales/industriales, un mal manejo puede acarrear serios problemas sanitarios a quienes están en contacto directo o indirecto con los residuos. Las campañas de educación medioambiental con énfasis en el manejo intraedificacional de los residuos pueden cooperar a una minimización de tales problemas e incluso a que se realice una cierta recuperación y/o separación de residuos en origen.

En cuanto a la recolección de los residuos, uno de los problemas es el desorden que se observa por parte de los ciudadanos a la hora de entregar sus residuos para que los servicios municipales puedan retirarlos. Es por ello que cada municipio debe establecer Ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos.

1.3.2. Fase de recolección-transporte.

Esta fase comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde que los residuos son presentados periódicamente hasta que son descargados por los vehículos recolectores en un punto de tratamiento, en una estación de transferencia o en el sitio de disposición final.

Lo normal es que la recolección sea realizada en camiones especialmente acondicionados para tal efecto. No obstante, en el medio rural es posible observar el uso de camiones no especializados, o bien, otros tipos de vehículos, tales como los carros y remolques, que son movidos por tracción animal o tractores.

En ocasiones, las exigencias económicas y medioambientales que obligan a transportar las basuras a distancias importantes, no hacen aconsejable que los vehículos de recogida convencionales realicen esta fase del servicio en forma completa. Su alto costo y especialización, así como el hecho de que requieran 3 o 4 personas para su operación obliga a reducir al máximo los tiempos improductivos. La solución habitual consiste en separar la función de recogida de la función de transporte, vaciando los camiones de recogida sobre camiones más grandes y más adecuados para el transporte a distancia de grandes volúmenes de residuos. Esta ruptura del sistema de recogida se efectúa en las denominadas *plantas de transferencia*.

La estructura más simple de una planta de transferencia se compone de una plataforma elevada en unos tres metros en relación con el nivel del suelo. Esta plataforma es accesible a los vehículos de recolección por medio de una rampa de acceso y sus dimensiones deben permitir la evolución de un vehículo de recolección. Los camiones de recogida vacían directamente sobre unas tolvas que por gravedad descargan los residuos sobre los contenedores de gran capacidad (25 a 50 m³).

Los compactadores fijos, ubicados en la base de la tolva, compactan la basura que cae en los contenedores, reduciendo el volumen de los residuos y aumentando la capacidad de carga de los contenedores.

Según se van llenando los contenedores, son evacuados por camiones provistos de dispositivos especiales para su manejo, y luego transportados al lugar de tratamiento.

El número de camiones necesarios es función de la distancia al lugar de tratamiento y del número de toneladas a evacuar.

En general, se estima necesaria la instalación de plantas de transferencia cuando se genera una cantidad de residuos importantes y la distancia de transporte de los residuos al lugar de tratamiento es superior a 15-20 km.

La fase de recolección-transporte representa entre un 60 y un 80% de los costos globales del manejo de RSU. Por su importancia económica debe ser planificada y administrada cuidadosamente, a lo menos en los siguientes aspectos:

- Diseño de rutas de recolección
- Frecuencia de la recolección
- Horarios de recolección
- Equipos
- Personal

1.3.3. Fase de tratamiento y disposición final.

Se entiende por tratamiento y disposición de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos. Los sistemas

actualmente más utilizados son: el relleno sanitario, la incineración, el reciclado y el compostaje. Si bien aún es muy utilizado el vertido o vaciadero incontrolado para eliminar las basuras, éste no puede ser considerado un sistema de tratamiento, sino un simple abandono de las mismas.

El **relleno sanitario** consiste en la colocación de los residuos sobre el terreno, extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para disminuir su volumen. Asimismo, se realiza la cobertura diaria con material adecuado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y para favorecer la transformación biológica de los materiales degradables.

En cualquier caso, hay que considerar que el relleno es un sistema complementario de cualquier otro tipo de tratamiento, puesto que todas las formas de tratamiento producen restos que hay que eliminar finalmente.

La **incineración** es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

La reducción de peso es aproximadamente del 70% y el volumen del 80 al 90% dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

El **reciclado** es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar; y
- Protección del medio ambiente.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recolección selectiva". La segunda forma de efectuar el reciclado es partiendo de las basuras brutas, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos mediante técnicas comunales de la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda, electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrio.

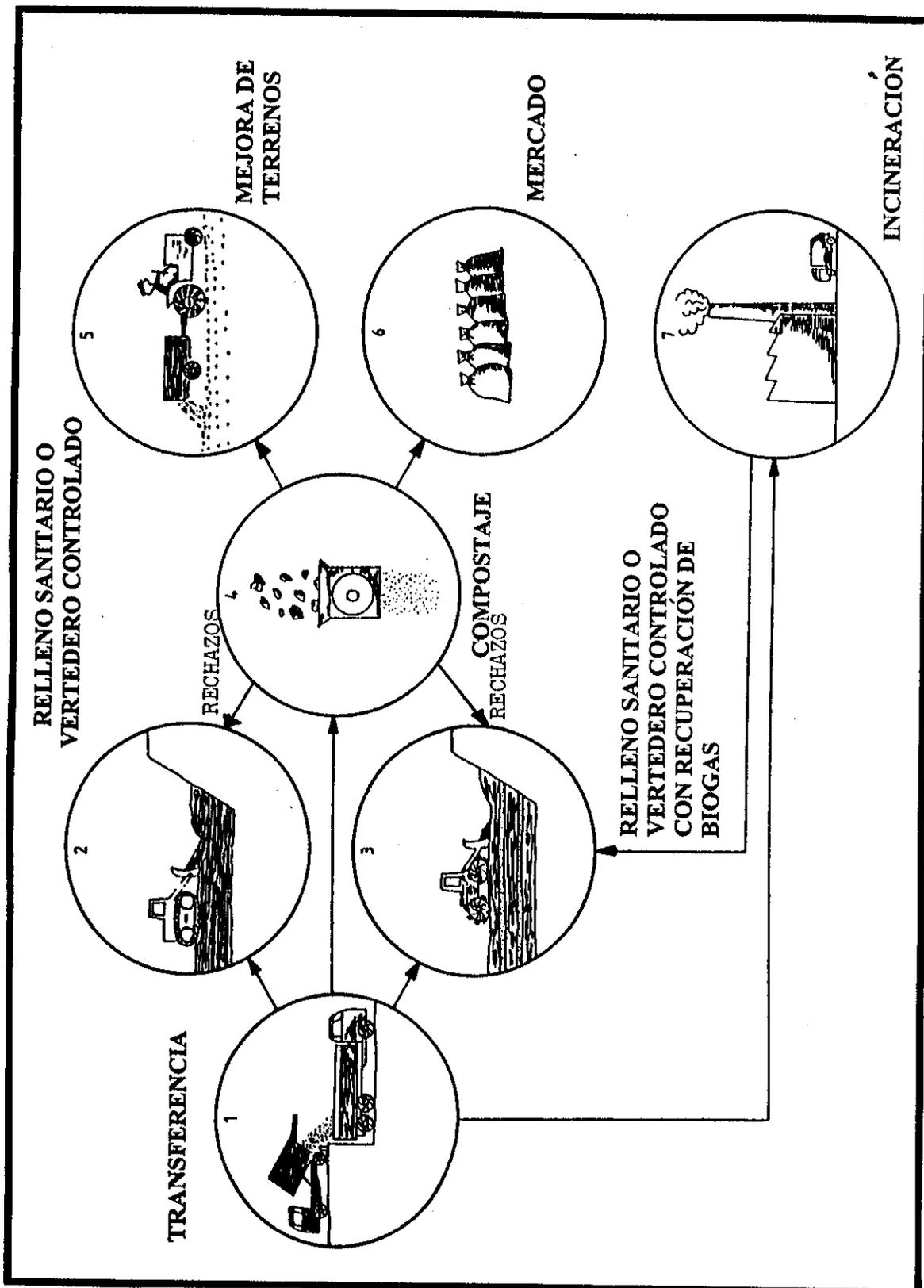
El **compostaje** es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia o anaerobia de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso lleva consigo la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales, vidrio y plásticos. La descomposición puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso tiene una duración aproximada de tres meses y de 45 días en el segundo.

Como resultado del proceso de compostaje, el volumen de los desechos orgánicos puede verse reducido entre 50 a 85%. El producto terminado es una sustancia de color café oscuro denominado compost o en algunos lugares humus.

Puede considerarse el compostaje como un proceso de reciclaje en el que se recupera la fracción orgánica de los desechos, utilizándola en su condición de compost (acondicionador orgánico) en labores agrícolas. (Para mayor detalle ver numeral 5.4.4.)

Figura N° 2: Fase de tratamiento y disposición final.



1.4. Tendencias actuales en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

Los tres sistemas actualmente más utilizados para el tratamiento y la eliminación de las basuras son la incineración, el reciclaje y el relleno sanitario. Dada su incidencia sobre la organización del servicio y sobre los costos resultantes, se señalan algunas de sus principales características.

Una de las principales variables a tener en cuenta en la selección es la correspondiente a la composición de las basuras. Tal como se ha señalado en secciones anteriores, la producción y la composición de los RSU es consecuencia de los hábitos de consumo, a la vez que el nivel de desarrollo económico y el ingreso “per cápita” tiene una clara influencia sobre la calidad y cantidad de su producción total.

A ese respecto, debe destacarse la relativa estabilidad de una parte de los residuos resultantes -los orgánicos- tanto en volumen por habitante como en su propia composición, porque proceden de determinadas estructuras en la producción agraria que son muy difícilmente modificables: las condiciones climatológicas y edafológicas de un país son casi constantes.

1.4.1. Relleno sanitario o vertedero sanitariamente controlado.

Tal como se mencionó en la sección anterior, el relleno sanitario consiste en la disposición de las basuras en terrenos idóneos para ello, generalmente alejados de los núcleos urbanos, mediante su cobertura diaria con materia inerte y teniendo en cuenta un conjunto de medidas operativas de control y cuidados necesarios a tal fin. Exige superficies considerables generalmente alejadas de los núcleos urbanos, y su deficiente gestión puede ocasionar un impacto ambiental adverso.

Se define como relleno sanitario el método de ingeniería para la disposición de residuos sólidos en el suelo, de manera que se le dé protección al ambiente mediante el esparcido de los residuos en pequeñas capas compactándolas al menor volumen práctico y cubriéndolas con tierra al final del día de trabajo.

Los factores que controlan los procesos son: oxígeno, agua y temperatura.

A su favor presenta la facilidad de su puesta en operación, costos económicos reducidos y la posibilidad de absorber cantidades variables de residuos a tratar. La vida de la planta es función de su capacidad total y no de la duración del equipo industrial, como sucede en las otras técnicas.

Además la disposición final es la última etapa del ciclo de los residuos sólidos, la cual no puede ser evitada ya que, independientemente del manejo y tratamiento que se les de, siempre existirá una parte por disponer, siendo el relleno sanitario el método adecuado para realizar dicha disposición.

1.4.2. Incineración.

Tal como se mencionó en la sección anterior, es el sistema industrial que utiliza la combustión de los residuos como forma de eliminarlos. Ha tenido un auge importante y una amplia extensión hasta el momento presente en países donde los sitios para rellenos sanitarios son escasos y muy caros, como Japón.

En su primera fase, las instalaciones recurrían a la utilización de combustibles auxiliares para alcanzar el grado térmico necesario al proceso de incineración. Conforme aumentó el nivel de vida y se incrementó la calidad de los productos residuales producidos, éstos permitieron su auto-combustión. Por esa razón, en gran parte, se eliminó el empleo de combustibles externos, pero aumentó la complejidad técnica de las instalaciones y, como consecuencia de ello, los costos necesarios de inversión. Sin embargo las instalaciones deben estar equipadas con un sistema de combustible auxiliar. (combustibles limpios como el gas natural y el gas propano sin azufre).

A priori, la incineración permite la ubicación de plantas de tratamiento en reducidas superficies y en zonas industriales cercanas a los núcleos habitados, esto último por tratarse de una actividad clasificada como industrial. Los costos de explotación son altos y el mantenimiento de las instalaciones cuidadoso y también costoso.

La flexibilidad de estas instalaciones para admitir cantidades variables de residuos es prácticamente nula. Exigen una esmerada gestión, ya que -de lo contrario- las deseconomías e impacto ambiental derivados de los humos y acumulaciones de basuras pueden ser considerables.

La instalación industrial está sujeta a averías y a la necesidad de detenciones periódicas de mantenimiento y revisión.

Por tanto, es necesario un sistema alternativo, generalmente el relleno sanitario, para el tratamiento de los residuos durante los períodos de detención de las instalaciones, así como para la evacuación de las cenizas y materiales inertes -escorias- producidas durante el proceso.

Exige también un aporte exterior de energía para el accionamiento de los equipos de alimentación, carga de hornos, ventilación, expulsión de humos, etc. A su favor, se ha preconizado la posibilidad que ofrece este tipo de instalaciones para la recuperación de energía en forma de aire, agua caliente, vapor o en forma de electricidad mediante accionamiento de una turbina por el vapor producido. Esto conlleva nuevas e importantes inversiones, sólo justificables en caso de plantas de elevada capacidad de tratamiento.

1.4.3. Reciclaje.

Es una denominación incorrecta desde el estricto punto de vista ecológico, ya que -en estricto rigor- sólo se devuelven al ciclo natural (se "re-ciclan") las materias orgánicas recuperadas a través del compost o abono orgánico. Para el resto de las materias serían más adecuadas las denominaciones "**separación de materiales**", "**recuperación**" o "**reutilización**". En todo caso, a lo largo del presente manual se hará referencia indistintamente a ellas como sinónimos del mismo concepto: el aprovechamiento de los materiales presentes en las basuras, para su posterior inserción en el circuito de producción industrial (los productos de origen industrial), o en el ciclo de producción agrícola (las materias procedentes de la agricultura tratadas para producir compost).

Las plantas de reciclaje, especialmente las de simple compostaje, han tenido un relativo auge en los países desarrollados. No obstante, el proceso seguido por las instalaciones de este tipo ha estado lleno de incidencias, debido a su dependencia económica del mercado fluctuante de subproductos y a que precisan de una acción comercial para la venta de este reacondicionador orgánico de suelo.

El fracaso de algunas experiencias ha tenido su origen en la errónea consideración del reciclaje como producción. Es decir, ha habido una equivocación en las perspectivas, al esperar que con el producto de la venta se cubrirían los costos e incluso se obtendrían beneficios.

Este tipo de plantas requieren también superficies importantes en zonas no excesivamente alejadas de las aglomeraciones urbanas, y su implantación sólo parece posible en proximidad a los núcleos consumidores de los productos obtenidos (especialmente el "compost", por la incidencia que el costo de transporte puede alcanzar sobre el precio final de venta del producto).

Como instalaciones industriales, están también sujetas a paros y averías y su gestión debe ser cuidadosa, pues de lo contrario la degradación en el entorno de una de estas plantas puede ser muy pronunciada. Debido a las fluctuantes condiciones de mercado, no es fácil mantenerlas operando con utilidades.

Las inversiones necesarias son limitadas, salvo que se utilicen tecnologías complejas, en cuyo caso, además de la fragilidad funcional subsiguiente, los costos pueden llegar a ser muy altos. Otro inconveniente importante es el ocasionado por la recolección no selectiva en bolsas de plástico, cuya consecuencia principal es la producción de rechazos, conjunto de materiales no aptos para el compost ni para la reinsertión industrial. Este rechazo -variable según el nivel tecnológico de la instalación-, puede estar formado principalmente por plásticos, cauchos, gomas, tierras, cenizas, etc. En sí, es prácticamente inerte, por lo que puede fácilmente recurrirse a su vertido, lo cual lleva consigo la necesidad de un relleno auxiliar.

También es fácilmente combustible, por lo que puede recurrirse a su incineración para eliminarlo, con la posibilidad subsiguiente de utilizar el calor producido para procesos industriales complementarios a la planta de reciclaje.

Las posibles desventajas producibles pueden derivarse de tres grupos de factores: falta de operatividad tecnológica, deficiente solución comercial en la venta de los productos obtenidos y deficiencias de gestión administrativa.

En conjunto, el reciclaje ofrece ventajas derivadas del aprovechamiento de materias primas, economía energética, uso racional de recursos naturales, devolución al campo de su riqueza orgánica, etc.

El reciclaje como sistema puede tener poca capacidad para los subproductos industriales. Queda siempre el interés innegable de recuperar el contenido orgánico presente en los residuos para conseguir su retorno al sector agropecuario, con lo que se podría reducir en algo el proceso de agotamiento y erosión de las tierras de cultivo. No siendo un abono es limitado el ahorro derivado de la menor utilización de fertilizantes minerales.

Los procesos industriales de reciclaje suponen además un consumo energético a tener en cuenta. Cuando mayor sea la fracción de subproducto a recuperar, mayores y más sofisticados serán los medios necesarios para su recuperación. De ahí que únicamente se justifique la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Cuadro N° 10: Tendencias mundiales del tratamiento y disposición final.

PORCENTAJES DE TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL (90)			
PAÍS O REGIÓN	RELLENO SANITARIO (O BASURERO)	COMBUSTIÓN	COMPOST
ESTADOS UNIDOS	80	19	<1
JAPÓN	30	70	2
ALEMANIA	70	30	3
FRANCIA	55	40	9
SUIZA	20	80	-
SUECIA	40	55	5
ESPAÑA	80	15	5
AMÉRICA LATINA	98	<1	<1

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.

Cuadro N° 11: Tratamiento de los RSM en algunas ciudades.

CIUDAD	RELLENO SANITARIO (*)	INCINERACIÓN	COMPOSTAJE	RECICLAJE EN PLANTA	OTROS TRATAM.	FINANCIACIÓN DEL TRATAMIENTO
SAO PAULO	94 %	1,1 %	4,5 % (500 T/DÍA) PRECIO: \$0.50/T	0,4 %	-	SUBSIDIADA
RÍO DE JANEIRO	81 %	-	900 T/DIA PRECIO: \$8.00/T	4 %	-	SUBSIDIADA
BRASILIA	73 %	1 %	13%	3 %	-	SUBSIDIADA
MÉXICO	92 %	INACTIVA	PRODUCÍA 200 T/DIA SIN PRECIO, NO SE VENDÍA	7%	-	SUBSIDIADA (ANTIGUA PLANTA COMPOST DE 750 T/DÍA FUE CERRADA)
MONTEVIDEO	99 %	< 1%	-	-	-	SUBSIDIADA
CALI	90 %	-	70 T/DÍA US\$ 24/T	-	-	SUBSIDIADA
LA HABANA	100 %	-	-	-	PLANTAS PARA PROCES AR ALIMENT O PARA CERDOS	SIN INFORMACIÓN
ASUNCIÓN	100 %	-	-	-	-	SUBSIDIADA
SANTIAGO DE CHILE	100 %	-	-	-	RECUPE RAR EL BIOGAS	

(*) Algunos son sólo rellenos controlados.

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.
OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos. SIMRU. 1996.

Cuadro N° 12: Datos sobre los rellenos sanitarios en algunas ciudades.

CIUDAD	CALIDAD DEL RELLENO (MÉTODO)	PROPORCIÓN RELLENADA DE LO RECOLECTADO	T/DÍA RELLENO	NÚMERO RELLENO	VENTILAN BIOGAS	UTILIZAN BIOGAS	COSTO RELLENO \$/T
MÉXICO, D.F.	BUENO (ÁREA)	50 %	5.000	1	SI	NO	4.00 (op.)
LIMA, PERÚ	BUENO (ÁREA)	30 %	1.500	2	SI	NO	4.00 (op.)
RÍO DE JANEIRO, BRASIL	BUENO (ÁREA)	81 %	5.500	3	SI	SI	12.00
SAO PAULO, BRASIL	BUENO (ÁREA)	94 %	11.800	3	SI	NO	6.00
SANTIAGO, CHILE	BUENO (ÁREA)	100 %	4.600	2	SI	SI	6.00
LA HABANA, CUBA	BUENO (ÁREA)	80 %	1.500	2	NO	NO	-
CARACAS, VENEZUELA	BUENO (ÁREA)	100 %	3.400	2	SI	NO	-
SAN JOSÉ, COSTA RICA	BUENO (ÁREA)	100 %	500	1	-	NO	2.90
BOGOTÁ, COLOMBIA	BUENO (ÁREA)	100 %	4.200	1	SI	NO	2.70
BUENOS AIRES, ARGENTINA	BUENO	100 %	9.600	5	SI	NO	10.00
LA PAZ, BOLIVIA	BUENO	100 %	350	1	SI	NO	-
MEDELLÍN, COLOMBIA	BUENO	100 %	750	1	SI	NO	-
GUAYAQUIL, ECUADOR	BUENO	100 %	1.400	1	SI	NO	2.20
ROSARIO, ARGENTINA	REGULAR	100 %	700	1	-	NO	-
BRASILIA, BRASIL	REGULAR	75%	1.100	1	-	NO	-
CURITIBA, BRASIL	BUENO	100 %	1.300	1	-	-	-
MONTERREY, MÉXICO	REGULAR	100 %	2.400	1	NI	NO	-
TRINIDAD Y TOBAGO	REGULAR	100 %	1.200	3	SI	NO	5.40

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.
 OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.
 Exposiciones del XXV Congreso de AIDIS en México. 1996.

NOTA: op. = Costos de operación sin amortización
 Tot = costos de operación con amortización

Cuadro N° 13: Información sobre rellenos sanitarios en algunos países de América Latina y el Caribe a nivel nacional.

PAÍS	INFORMACIÓN SOBRE RELLENOS SANITARIOS
ARGENTINA	EXISTEN 5 RELLENOS SANITARIOS UBICADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES Y UNO EN CÓRDOBA.
BRASIL	SE ESTIMA QUE APENAS 3% DE 40 MIL TONELADAS RECOLECTADAS DIARIAMENTE TIENEN UNA DISPOSICIÓN FINAL ADECUADA.
CHILE	EL 83% DE LO RECOLECTADO EN 184 CIUDADES DEL PAÍS SE DISPONE EN RELLENOS SANITARIOS.
COLOMBIA	CON EXCEPCIÓN DE MEDELLÍN Y BOGOTÁ NO HAY RELLENOS SANITARIOS EN EL PAÍS.
COSTA RICA	NO HAY RELLENOS SANITARIOS EN EL PAÍS.
ECUADOR	HAY UN RELLENO SANITARIO EN GUAYAQUIL Y RELLENOS CONTROLADOS EN QUITO.
GUATEMALA	NO HAY RELLENOS SANITARIOS EN EL PAÍS.
MÉXICO	SE ESTIMA QUE SOLO HAY 10 A 15 RELLENOS SANITARIOS EN EL PAÍS, INCLUIDOS 2 RELLENOS EN EL DISTRITO FEDERAL.
PERÚ	NO HAY RELLENOS SANITARIOS EN EL PAÍS.
TRINIDAD Y TOBAGO	EN TRINIDAD HAY 3 RELLENOS CONTROLADOS Y EN TOBAGO HAY UN RELLENO CONTROLADO.
URUGUAY	NO HAY RELLENOS SANITARIOS EN EL PAÍS.
VENEZUELA	EN 11 ZONAS DE ESTUDIO, QUE ABARCAN 38 MUNICIPIOS SERVIDOS INCLUIDA EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS, NO HAY NINGUN RELLENO SANITARIO.

FUENTE: "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira, Francisco Zepeda; BID/OPS; 1997).

Cuadro N° 14: Datos sobre reciclaje en algunas ciudades de ALC.

LOCALIDAD CIUDAD (AÑO)	RECICLAJE ⁽¹⁾ (%)	COSTO T BASURA ⁽²⁾	COSTO REC. T RECIC, ⁽³⁾	TIPO DE RECICLAJE	VALOR T RECIC ⁽⁴⁾	COMENTARIOS
SAO PAULO (94)	0.4	26	460	DOM. SEPARADA	50	PROGRAMA PILOTO
BUENOS AIRES (94)	-	24	200-500	CONTEN. DE ACOPIO	55	PROGRAMA PILOTO
CALI (94)	4	25	70	DOM. SEPARADA	50	PROGRAMA PILOTO
LIMA (96)	7.0			INFORMAL		
SANTIAGO DE CHILE (96)	4.0			SEPARADA		
MÉXICO (7 CIUDADES)	0.5	-	-	INFORMAL	90	PROGRAMA PILOTO
CIUDAD JUAREZ (84)	2.4	-	-	-	-	-
BELLO HORIZONTE (94)	5.0	-	200	DOM. SEPARADA	-	-

(1) Residuos recuperados relación residuos generados (%)

(2) Costo por t. de RSM recolectado en US\$

(3) Costo de recuperación por t reciclable en US\$

(4) Valor en el mercado por t reciclable en US\$

FUENTE: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental N° 15.

Cuadro N° 15: Métodos de manejo de desechos en instalaciones de atención de salud en ciertos países de la región.

PAÍS	ZONA	HOSPITALES PÚBLICOS	HOSPITALES PRIVADOS	OTROS SERVICIOS DE SALUD
ARGENTINA	NACIONAL	IN (20%), AL (38%), OT (42%)		
BOLIVIA	LA PAZ	RS	RS	RS
	COCHABAMBA	RS	RS	RS
	SANTA CRUZ	IN, RS	RS	ND
BRASIL	SAO PAULO	IN + RS (59%), OT (41%)		
	BAHIA	RS	-	-
	RÍO DE JANEIRO	IN, RS	-	IN
COLOMBIA	BOGOTÁ	IN, RS	IN, RS	-
CUBA	CIENFUEGOS	IN, RS, AL ¹	-	-
CHILE	METROPOLITANA	IN ² (41%), OT (59%)	IN (38%), OT (62%)	
ECUADOR	NACIONAL	ND	ND	ND
GUATEMALA	METROPOLITANA	OT	OT	OT
GUAYANA	NACIONAL	IN (10%), RS (90%) ³	IN	-
JAMAICA	KINGSTON	IN ⁴ (25%) ³ , RS, AL	IN (50%), RS, AL	RS, AL
MÉXICO	ZMCC	RS, OT	RS, OT	RS, OT
	MONTERREY	IN, RS	IN, RS	IN, RS
	GUADALAJARA	IN (5%), RS	ND	-
NICARAGUA	MANAGUA	IN, RS, AL	IN, RS, AL	RS
PARAGUAY	ASUNCIÓN	IN	IN	RS, OT
PERÚ	NACIONAL	IN (3%) ³ , RS, OT	IN (3%) ³ , RS, OT	RS, OT
TRINIDAD Y TOBAGO	NACIONAL	IN ⁴ , RS	IN ⁴ , RS	-
URUGUAY	NACIONAL	IN	IN	-
VENEZUELA	CARACAS	IN (40%) ³ , RS	IN (31%) ³ , RS	-

AL : Eliminación al aire libre

OT : Otro (no especificado)

IN : Incineración

ND : No existen datos

RS : Relleno Sanitario

- : No existe

NOTAS

1. El tratamiento o eliminación se basa en la clasificación de los desechos.

IN: materiales clínicos y objetos punzocortantes; RS: desechos anatomopatológicos; OA: desechos comunes.

2. En forma similar a Cuba, el tratamiento se lleva a cabo tomando como base la clasificación de desechos:

IN: Residuos infecciosos, en promedio 40% de los desechos; OT: los desechos restantes se llevan a la caldera del crematorio o al tranque digestor del cementerio.

3. Calculado sobre la base del número de hospitales.

4. Inclinación a temperatura baja.

FUENTE: OPS. Desechos peligrosos y salud en América Latina y el Caribe. 1994. Serie Ambiental N° 14.

1.5. Problemática medioambiental y económica de los RSU.

Los problemas de la evacuación de residuos pueden ser observados desde los tiempos en los que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades y la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida. El hecho de arrojar comida y otros residuos sólidos en las ciudades medievales -la práctica de tirar los residuos a las calles sin pavimento, carreteras, y terrenos vacíos- llevó a la reproducción de ratas, propiciando plagas como la peste bubónica.

La falta de planes para la gestión de los residuos sólidos colocó al mundo bajo riesgo de epidemias. Un claro ejemplo es la peste denominada "muerte negra", que mató a la mitad de los europeos del siglo XIV, causando muchas epidemias subsiguientes con altos índices de mortalidad. No fue hasta el siglo XIX, cuando las medidas de control de la salud pública llegaron a ser de una consideración vital para los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta que los residuos de comida tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria para controlar la proliferación de forma nociva.

La relación entre la salud pública y el almacenamiento, recolección y evacuación inapropiados de residuos sólidos, está muy clara. Las autoridades de la salud pública han demostrado que las ratas, moscas, y otros transmisores de enfermedades, proliferan en vertederos incontrolados, tanto como en viviendas mal construidas o mal mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de comida, y en muchos otros lugares donde hay comida y cobijo para las ratas, y los insectos asociados a ellas. El Servicio de Salud Pública de los EE.UU. (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio, relacionando 22 enfermedades humanas con la gestión incorrecta de residuos sólidos.

A través de los años, el medio ambiente (agua, aire, suelo) ha sido el recipiente de todos los productos de desechos resultantes de las actividades humanas.

Mientras estos desechos fueron depositados en el medio ambiente en pequeñas cantidades y en forma dispersa, el medio receptor fue capaz de asimilarlos sin sufrir daños o cambios irreversibles, mientras tuvo la capacidad y el tiempo suficientes para inactivarlos, absorberlos, dispersarlos o estabilizarlos. Como consecuencia, el daño causado resultó relativamente limitado y, en general, los recursos afectados fueron capaces de recobrar la mayoría de sus características originales.

Durante las últimas décadas, la población rural ha venido emigrando en número creciente a los centros urbanos, sumándose a esa migración el incremento vegetativo de la población urbana en sí, lo que ha dado como resultado una concentración demográfica en áreas relativamente reducidas y, en consecuencia, una sobreproducción de residuos. Tanto debido a la cantidad, como a la manera en que los desechos han sido depositados en el medio ambiente de las áreas urbanas, éste no ha podido absorber el impacto de la sobrecarga, generándose un deterioro paulatino, irreversible en algunos casos. Los daños sociales y económicos a consecuencia de esta producción y eliminación indiscriminada de desechos ha llegado a tener tal magnitud, que actualmente son considerados como problemas de primer orden que requieren atención y medidas inmediatas para su control y su solución a corto, mediano y largo plazo.

Así es como en las grandes urbes, los problemas relativos a la contaminación y deterioro generalizado del medio ambiente son ya considerados, tanto o más apremiantes que los del aprovisionamiento de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, transporte y vías de comunicación, ya que la ausencia de un medio ambiente adecuado conduce a que los servicios mencionados se conviertan en actividades irrelevantes para una comunidad con problemas de supervivencia.

En áreas de desarrollo económico reciente -lo que incluye a gran parte de Latinoamérica- los centros urbanos han debido enfrentar los problemas derivados del crecimiento acelerado de la población, agudizado particularmente por una desproporcionada afluencia de la población rural hacia las ciudades.

El vertido, como simple acumulación o abandono de los residuos en espacios destinados a tal efecto, ha sido y es la forma más utilizada para apartar las basuras de los núcleos de población. Inicialmente el sistema quizá haya partido del principio de que dichos residuos, situados en espacios alejados de los centros urbanos, puedan experimentar de forma primaria un reciclaje natural. Aquí cabría hacer la diferenciación entre materiales residuales que provienen del consumo doméstico (que son recogidos y reciclados a través de la actividad agraria) y otros productos cuya naturaleza los hace impropios para ser aprovechados por los agricultores. Fueron estos últimos productos, precisamente, los que dieron origen a los vertederos.

Esta forma de eliminación es origen de graves atentados contra el entorno, no sólo entendidos como degradación del medio en las proximidades de los vertederos, sino como causa de grave impacto ambiental a mayores distancias. La relación de posibles efectos de deterioro del medio ambiente, ocasionados por los vertederos, se cita más adelante.

A esta forma de tratamiento de los residuos, la denominaremos **vertido incontrolado**, en contraposición al controlado. El crecimiento de las aglomeraciones urbanas ha ocasionado la subsiguiente dificultad: disponer de terrenos hábiles para ese vertido incontrolado de los residuos. El incremento de la tasa de producción de basuras por habitante y día, así como la disminución de la densidad de las mismas, han generado mayores cantidades y volúmenes de materiales residuales a eliminar.

Este efecto condiciona todavía más la disponibilidad de espacios aptos para el vertido, a la par que contribuye a agotar los existentes.

Por otro lado, el crecimiento industrial ha generado nuevas e importantes masas de residuos que también es preciso evacuar.

Residuos que, bien sea por la limitación volumétrica de los centros de vertido, o por la peligrosidad manifiesta de algunos de ellos, se han visto sistemáticamente rechazados en los vertederos.

Este hecho y la inexistencia de áreas de vertido habilitadas para la entrega organizada de este tipo de residuos, han extendido la malsana práctica de lo que se viene denominando **vertidos salvajes**, entendidos como la simple deposición de los residuos, sólidos o no, (gran parte de las veces de procedencia industrial o asimilables) en cualquier espacio y de cualquier forma.

Esta situación se ha visto favorecida por otras circunstancias que parece conveniente señalar, entre ellas la inexistencia de áreas de vertido habilitadas -ortodoxamente o no- para la entrega organizada de estos tipos de residuos.

En muchas ocasiones este tipo de vertido disperso e incontrolado da origen al denominado **microvertedero incontrolado**.

En muchos países, existe un grave vacío legal en materia de protección ambiental. Nótese la laguna legal que implica la arbitraria figura de la responsabilidad sobre los efectos de los residuos que queda trasladada al transportista, una vez que éste ha efectuado la operación de recogida y carga de su vehículo, con lo que el industrial puede desentenderse de las consecuencias últimas que puedan generar los residuos por él producidos.

Esta práctica sirve además de amparo para el vertido también salvaje de restos de la construcción y derribos, detritus de fosas sépticas, desechos agro-ganaderos y también de las propias basuras domiciliarias.

La consecuencia es el grave deterioro ambiental del entorno, -estético y también sanitario-, que no es tan poco frecuente contemplar en los alrededores de los núcleos de población.

Uno de los posibles efectos del vertido no controlado de residuos es la contaminación de aguas subterráneas, como consecuencia de su contacto con líquidos producidos en el vertido. Esta puede ocasionarse porque los propios líquidos de lixiviación de la masa vertida alcancen a las aguas subterráneas o por la percolación producida por las aguas superficiales -generalmente de lluvia- que, una vez han atravesado el vertido, entran en contacto con corrientes subterráneas. También puede deberse a la elevación del nivel freático, que hace que las aguas subterráneas se contaminen por contacto directo con los residuos o con los lixiviados. Este tipo de daños puede ser especialmente importante en aquellas aglomeraciones urbanas que se surten de captaciones profundas de agua, o zonas agrícolas que emplean para riego aguas de pozo. La contaminación de aguas superficiales ordinariamente es más ocasional y se ve disminuida por su mayor volumen de dilución.

El gas metano producido como consecuencia de la fermentación anaerobia de la materia orgánica contenida en las basuras, con una buena práctica de vertido, debe emigrar al exterior, pero puede acumularse en bolsas, lo cual supone un peligro potencial tanto para el vertedero (riesgo de incendio o de explosión) como para las edificaciones situadas en su proximidad.

A este riesgo de incendio debe añadirse la práctica habitual de encender las basuras para reducir su volumen y aprovechar así intensivamente los espacios disponibles para el vertido.

La cremación, sea cual fuere su origen, comporta ordinariamente la emisión de humos y gases tóxicos, cuando no irritantes y malolientes, cuya extensión en la atmósfera produce impacto hasta distancias considerables.

El problema es especialmente serio si las materias en combustión contienen metales pesados y caucho. Además, en condiciones de inversión térmica, la inmisión de humos en la atmósfera, puede contribuir a la formación de nieblas que se acumulen sobre las vías de comunicación.

Desde el punto de vista estético cabe tener en cuenta la observación de un comité de expertos de la OMS: "La riqueza material no basta para asegurar un bienestar mental y social del hombre. Le hace falta también un medio físico donde pueda llevar una vida agradable y tranquila. Los detritus de que están alfombradas las ciudades y los campos, constituyen uno de los más flagrantes atentados a la belleza del ambiente".

En síntesis, los principales problemas medioambientales de los RSU son:

- La proliferación de vectores (roedores, insectos, gusanos, etc.), agentes portadores de enfermedades.
- Emanación de olores, como resultado de la descomposición de materia orgánica.
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por líquidos provenientes de la descomposición de los residuos.
- Deterioro estético, como resultado de la presencia y/o acumulación de residuos en lugares inadecuados.

Todos estos problemas constituyen costos para la sociedad, que de una manera u otra afectan a cada uno de los ciudadanos de un país.

1.6. Problemática económica de los RSU.

Varios estudios a nivel mundial indican que la generación de RSU está positivamente relacionada con el ingreso per cápita, lo que seguramente refleja el impacto neto de varias relaciones implícitas, tales como los efectos del ingreso sobre el consumo, sobre la distribución de consumo entre bienes y servicios, y sobre la demanda por calidad ambiental.

Como señalan *David N. Beede* y *David E. Bloom* en su artículo “The Economics of Solid Waste” (en “The World Bank Research Observer”, volumen 10, número 2, agosto 1995):

“La calidad ambiental es probablemente como muchos de los bienes: los hogares de altos ingresos probablemente exijan más que los hogares de bajos ingresos y estén dispuestos a pagar más por ello. Además, la complejidad y distancia (en tiempo o espacio) de la salud y las implicaciones estéticas del aire, tierra, y la agua de baja calidad hacen probable que los hogares con mayor educación tengan más fuertes preferencias por la calidad ambiental. Esto refuerza el efecto del ingreso sobre la demanda por calidad ambiental porque los ingresos más altos se encuentran asociados con niveles más altos de educación (Baumol y Oates 1988).”

“La asociación positiva entre ingreso y generación de RSU puede reflejar también el efecto neto de los salarios más altos sobre la cantidad de desechos producidos por las actividades hogareñas. Los salarios más altos se asocian normalmente con una valorización más alta de tiempo y por lo tanto con compras mayores de alimentos preparados, que generan más desechos de empaque y menos derroche de trozos alimentarios, menos uso de carbón o madera para calentar y cocinar (que generan cenizas) y mayor confianza en la electricidad o el metano, y menos esfuerzo dedicado a reciclaje de residuos para ganancia pecuniaria personal.

Así, los salarios más altos afectan no solamente la cantidad de RSU que se genera, sino también su composición y el grado en el que los hogares procesan los residuos antes de desecharlos.”

“Una cantidad de variables de precio también influyen los comportamientos que afectan la generación, composición, y gestión de RSU. Estando todo lo demás igual, los mayores precios de mercado ofrecidos por reciclables crean los incentivos para hogares y firmas para reunir, limpiar, y transportar los materiales extraídos desde la basura para la venta y reutilización.

El precio que debe pagarse para la eliminación de la basura también afecta las acciones de hogares y firmas. Por ejemplo, los residentes de Seattle, Wash., pagan una tarifa por cada tarro de basura normalizado que ellos presentan para la recolección. Esto ha conducido al “pisoteo Seattle”, ya que los residentes tratan de comprimir tanta basura como sea posible en un tarro para minimizar sus costos de recolección (Richards 1993). En los países en vías de desarrollo, las opciones menos costosas para la eliminación de basura -tirarlas en espacios públicos o quemarlas en espacios abiertos- son frecuentemente las más populares (Bartone y Bernstein 1993). Aunque baratos desde el punto de vista de desembolso y de efectos ambientales para aquellos que queman o arrojan la basura, estos actos pueden imponer grandes costos sobre la sociedad. Pueden ocasionarse problemas estéticos, ambientales y de salud, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas. La contaminación del abastecimiento de agua ocasionada por la descarga de basuras en fosas no demarcadas ni selladas y la contaminación del aire producida por la quema de basuras en los sitios de descarga o en toscos incineradores pueden ocasionar también problemas urgentes de limpieza y salud, particularmente si los RSU contienen materiales peligrosos. Sin un reembolso, los hogares individuales no tienen incentivos para escoger una forma de disposición de basuras más costosa pero menos dañina para la sociedad.

Es muy difícil recolectar pagos voluntarios desde otros hogares que se benefician de los mejores métodos de eliminación, porque la regulación privada del uso de propiedad común es dura para controlar e imponer. Además, aún cuando el mercado para la gestión de servicios reflejase la disponibilidad de personas que viven hoy para pagar por la calidad ambiental, esto no reflejaría las preferencias de las futuras generaciones que serán forzadas a sostener los costos de prácticas actuales de gestión.

Los hogares y las firmas a las que se deje usar dispositivos o recursos propios pueden cosechar los beneficios de evitar inversión en una eliminación de residuos medioambientalmente sana, pero ellos dejan un legado de daño mucho mayor a las futuras generaciones.”

La vida en comunidad conduce a que las personas o las familias no tengan plena libertad para decidir cómo manejar los residuos que generan, ya que un manejo beneficioso para algunos puede implicar costos a otros miembros de la comunidad (externalidades negativas).

A pesar de que sería posible una cierta concertación entre las distintas familias que conforman una comunidad para manejar en conjunto sus residuos, no se espera que de tales decisiones se alcance el mínimo costo social. Además, los residuos sólidos urbanos no son sólo domiciliarios. De ahí que lo habitual es que el Estado asuma la responsabilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos, sea por cuenta propia o mediante servicios de terceros

Además, los recursos de propiedad común y las externalidades intergeneracionales crean los incentivos para hogares y firmas a subconsumir servicios en el mercado privado para la gestión de RSU. Debido a que los beneficios de algunos tipos de gestión de RSU a hogares y firmas son inferiores a los beneficios para la sociedad, las intervenciones óptimas de gobierno son aquellas que logran acoplar lo más estrechamente posible los incentivos privados y sociales para la eliminación de RSU.

En general, las entidades estatales más directamente involucradas con la gestión de los RSU son los Ministerios o Secretarías de Salud y Medio Ambiente, a través del organismo respectivo y las autoridades locales.

Estos organismos gubernamentales deben cooperar con la función legislativa en la dictación de normas sanitarias relacionadas con la recolección, transporte y tratamiento de los RSU y debe constituirse en el principal elemento fiscalizador de su cumplimiento e -idealmente- actuando además como un organismo de apoyo a la gestión que realizan las autoridades locales en estos aspectos.

Las autoridades locales, específicamente los municipios (ayuntamientos, en otros países) deben ocuparse de la gestión operativa de los residuos sólidos en sus fases de recolección-transporte y tratamiento, sin perjuicio de que puedan entregar la totalidad o parte de ellas en concesión a particulares, o bien, realizarlas en conjunto con otros municipios.

Con el objeto de financiar los costos de recolección y tratamiento de los residuos, los municipios cobran generalmente una tarifa o tasa a las familias y a los locales comerciales/industriales, la cual se percibe simultáneamente con determinados impuestos. Además, los municipios fijan un canon especial por concepto de recolección y eliminación de los residuos de origen comercial o industrial que excedan un determinado volumen mínimo.

1.7. Instrumentos regulatorios y económicos.

1.7.1. Introducción a los instrumentos regulatorios.^{2/}

En una comunidad organizada, le corresponde a la autoridad decidir cómo enfrentar la recolección, transporte y disposición final de la basura. No obstante, en términos generales, las autoridades latinoamericanas han considerado el manejo de los desechos producidos por los

^{2/} Para mayor información ver: CEPAL: *Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos, Un Enfoque de Política Integral*. Capítulo VIII *Aspectos Económicos de la Gestión de Residuos*, 1997, Página 355. Programa de desarrollo sustentable, centro de análisis de políticas públicas, Universidad de Chile: *Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno*, Capítulo III, *Instrumentos de regulación ambiental en Chile*, Raúl O’Ryan y Andrés Ulloa, 1997, Página 285.

ciudadanos como una tarea necesaria, pero de carácter secundario, lo que ha conducido a una reducida aplicación de recursos financieros y de tecnología para atender las exigencias urbano-ambientales.

La creciente formación de megalópolis constituidas por varias ciudades independientes, han acrecentado especialmente los problemas de disposición final de los RSU, por cuanto la escasez de lugares de vertido ha dificultado la práctica corriente de transportar los desechos fuera de los confines de las ciudades y eliminarlos en forma expedita y con gastos mínimos, en lugares frecuentados y fuera de la vista del público.

La alternativa de retener los desechos dentro de los límites urbanos es poco satisfactoria, ya que en términos generales la tierra tiene gran demanda para otros usos más lucrativos. Por su parte, el vertido fuera de tales límites implica recorrer distancias cada vez mayores. Asimismo, existe una competencia cada vez mayor de parte de distintas ciudades por los escasos lugares de vertido disponibles.

A pesar de las mayores inversiones que deben realizarse para un eficaz manejo integral de los RSU, éstas debieran justificarse al compararlas con los costos económico-sociales de una inadecuada disposición final.

Los beneficios económico-sociales de un mejor manejo integral no sólo se observarían en los aspectos propiamente sanitario-ambientales (reducción de enfermedades, mejoramiento de la calidad de las aguas, reducción de olores y mejoramiento estético), sino también en otros de carácter más propiamente económicos como -por ejemplo- la recuperación de tierras. Además, es de importancia considerar que estos beneficios estarían disponibles tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

Como parte de la gestión ambiental la gestión de residuos se desarrolla, utilizando una gama de instrumentos de diferentes enfoques y características. Los instrumentos económicos constituyen un complemento indispensable en el análisis del sistema, siendo posible lograr con ellos importantes incrementos de eficacia en la gestión ambiental. Sin embargo, es necesario decir que estos instrumentos actuando de manera aislada carecen de eficacia.

Los instrumentos de regulación o instrumentos de orden y control, se han utilizado con mucha frecuencia en las políticas ambientales. Se trata fundamentalmente de herramientas sociales para regular el deterioro ambiental generado por diversos agentes, y tiene que ver con la responsabilidad del estado de impedir que ciertos grupos con mayor poder aplasten los derechos de otros en cuanto a disfrutar de un medio ambiente limpio.

1.7.2. Tipos de instrumentos regulatorios.

Existen diversas tipologías para estos instrumentos. Una de ellas es la de Herrera, Consuelo (1994), " Instrumentos económicos para la política de gestión de residuos en la municipalidad de Quito, Ecuador", CEPAL, Santiago. Y cuyo resumen presentamos a continuación:

1.7.2.1. Estándares y normas

Herrera los define como límites pre-establecidos para el uso de las capacidades y funciones del medio ambiente, que pueden tener características medioambientales, tecnológicas, de rendimiento, de productos y procesos. Es necesario formular una consideración en cuanto al concepto de contaminación cuando cierta capacidad de absorción o asimilación de emisiones por parte de un medio, es superada por la cantidad generada de tales emisiones, con un daño para esa capacidad. En términos económicos, el daño ambiental se produce cuando debido a la degradación del medio se producen costos que influyen de forma directa sobre la economía.

Los estándares se dividen en dos grandes grupos: de emisión e inmisión, dependiendo de la unidad operativa sobre la que se trabaja, sea industria emisora o un área receptora de tales emisiones.^{3/}

A continuación y de manera simplificada presentamos una categorización de los estándares:

- Estándar de calidad ambiental: protección de la calidad del aire y agua.
- Estándar de efluentes y emisiones: cantidades medias o máximas de descarga en un cuerpo de agua o atmósfera.
- Estándar tecnológico: identifica la tecnología para cumplir con los estándares de calidad ambiental.
- Estándar de rendimiento: cantidad de contaminantes que se pueden descargar y controlar antes de la descarga.
- Estándar de producto: límite legal a la cantidad de productos contaminantes que pueden descargarse en las aguas y atmósferas. Se trata de composición, propiedades, métodos de prueba, etc.
- Estándar de proceso: instalaciones fijas, normas constructivas y de explotación.

1.7.2.2. Permisos, cuotas y licencias .

Los permisos, las licencias y otro tipo de autorizaciones son herramientas importantes para el control de la contaminación, la utilización de los recursos naturales y el manejo y disposición final de los residuos. En general deben estar respaldados por estándares de calidad de aire y agua. Estos instrumentos en ocasiones suelen estar basados en consideraciones económicas relativas a los límites posibles de utilización de determinados recursos, y se los suele presentar como opciones frente a instrumentos económicos que no son de mercado.

^{3/} Herrera, Consuelo "Instrumentos Económicos para la Gestión de Residuos en la Municipalidad de Quito, Ecuador" (CEPAL, 1994).

1.7.2.3. Reglamentos para el uso del suelos y aguas

Determinados procedimientos de control del uso del territorio pueden servir para limitar o controlar proyectos de energía, explotación de recursos naturales, uso de recursos hídricos y otras actividades, determinando asimismo los usos potenciales del territorio.

Estas reglamentaciones son conceptualmente diferentes de las actividades de control y fiscalización, que son tareas más bien administrativas y legales teniendo como instrumentos las sanciones, multas, clausuras, etc., según corresponda a lo establecido para el no cumplimiento de las disposiciones.

1.7.2.4. Sistemas de garantía de calidad

Actualmente entre las exigencia de calidad se pueden incluir las exigencias medioambientales, debido a diversas situaciones que ha llevado a su consideración dentro de cualquier estudio de calidad .

Un circuito de retroalimentación que facilite la obtención permanente de la calidad dentro de la actividad o producto es indispensable, destacando cinco elementos principales:

Organización y responsabilidades documentadas; procedimientos escritos y válidos para quién ejecuta las actividades; verificación de que los requisitos de calidad hayan sido alcanzados; registros de la obtención de la calidad; monitoreo periódico tanto externo como interno.

1.7.2.5. Experiencias de regulación.

Experiencias en estándares:

Los estándares de calidad de las aguas subterráneas y superficiales y del aire han sido ampliamente utilizados por países como Brasil, Colombia, México y Venezuela. Para el control de la contaminación de la atmósfera se han establecido dos niveles de normas. Uno para proteger la salud humana y otro para el bienestar general.

Los estándares de emisiones se refieren a las emisiones máximas permisibles para fuentes fijas, es decir, fábricas, centrales eléctricas, refinerías, incineradoras, chimeneas, etc.

Para el control de sustancias peligrosas, algunos países utilizan normas y controles de productos, así para el manejo de desechos peligrosos, se emplean diversos tipos de normas técnicas operacionales que cubren a generadores y transportadores de desechos peligrosos. Incluyen etapas de registro con una agencia reguladora, análisis de los desechos y mantención de los registros de modo que puedan rastrearse desde el punto de origen hasta su eliminación final. Con respecto al almacenamiento, tratamiento e instalaciones de eliminación de desechos peligrosos, especifican el diseño, construcción y técnicas de mantenimiento así como las tecnologías de control.

Permisos, cuotas y licencias.

Se pueden otorgar permisos para la descarga en aguas superficiales; estos se emiten en períodos determinados y deben renovarse periódicamente. Para la protección de las aguas subterráneas también existen permisos y revisión de proyectos cuya finalidad es garantizar que los emisores potenciales tomen las medidas oportunas para evitar la contaminación.

También las licencias y permisos se emiten para las instalaciones de desechos sólidos, aprobadas para garantizar la eliminación de los desechos de forma segura.

Para garantizar una segura operación de los residuos peligrosos, las instalaciones de tratamiento, almacenamiento y eliminación se puede sujetar a un sistema de permisos, asegurando de esta forma que cumplan con las disposiciones establecidas, muchas de las cuales se destinan a aguas subterráneas.

Se considera a los estudios y a las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), como un instrumento permisivo eficaz en contra del deterioro ambiental. En varios países como es el caso de Brasil, Colombia, Cuba, México y Venezuela, su aplicación es legal. Argentina, Bolivia, Ecuador, Chile, están actualmente implementando su sistema. Adicionalmente estas evaluaciones constituyen requisitos indispensables para el acceso al crédito internacional.

1.7.3. Instrumentos económicos.

Los instrumentos económicos tienden en su teoría a introducir más flexibilidad, eficiencia y costo-efectividad en las medidas de control de la contaminación. Sus ventajas entre otras son:

- estimulación del desarrollo de tecnologías de control de la contaminación en el sector privado.
- Proporciona a los gobiernos fuentes de ingresos para apoyar los programas de control de la contaminación.
- Estos requieren menor información detallada para definir el nivel más económico.

Los instrumentos económicos tienen la capacidad de regular la contaminación de acuerdo a mecanismos de mercado, facilitando la acción estatal. Sin embargo no han eliminado la necesidad de los estándares, del monitoreo, de la fiscalización y otros mecanismos de estado.

Para que los instrumentos funcionen, los precios de los productos deben reflejar completamente sus costos sociales y ambientales. La utilización de instrumentos económicos para la gestión ambiental constituye una de las tendencias más fuertes entre quienes están preocupados por el diseño y las políticas de gestión ambiental.

Los elementos comunes a todos los instrumentos económicos deberían ser:

- La existencia de un estímulo financiero.
- La posibilidad de una acción voluntaria.
- Involucrar a las autoridades de gobierno.
- Intencionalidad, directa o indirecta, de mantener la calidad ambiental por sobre la decisión en torno a la aplicación de los instrumentos.

Estos instrumentos están basados en el reconocimiento de que la degradación ambiental surge de señales incorrectas de precio, que a su vez resultan de la ausencia de mercados para los recursos y activos del medio ambiente. De esta manera, si los precios de los recursos o funciones que proporciona el medio son bajos y se hace un uso excesivo de los mismos, la degradación del medio ambiente es inmediata.

1.7.3.1. Tipología de instrumentos económicos.

A) Instrumento de desincentivo:

- Cargos por contaminación: pueden ser tarifas o impuestos.
- Cargos por efluentes y emisiones: son tributos exigidos por la calidad o cantidad de contaminantes descargados generalmente por industrias.
- Cargos al usuario: son pagos directos por el costo del tratamiento público o colectivo. Es el más utilizado en la gestión de los residuos sólidos.
- Cargos administrativos: son los honorarios pagados a las autoridades por los servicios de regulación, control, monitoreo, fiscalización, etc., para el funcionamiento de la gestión.
- Impuestos verdes: son cargos que actúan sobre los ítems más contaminantes.

B) **Instrumentos de mercado:** son derechos para generar emisiones actuales o potenciales, que el usuario puede comprar y vender en el mercado. Entre otras diferenciamos: licencias o permisos transables; seguros ambientales (cobertura de daños ambientales por compañías aseguradoras.); sistemas de responsabilidad compartida (acuerdos entre la autoridad ambiental y las empresas para responder una calidad ambiental global); sellos de calidad ambiental (certificaciones que garantizan una cierta calidad ambiental).

C) **Subsidios:** son concesiones, préstamos a bajas tasas, incentivos tributarios y otros, con el objeto de inducir a un cambio de conducta o reducción de costos de control de la contaminación por parte de los contaminantes.

D) **Sistemas de restitución de depósitos:** los consumidores deben pagar un sobreprecio por consumir productos con residuos contaminantes. Al reinsertarlos a un centro de selección para su reutilización (envases retornables), reciclaje (desechables), o disposición final, recuperan el depósito inicial o fianza.

E) **Incentivos de cumplimiento:** se emplean para impulsar a los contaminadores a cumplir con la reglamentación y estándares ambientales.

F) **Análisis costo-beneficio:** uno de los problemas habituales es la posibilidad de evaluar los costos ambientales, considerados como intangibles. Esta cuestión se puede enfocar desde dos puntos de vista, por una valorización directa y por una valorización indirecta.

- **Valorización directa:** se utilizan encuestas y experimentos. Con las encuestas realizamos cuestionarios concisos y claros a la población que de alguna forma reflejen la mejora ambiental según se varíen los inputs.

- **Valorización indirecta:** emplean técnicas que buscan conocer las preferencias de los usuarios por medio de la información real de los mercados. Las preferencias por los recursos, bienes y servicios ambientales.

1.7.3.2. Experiencias.

Tarifas o impuestos:

En la recolección y tratamiento de desechos sólidos municipales comúnmente se utilizan las tarifas por uso, que se incentivan muy poco por que se consideran como pagos por dichos servicios. En algunas instancias la municipalidades han instituido un sistema de precios a los desechos sólidos, el cual prevé incentivos para las familias para la reducción en la generación de desechos.

Algunos países aplican tarifas ("cuotas complementarias") por la eliminación de los desechos. La cantidad depende generalmente del tipo de desechos y del método de tratamiento antes de su descarga.

La mayoría de cargos por productos relacionados con los desechos se aplican a recipientes no retornables, aceites lubricantes, bolsas plásticas, fertilizantes, pesticidas, llantas, combustibles, etc. Su falta de impacto como incentivos se debe a que no constituyen a la transición de políticas remediables por las políticas preventivas.

Subsidios:

En algunos países se asignan créditos preferenciales y concesiones para la planificación, diseño y construcción de instalaciones de tratamiento así como para la incorporación de equipos de control de la contaminación. Existiendo donaciones para el desarrollo de tecnologías innovadoras con emisiones de baja contaminación, así como beneficios tributarios para sistemas de energía que favorecen el medio ambiente.

Sistema de reembolso de depósitos:

Se emplea básicamente en el tratamiento de residuos sólidos. Además de ser aplicables en los envases de bebidas y utilizados con resultados satisfactorios en reciclaje de aceites, envases pesticidas, automóviles. Administrativamente el sistema es eficiente. No requiere control o participación de la autoridad.

Incentivos de cumplimiento:

El incumplimiento de las regulaciones implican sanciones para los contaminadores , ocasionando multas o clausuras temporales o definitivas de la empresa. La responsabilidad legal por los daños causados por la contaminación ha sido utilizada en el área del manejo de desechos peligrosos. Las sanciones pueden ser civiles o penales y en la práctica, para algunos casos, se han logrado grandes compensaciones por daños.

1.7.4. Rol de los instrumentos económicos.

1.7.4.1. El rol del Estado en el manejo de los RSU.

La vida en comunidad conduce a que las personas o las familias no tengan plena libertad para decidir cómo manejar los residuos que generan, ya que un manejo beneficioso para algunos puede implicar costos a otros miembros de la comunidad (externalidades negativas).

A la inversa, la acción de un agente puede generar sobre otros agentes beneficios no compensados (externalidad positiva).

A pesar de que sería posible una cierta concertación entre las distintas familias que conforman una comunidad para manejar en conjunto sus residuos, no se espera que de tales decisiones se alcance el mínimo costo social.

Además, los residuos sólidos urbanos no son sólo domiciliarios. De ahí que lo habitual es que el Estado asuma la responsabilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos, sea por cuenta propia o mediante servicios de terceros.

En general, las entidades estatales más directamente involucradas con la gestión de los RSU son el Ministerio de Salud Pública, o el Ministerio del Medio Ambiente, a través del organismo respectivo en el nivel nacional, sectorial, regional o local.

El Ministerio de Salud Pública debe cooperar con la función legislativa en la dictación de normas sanitarias relacionadas con la recolección, transporte y tratamiento de los RSU y debe constituirse en el principal elemento fiscalizador de su cumplimiento e -idealmente- actuando además como un organismo de apoyo a la gestión que realizan las autoridades locales en estos aspectos.

Las autoridades locales, específicamente los municipios (ayuntamientos, en otros países) deben ocuparse de la gestión operativa de los residuos sólidos en sus fases de recolección-transporte y tratamiento, sin perjuicio de que puedan entregar la totalidad o parte de ellas en concesión a particulares, o bien, realizarlas en conjunto con otros municipios.

Con el objeto de financiar los costos de recolección y tratamiento de los residuos, los municipios cobran generalmente una tarifa o tasa a las familias y a los locales comerciales/industriales, la cual se percibe simultáneamente con determinados impuestos. Además, los municipios fijan un canon especial por concepto de recolección y eliminación de los residuos de origen comercial o industrial que excedan un determinado volumen mínimo.

A fin de cumplir de forma adecuada con las obligaciones de su competencia, los municipios tienen la posibilidad de agruparse, pudiendo así mejorar la rentabilidad de sus equipos. En lo que concierne a la ejecución de los servicios correspondientes, los municipios o grupos de éstos pueden escoger entre varias fórmulas, a saber:

- La explotación en administración directa, en la cual el municipio realiza las inversiones necesarias, contrata personal y se encarga directamente de dirigir los servicios.
- La explotación por mediación de una empresa especializada, en cuyo caso las funciones están a cargo de una empresa privada, con la cual se firma un contrato a largo plazo.
- Una fórmula intermedia consiste en confiar los servicios a una empresa privada, mediante contrato, una vez que el ayuntamiento ha realizado todas las inversiones necesarias.

La necesidad de confiar la gestión de estos servicios a un especialista, además de la importancia y regularidad de las actividades de organización y control de los servicios, han movido a numerosas colectividades en los países más desarrollados, a encargar la resolución de estos problemas, o

parte de ellos, a empresas especializadas prestatarias de servicios. La prestación de servicios se ha convertido en un elemento complementario de los servicios municipales, con los cuales el trabajo se realiza en estrecha relación y bajo el control permanente de las autoridades locales.

Las empresas privadas pueden realizar las siguientes prestaciones:

- Proporcionar asesoría y asistencia técnica a los responsables locales, con el objeto de ayudarles a estructurar mejor la organización de los servicios de limpieza, o bien a implantar nuevos equipos de mayor rendimiento.
- Asumir una parte de los servicios municipales, por ejemplo: la recogida de los residuos de origen doméstico, o bien la explotación de la planta de tratamiento final, para resolver algún problema en particular.
- Encargarse totalmente de los servicios municipales, desde la recogida de residuos, barrido de las calles, tratamiento de los residuos, hasta los servicios especiales: recogida de escombros, mantenimiento de parques y jardines públicos.

En definitiva, el Estado, por intermedio de los organismos públicos señalados y/o contratando los servicios de entes privados, debe ocuparse de que se alcance un óptimo social, tanto a través de la dictación y fiscalización de la normativa y regulaciones apropiadas, como a través de la gestión más eficiente desde una perspectiva social.

1.7.4.2. Rol de los instrumentos económicos.

Los instrumentos económicos, como los demás instrumentos de gestión ambiental, cumplen una serie de roles propios, entre los que es necesario destacar los siguientes:

Cumplimientos de las normas:

Estas normas no deben ser materia de negociación, sino que son formuladas para ser cumplidas, aunque en ocasiones es posible impulsar su cumplimiento, en función del objetivo superior que es la calidad ambiental. Esto se puede lograr con incentivos económicos.

Minimización de impactos por contaminación

La contaminación es un problema inherente al crecimiento económico, no siempre las modificaciones tecnológicas en busca de una tecnología que produzca menor contaminación es posible pero se debe incentivar a aquellas empresas que tiendan a la utilización de dichas tecnologías y producir desincentivos económicos a aquellas que sean obsoletas.

Eficacia y eficiencia de los instrumentos.

La gestión ambiental latinoamericana padece de fuertes ineficacias e ineficiencias, en particular en la capacidad de control, un problema que no solo es imputable a la incapacidad técnica, sino que también lo es a las débiles estructuras institucionales y administrativas.

Beneficios de una mayor gama instrumental.

El intento de implantación de los instrumentos económicos pueden ser de gran utilidad para la mejora de la capacidad del ente responsable del medio ambiente y la sociedad, definiendo sus acciones propias, facilitando relaciones y planificaciones con las diferentes regiones y sectores.

Impulso a la transformación.

Estos instrumentos económicos pueden producir una transformación que venga dada por estímulos económicos, empujando así a la dirección del cambio tecnológico, el cual apoyado en adecuados instrumentos regulatorios y económicos, sea a su vez sustentable.

1.7.5. Instrumentos económicos en la gestión de residuos sólidos.

El campo de la aplicabilidad efectiva de instrumentos económicos para la gestión ambientalmente sustentable de los residuos sólidos, en particular los industriales, pareciera estar bastante condicionada, aunque haya un ambiente favorable para su aceptación.

A modo de síntesis, se podría afirmar que tal aplicabilidad debe cumplir los siguientes requisitos:

- Instrumentos que utilicen las fuerzas de mercado para introducir comportamientos en lugar de ordenar para luego controlar.
- Instrumentos que creen mercados donde las fallas del sistema no permiten intercambios.
- Instrumentos que asignen precios a recursos o procesos que no los tienen; o los tienen en forma parcial o distorsionada (como es el caso de los residuos sólidos).
- Instrumentos que establezcan derechos de propiedad (públicos, privados o comunitarios) sobre bienes libres o sobre los cuales no se reivindica propiedad.
- Instrumentos que busquen compatibilizar las políticas económicas con las políticas ambientales.
- Instrumentos más eficaces desde el punto de vista de su gestión.
- Instrumentos de mayor aceptabilidad social, particularmente entre los sectores productivos.

En este marco, instrumentos de posible uso serían:

Derecho de propiedad

Establecimiento de la plena propiedad del generador de derechos sólidos sobre sus residuos

- Responsabilidad del generador .
- Principio contaminador - pagador.
- Potenciación de la minimización.

Establecimiento de derechos de uso restringido sobre ciertos bienes públicos.

- Disposición adecuada de residuos sólidos.
- Control público.

Sistemas de permisos de emisión transable.

- Constituyen en instrumento económico de gestión ambiental, caracterizado por el hecho que se crea un mercado donde se transan y transfieren ciertos documentos que autorizan para emitir determinados contaminantes a las empresas insertas en el sistema.

Creación de mercados.

- Permisos de uso transable de bienes públicos con uso restringido.

Instrumentos fiscales.

- Impuestos a la generación de residuos : - Por cantidad; - Por tipo.
- Impuestos al uso del suelo para disposición de residuos.

Sistemas de cargos (Tarifas).

- Cargos por recolección.
- Cargos por disposición.
- Cargos por contaminación.

Instrumentos financieros.

- Fondos ambientales para: mejoramiento tecnológico; fomento del reciclaje; transporte y disposición adecuados.
- Criterios blandos, para proyectos de objetivos "ambientales".

Sistemas de responsabilidad.

- Por daños a recursos naturales.
- Seguros de responsabilidad.
- Incentivos al cumplimiento de las normas.

Sistemas de garantía (bonos y depósitos.)

- Bonos de cumplimientos de normas.
- Sistemas de depósitos reembolsables.

1.8. Experiencias de manejo de RSU en países en vías de desarrollados.

David N. Beede y David E. Bloom en su artículo “The Economics of Municipal Solid Waste” (en “The World Bank Research Observer”, Volumen 10, número 2, Agosto 1995) presentan el siguiente panorama de algunas experiencias de manejo de RSU en países en vías de desarrollo:

“Las experiencias en los países en vías de desarrollo son diferentes de aquellas de Estados Unidos y de otros países. El carácter del problema de RSU difiere desde una ubicación a otra, dependiendo de las características físicas del residuo sólido y de la geografía local.

En Bangkok y Shanghai, las calles estrechas hacen que la recolección del residuo sea difícil. El carbón, que genera cantidades considerables de ceniza, se usa todavía ampliamente para calentar hogares en Shanghai, aunque la ceniza como un porcentaje del torrente de RSU ha disminuido desde mediados de 1980’s. Las tasas de generación de RSU per cápita son aproximadamente 50 por ciento más altas en el verano a causa de un aumento estacional en residuos alimentarios de frutas y vegetales (Pupilo y Li 1993).”

“A pesar de la diversidad en países en vías de desarrollo, surgen varias generalizaciones de una revisión breve de las experiencias de gestión de RSU en un muestreo de ubicaciones de países en desarrollo: Bangkok, Dar es Salaam, Jakarta, Ciudad de México, Shanghai, y Taiwan (China).”

Un problema creciente. El residuo sólido no es solamente un problema considerable a lo largo del mundo en desarrollo, sino también un problema creciente, parcialmente a causa del crecimiento de la población y parcialmente porque el aumento de los ingresos per cápita en una parte importante del mundo en desarrollo ha conducido a una generación ascendente de residuo per cápita ascendente.”

“Desde 1982 a 1989, la generación diaria de RSU per capita en Bangkok aumentó desde 0,6 a 0,9 kilogramos (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992/93). Los residentes de Ciudad de México generan sobre 1,0 kilogramo de RSU per capita al día, lo que dobla el valor estimado en el decenio de 1950, con aún un crecimiento más rápido en la generación per cápita de residuos no biodegradables (Meade 1992).

La generación de RSU per cápita diaria de Shanghai de 0,80 kilogramos se traduce en 2,50 millones de toneladas métrica al año, 1,31 millones de toneladas métrica por sobre la cifra de principios del decenio de 1980 (Ward y Li 1993). En Taiwan (China), la generación per cápita aumentó un promedio de 4,8 por ciento al año desde 1980 a 1991 (Taiwan, China 1992).”

Recolección y urbanización. La proporción urbana de la población de países en vía de desarrollo aumentó desde 25 a 46 por ciento entre 1970 y 1991. Además, la tasa anual de crecimiento de población urbana en los países en vías de desarrollo ha acelerado desde un promedio de 3,7 por ciento en el decenio de 1970 a 6,3 por ciento en el decenio de 1980 (aunque el menor valor promedio anual total de población de crecimiento para países en vías de desarrollo desaceleró desde 2,2 por ciento en el decenio de 1970 a 2,0 por ciento en el decenio de 1980 (Banco Mundial 1993).

Estas tendencias, combinadas con el ingreso per cápita ascendente en muchos países en vías de desarrollo, han conducido a concentraciones crecientes de RSU en áreas metropolitanas. Es probable que estas tendencias hagan aumentar el costo promedio de recolección, procesamiento, y eliminación y agoten las capacidades administrativas de los gobiernos urbanos.

Ciudad de México usa 2.000 vehículos de recolección de los cuales sólo 60 a 65 por ciento están generalmente en condición activa en todo momento (Meade 1992). En la recolección de Shanghai existe uso intensivo de mano de obra, y el residuo se transporta a los vertederos mediante camiones y barcazas. Debido a que sólo el 60 por ciento de los camiones que transportan residuos son cubiertos (cerrados), mucha basura se esparce a lo largo de las calles y se derrama en los canales de agua durante el proceso (Ward y Li 1993)."

Efectos adversos de la eliminación y procesamiento deficiente. Las prácticas deficientes de eliminación y procesamiento tienen efectos adversos serios sobre la calidad de aire, agua, y tierra. Sobre 90 por ciento del RSU recolectado en Bangkok se dispone a cielo abierto, siendo compostado o incinerado el 10 por ciento (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992 / 93). La mayoría del residuo familiar de Dar es Salaam se desecha en fosos abiertos cerca de los hogares, sobre calles, en mercados, o en los canales de drenaje (Yhdego 1991). Algo se quema. Además, el vertedero principal de la ciudad, que se aisló bastante cuando se estableció en 1965, está ahora cerca de varias comunidades y vierte lechada al cercano Río Luhanga (Yhdego 1988). La mayoría de los vertederos de Shanghai presentan malos olores, concentraciones de insectos y lechadas que contaminan el agua potable local (Ward y Li 1993).

En 1984 el gobierno de Shanghai construyó una simple planta de compost de RSU con una capacidad de 300 toneladas métricas al día, en que los RSU son compostados en grandes recipientes cercanos durante un mes y entonces se ponen en rejillas y se clasifican por el tamaño de partícula.

Debido al mal control de calidad, sin embargo, el compost se contamina pesadamente con vidrios, plásticos, y metales y es por lo tanto de relativamente poco valor a granjeros locales (Ward y Li 1993)”.

Generalización del sector informal del reciclaje. Los hogares de Bangkok normalmente separan periódicos, revistas, cartulina, y botellas desde su residuo sólido para los recolectores puerta a puerta. Los segregadores de calle realizan una selección de elementos reciclables desde los recipientes de calles, las tripulaciones de recolección gastan estimativamente 40 por ciento de su tiempo en realizar clasificaciones para materiales reciclables que ellos pueden vender para complementar sus ingresos, y otros segregadores escogen sobre el resto en los vertederos. Estos segregadores y recolectores de basura venden elementos reciclables en pequeña escala a talleres de reciclaje cerca los vertederos (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992/93). En Ciudad de México, los trabajadores de recolección clasifican reciclables, que ellos pueden vender para complementar sus ingresos. Esto se ha vuelto cada vez más difícil, sin embargo, porque la cantidad y el valor de materiales reciclables declinó dramáticamente en 1982, cuando la crisis económica condujo a las familias a un mayor cuidado con el derroche (Meade 1992).

En Dar es Salaam, existe considerable segregación, bajo condiciones muy difíciles, el que tiene lugar tanto en el vertedero principal como a lo largo de la ciudad (Yhdego 1991). Alguna extracción organizada de reciclables tiene lugar en los vertederos de Shanghai (Ward y Li 1993). A lo largo de Jakarta se estima que 30.000 a 60.000 segregadores (“cachureros”) extraen materiales reciclables tales como vidrio, papel, cartulina, metales, madera, goma, huesos, y textiles desde el torrente de residuos. Ellos venden estos materiales a empresarios a pequeña escala quienes los ralean, limpian, fajan, y los venden a otros intermediarios que se especializan en determinados materiales, que a la vez los transportan y venden a fábricas de reciclaje.”

Beede y Bloom han proyectado una tasa de 2,7 por ciento anual de incremento en la generación de RSU en los países en vías de desarrollo, lo que aproximadamente dobla el valor proyectado de aumento en los países industriales. Los hallazgos de una encuesta Gallup a nivel mundial también sugieren que la capacidad de los sistemas de gestión de RSU es débil en muchos países en vías de desarrollo. No obstante, estiman que existen señales alentadoras de que el desarrollo económico conduce a más fuertes estructuras institucionales y a un consentimiento para experimentar e invertir en proyectos que puedan aliviar problemas duraderos de gestión de RSU en formas apropiadas al nivel de un país de desarrollo.

A pesar de las mayores inversiones que deben realizarse para un eficaz manejo integral de los RSU, éstas debieran justificarse al compararlas con los costos económico-sociales de una inadecuada gestión de RSU. Los beneficios económico-sociales de un mejor manejo integral no sólo se observarían en los aspectos propiamente sanitario-ambientales (reducción de enfermedades, mejoramiento de la calidad de las aguas, reducción de olores y mejoramiento estético), sino también en otros de carácter más propiamente económicos como -por ejemplo- la recuperación de tierras. Además, es de importancia considerar que estos beneficios estarían disponibles tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

ANEXOS

La OPS/OMS auspició en el período 1987-1990 una serie de reuniones regionales de expertos en residuos sólidos en las cuales se formularon un conjunto de directrices para el desarrollo del sector aseo urbano. Entre estas directrices se destacó la necesidad de contar con Planes Nacionales de Aseo Urbano, integrados al llamado Sistema Nacional de Aseo Urbano.

Posteriormente, en 1992 la OPS/OMS formuló una propuesta de un Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud (PIAS) para superar gradualmente el enorme déficit de infraestructura en los servicios de atención a la salud de las personas, abastecimiento de agua limpia y segura, saneamiento básico y servicios de prevención y control de la contaminación ambiental.

La contribución, y a su vez el reto fundamental del PIAS, es el fortalecimiento de la capacidad de los países para movilizar recursos de inversión. Esto implica alentar el desarrollo institucional necesario para llevar a cabo análisis sectoriales que redefinan las necesidades de inversión, cuantitativa y cualitativamente, haciendo posible formular, gestionar y evaluar los programas y proyectos de inversión de manera consistente.

En el marco de las estrategias formuladas por el PIAS, en Marzo de 1995, la OPS/OMS, el BID, el BIRF y la USAID/EHP, desarrollaron conjuntamente los "Lineamientos Metodológicos para la realización de Análisis Sectoriales en Residuos Sólidos". El propósito de estos lineamientos es contribuir con el ordenamiento y desarrollo del Sector de Residuos Sólidos en los países de ALC a través del análisis sectorial. Por lo tanto, no han sido diseñados únicamente como instrumentos de diagnóstico, sino fundamentalmente para la promoción de algunas líneas de intervención e inversión prioritarias, desde una perspectiva del planeamiento y ordenamiento sectorial. En este sentido, los mencionados lineamientos han sido aplicados para el desarrollo de AS-RS en Colombia, Guatemala, México, Uruguay, Cuba, Nicaragua, Chile y Perú.

ANEXO 1.1.

El Caso de Colombia

En base al diagnóstico desarrollado en Colombia como parte del proceso de realización del AS-RS se han logrado identificar algunas acciones en tres rubros fundamentales: políticas, estrategias y proyectos de inversión.

a) Principales políticas que sugiere el AS-RS en Colombia:

- Mejorar la cobertura y calidad de los servicios de aseo y manejo general de los residuos sólidos.
- Minimización y promoción del reciclaje de residuos sólidos.
- Adecuación y coordinación interinstitucional.
- Fomento de la participación ciudadana y del sector privado.

b) Principales estrategias que recomienda el AS-RS en Colombia:

- Consolidación y desarrollo de un marco institucional y legal a nivel nacional apropiado para la gestión de los residuos sólidos.
- Apoyo integral a los municipios.
- Estrategia de manejo de residuos industriales y/o no-domésticos.
- Vigilancia y control del manejo de residuos sólidos a todo nivel y en todas las fases por la que estos atraviesan.
- Apoyo al reciclaje y a recicladores informales.
- Formulación de un plan maestro de inversión.

Las Fortalezas y Dificultades del AS-RS en Colombia

El AS-RS en Colombia ha permitido conocer las fortalezas y debilidades técnicas, financieras, económicas, ambientales y sociales inherentes al manejo de residuos sólidos. En cada caso, el AS-RS ha posibilitado perfilar una serie de recomendaciones de políticas planes y estrategias, que se formaron mediante mecanismos propios de consulta y búsqueda de consensos entre las instituciones vinculadas al Sector. También ha posibilitado generar acciones de apoyo al Sector: asistencia técnica a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y municipios para el desarrollo de recursos humanos; estudios e investigaciones sobre el reciclaje; priorización del desarrollo de la normativa en residuos sólidos comunes y peligrosos por las instancias legislativas; coordinación entre el sector público y privado (ejemplo: acuerdos y convenios para la producción limpia); programa masivo de educación ambiental.

ANEXO 1.2.

El Caso de Uruguay

El AS-RS en Uruguay se desarrolló entre noviembre y diciembre de 1995 teniendo como contraparte nacional a la Dirección Nacional de Medio Ambiente. El AS-RS se desarrolló por un equipo multidisciplinario considerando el contexto ambiental, económico, institucional, social y sanitario del país. Aparte de la información básica sobre el estado del manejo de residuos sólidos que se logró sistematizar, el AS-RS permitió evaluar las necesidades de desarrollo del Sector y proyectar las medidas pertinentes para cubrir estas necesidades.

La experiencia de Uruguay brindó mayores elementos de análisis sobre el proceso de desarrollo del AS-RS. En este caso, se distinguieron cinco momentos principales:

- Constitución del equipo multidisciplinario de consultores
- Taller de programación
- Recopilación de la información existente
- Entrevistas y visitas de campo
- Elaboración del informe final.

Debido a la falta de datos e información disponible, el AS-RS en Uruguay requirió, al igual que en el caso de la experiencia de Colombia, un tiempo efectivo mayor que el previsto. A pesar de ello, el AS-RS en Uruguay ha sido de suma utilidad para el Sector, por cuanto ha permitido: realizar una recopilación y sistematización rigurosa de la información pertinente; formular una primera conceptualización del Sector; y catalizar algunas acciones de corto, mediano y largo plazo (p.ej. creación de la Comisión Nacional para Elaborar el Plan Nacional de Residuos Sólidos, elaboración de los términos de referencia para el Plan Maestro de Gestión e Inversiones y atraer mayor financiamiento para el Sector asignado desde el presupuesto nacional, entre otros).

Principales Conclusiones sobre el Proceso de Realización del AS-RS de Uruguay

Las recomendaciones de los representantes y coordinador del AS-RS del Uruguay, se refieren principalmente al proceso de desarrollo del análisis. Se mencionó la importancia de establecer claramente con el Gobierno los objetivos y el alcance del análisis; establecer las necesidades y aportes nacionales para desarrollar las tareas requeridas (contratar o asignar por lo menos a tres personas como contrapartes a tiempo completo); identificar a las personas y entidades que deben ser contactadas durante el desarrollo del estudio y recabar la información básica antes del inicio formal del AS-RS.

ANEXO 1.3.

El Caso de Guatemala

Al igual que en la experiencia de Colombia y Uruguay, el AS-RS en Guatemala permitió tener una primera aproximación del estado y necesidades de desarrollo del Sector, en el cual confluyen una serie de instituciones gubernamentales y no gubernamentales con diferentes niveles de atribuciones y competencias. Las dificultades específicas evidenciadas por el AS-RS en Guatemala muestran, que estas -aunque en relativamente menor escala-, son bastante similares a las que tienen que enfrentar los países de la Región en general: coberturas de recolección y disposición final limitadas, dificultades de fiscalización y supervisión del cumplimiento de las leyes y estándares de calidad ambiental, dificultades para contar con recurso humano debidamente calificado y falta de financiamiento, entre otros aspectos.

Por otro lado, la presentación de la experiencia de Guatemala, mostró un esquema de sistematización de las etapas o momentos a través de los cuales el proceso del AS-RS se había desarrollado en este país, como sigue:

- **Momento preliminar: decisión política administrativa.** En el cual se establece el interés y los compromisos - del gobierno y de las partes involucradas en el AS-RS.
- **Primer momento: Organización**
Se fijan las etapas específicas del proceso y requerimientos de información y colaboración entre las partes implicadas.
- **Segundo momento: análisis y propuestas.**
Se analizan las propuestas y se busca fundamentalmente el consenso técnico en torno a los resultados a obtener a través del AS-RS.
- **Tercer Momento: Internalización y desarrollo.** Debe permitir definir los compromisos políticos a fin de garantizar la continuidad de las acciones que se puedan generar a partir del AS-RS.

ANEXO 1.4.

El Caso de México

El AS-RS en México se realizó entre febrero y marzo de 1996 teniendo como contraparte nacional principal al Instituto Nacional de Ecología (INE). Dada la magnitud, complejidad y diversidad de temas que abordó el AS-RS en México, este análisis es diferente a los que se desarrollaron en Colombia, Uruguay y Guatemala, tratándose más bien de una evaluación rápida del Sector de Residuos Sólidos. En efecto, en base a los acuerdos de las misiones preliminares de la OPS/OMS y las correspondientes contrapartes Mexicanas, se estableció que el AS-RS en este país, permita una primera aproximación sectorial, incluyendo en el análisis no solo a los residuos sólidos municipales, sino también a los residuos sólidos peligrosos, sustancias químicas y actividades de riesgo. De este modo, el AS-RS permitió disponer de una visión general y global del Sector de Residuos Sólidos y de los temas conexos, quedando pendiente la realización de AS-RS más detallados y profundos por estados en México. Por este motivo, el AS-RS en México se desarrolló en tres semanas.

Algunas lecciones del proceso de AS-RS implementado en México contribuyeron substancialmente con el debate general para la validación de los Lineamientos Metodológicos para la realización de análisis Sectoriales en Residuos Sólidos. Igualmente a las exposiciones presentadas por los representantes y coordinadores de los países donde se han desarrollado los AS-RS, las preocupaciones del representante y coordinador de México, se centraron principalmente en el proceso de desarrollo del AS-RS. En este sentido, se manifestó de suma importancia el hecho de disponer de la mayor cantidad posible de información básica antes del inicio efectivo del AS-RS, así como, evitar un sobre dimensionamiento de las expectativas que los AS-RS tienden a generar en las contrapartes nacionales. Por este motivo, una etapa clave para el AS-RS es la fijación clara de los objetivos, alcances, compromisos y aportes institucionales durante la etapa de negociación inicial del AS-RS entre las instancias de Gobierno la misión de cooperación externa. Entre las principales causas que no favorecen a la instrumentalización del AS-RS figuran las limitaciones del arreglo institucional, y en particular de los gobiernos nacionales, así como las debilidades del marco regulatorio.

ANEXO 1.5.

VISION GLOBAL DEL SECTOR

El Sector de Residuos Sólidos por lo general no está legitimado y presenta rasgos comunes en la gran mayoría de los países de la Región. Al respecto, se señalan algunas características típicas:

- No existe una instancia gubernamental de rango nacional responsable del manejo de los residuos sólidos, normalmente la responsabilidad se encuentra dispersa en múltiples instituciones afines al Sector.
- Existe un creciente proceso de participación del sector privado en el manejo de residuos sólidos.
- En algunos países se empiezan a constituir entes nacionales reguladores del sector residuos sólidos.
- El planeamiento y la formulación de políticas y estrategias sectoriales aún es incipiente.
- El marco legal en muchos casos no es integral ni consistente y carece de instrumentos para facilitar el cumplimiento de estándares mínimos de calidad ambiental.
- Los mecanismos de monitoreo, acopio y disseminación de información prácticamente son inexistentes.
- Las posibilidades de las instituciones vinculadas al sector residuos sólidos para acceder a créditos u otras modalidades de financiamiento son escasas.

La participación de los organismos operadores o prestadores de los servicios relacionados con el Sector residuos sólidos, también se realiza en condiciones y modalidades con las siguientes limitaciones comunes:

- Carencia de planes financieros y operacionales (planes maestros).
- Contratación de empresas privadas mediante esquemas contractuales inadecuados y/o bajo modalidades que sobrepasan la capacidad de monitoreo del contratante.
- Dificultades de gerenciamiento (personal, cobertura del servicio, supervisión de operaciones, financiamiento, etc.).
- Problemas de recaudación y de disponibilidad de recursos humanos debidamente calificados.

2. Aspectos generales de identificación y formulación de proyectos de inversión.

2.1. Introducción

2.1.1. ¿Qué es un proyecto de inversión?

“Un proyecto de inversión es una decisión sobre el uso de recursos con el objetivo de incrementar, mejorar o mantener la producción de bienes o prestación de servicios y/o incrementar, mejorar mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios de un recurso humano o físico. Esta decisión se puede materializar en una obra física y/o en una acción específica.”

Un proyecto de inversión puede ser llevado a cabo por inversionistas privados o por el Estado. En el primer caso, se invertirán recursos de propiedad privada y se esperará obtener un beneficio para los inversionistas privados. En el segundo caso, se invertirán recursos de propiedad social y se espera obtener un beneficio para la sociedad.

No obstante, en ambos casos, los proyectos de inversión surgen como reconocimiento de la existencia de necesidades insatisfechas que el proyecto de inversión sería capaz de satisfacer.

“Programa: decisión sobre el uso de los recursos para mantener, aumentar o mejorar la producción de bienes y servicios. Constituye un conjunto de proyectos y se materializa en una acción específica. Por ejemplo: alfabetización, nutrición y capacitación.”

“Estudio Básico: decisión sobre el uso de los recursos con el objetivo de identificar ideas de proyectos o programas; la existencia y/o características de recursos. Se materializa en un documento.”⁴ /

⁴ / Ver MIDEPLAN, Chile. Texto guía sobre capacitación e formulación, preparación y evaluación de proyectos, página 5.

Ejemplos ilustrativos:

Idea de proyecto: establecimiento de relleno sanitario mancomunado de basuras para dos ciudades.

Posible necesidad: solucionar problemas de saturación de rellenos actuales y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos en la fase de disposición final de las basuras de ambas ciudades.

Idea de proyecto: renovación de la flota de vehículos recolectores de basuras.

Posible necesidad: mejorar la eficiencia del sistema de recolección de RSU.

Idea de proyecto: realización de una campaña de educación medioambiental.

Posible necesidad: aumentar y mejorar la cooperación de la ciudadanía en la fase de pre-recogida de RSU.

Idea de proyecto: instalación de una planta de incineración de RSU.

Posible necesidad: diversificar las formas de tratamiento final de RSU, dado el colapso de los rellenos actuales.

Idea de proyecto: concesión a privados de la explotación de un relleno municipal.

Posible necesidad: mejorar la eficiencia de la fase de disposición final, mediante la contratación de los servicios de empresas privadas.

Idea de proyecto: recolección con contenedores en un sector de la ciudad.

Possible necesidad: mejorar los rendimientos de recolección en zonas de tránsito saturado y/o de difícil acceso.

Los ejemplos anteriormente señalados indican que no siempre un proyecto de inversión requiere la aplicación de grandes cantidades de recursos, ni debiera implicar la creación de una nueva unidad productiva.

Puesto que un proyecto de inversión implica la aplicación de recursos económicos que siempre son escasos o limitados que podrían obtener un beneficio en otras actividades (usos alternativos de los recursos), resulta imprescindible emprender estudios de preinversión que permitan su adecuada formulación y una evaluación económica que otorgue cierta seguridad de que el beneficio que se obtendrá será mayor que el que se obtendría en otras alternativas disponibles o que la actividad se realizará a un menor costo.

2.1.2. Etapas de un estudio de preinversión

Un estudio de preinversión está compuesto por dos elementos: la formulación o preparación del proyecto y la evaluación del mismo. El objetivo final es evaluar la conveniencia del proyecto, pero para estimar los elementos necesarios para la evaluación se requiere una adecuada formulación (o preparación) que permita anticipar la forma y las condiciones en que éste operará.

Un estudio de preinversión es habitualmente caro, especialmente cuando se requiere obtener datos, procesarlos y generar información relevante que permita reducir el riesgo. Mientras el estudio se mantenga en el plano del uso de información secundaria y de las intuiciones o estimaciones gruesas ello no es necesariamente así, pero apenas se avanza en un estudio más profundo, el costo del estudio aumenta considerablemente. Por ello, la metodología general para un estudio de preinversión comprende una serie de etapas sucesivas, a través de las cuales se va avanzando gradualmente en la complejidad y calidad del estudio, siempre y cuando las etapas anteriores así lo hagan aconsejable.

Es decir, en vez de realizar de una vez un estudio definitivo, de alto costo, para un proyecto que finalmente resulta no conveniente, la no conveniencia del proyecto podría haber sido detectada en un estudio previo más barato, no siendo necesario invertir en un estudio más complejo y caro.

En este punto, nótese que la conveniencia a priori de un proyecto depende de muchos factores, siendo varios de ellos no controlables por el inversionista:

- La existencia real de la necesidad insatisfecha prevista.
- La capacidad real de que el proyecto satisfaga la necesidad que lo origina.
- Los aspectos tecnológicos imperantes.
- El marco jurídico y económico imperante.
- Los aspectos financieros.
- Los usos alternativos de los recursos para inversión y su rentabilidad.

Incluso, es importante hacer notar que un proyecto cuya evaluación resultó favorable puede fracasar en su implementación o ejecución efectiva debido a que no fue ejecutado en la forma planeada y/o existieron cambios en las condiciones de entorno respecto de las previstas originalmente.

Las etapas de un estudio de preinversión son:

a) Identificación de la idea de proyecto

En esta primera etapa se precisa la(s) necesidad(es) insatisfecha(s) o problema(s) a resolver y los objetivos que se pretende alcanzar con el proyecto en relación a ellos. Asimismo, se visualizan algunas posibles alternativas de solución o formas alternativas del proyecto.

b) Estudio a nivel de perfil

Estudio que permite realizar una primera prueba de viabilidad de la idea de proyecto, considerando un número mínimo de elementos, a partir de información existente, el juicio común y/o la experiencia.

Comprende generalmente:

- Definición precisa del problema, a partir de las necesidades que el proyecto podría satisfacer.
- Planteamiento de alternativas de solución, lo que implica afinar las alternativas de solución formuladas en la etapa anterior y que conduce a distintas formas alternativas para el proyecto.
- Inventario y análisis de las condicionantes para llevar a cabo la idea, lo que implica analizar el mercado y su tamaño, la disponibilidad de insumos, tecnología, monto de inversión requerida y marco institucional y político, todo ello en base a información existente y juicio de los analistas, con estimaciones gruesas.
- Análisis de la viabilidad técnico-económica de la idea, lo que implica decidir en base a los resultados de la fase anterior y a una evaluación económica si no existen elementos que hagan inviable la idea. La viabilidad de la idea está ligada a la de las distintas alternativas formuladas, lo que implica determinar la viabilidad técnico-económica de cada una de las alternativas propuestas. Si a este nivel se estima que la idea es inviable, es rechazada; en caso contrario, es aceptada, pudiendo ser mantenida "en carpeta" o bien continuar con el siguiente estudio.
- Si procede, definición de las características del siguiente estudio, lo que implica fijar los "términos de referencia" para el siguiente estudio, que considerará sólo las alternativas cuya viabilidad técnico-económica fue probada en la fase anterior.

Debe hacerse notar que esta primera etapa no se requiere -en general- la participación de un "proyectista" o "cuerpo de analistas", siendo ella más bien responsabilidad del inversionista y de sus colaboradores cercanos. Una idea de proyecto relativamente sencilla podría ser aceptada incluso en esta etapa, si algunos cálculos básicos de evaluación así lo aconsejasen.

c) Estudio de prefactibilidad

El objetivo fundamental de este estudio es analizar las distintas alternativas para el proyecto, usando datos mucho más detallados y afinados que los de la anterior etapa, a fin de -en una primera fase- descartar algunas alternativas y perfeccionar las restantes y -en una segunda fase- evaluar desde una perspectiva técnico-económica las alternativas preseleccionadas y seleccionar la mejor alternativa de proyecto.

Para ello, se requiere conocer para cada alternativa:

- Existencia de una demanda factible de alcanzar con el producto o servicio y proyectarla.
- Disponibilidad (en cantidad, calidad y costo razonable) de insumos.
- Características de un proceso técnico viable.
- Macrolocalización.
- Monto de la inversión.
- Estimación de ingresos y egresos.
- Evaluación en base a indicadores de rentabilidad.

d) Estudio de factibilidad

Este es el estudio definitivo de preparación y evaluación, que determina la conveniencia o no, de llevar a cabo el proyecto en la forma de la alternativa seleccionada en la etapa anterior. Aquí se realizan los siguientes subestudios, muy afinados al nivel necesario para el proyecto en cuestión:

- Estudio de mercado.

- Estudio técnico.
- Estudio organizacional y legal.
- Estudio financiero.

Con todos estos estudios -que más adelante se revisarán con cierto detalle- se debe llegar a tener muy bien especificadas las características de operación del proyecto, habiéndose llegado a estimar los ingresos de fondos y egresos de fondos operacionales y no operacionales del proyecto a lo largo de su vida útil.

Una vez finalizados tales subestudios, es posible proceder a la evaluación económica definitiva, que debiera conducir a una decisión de inversión o no-inversión.

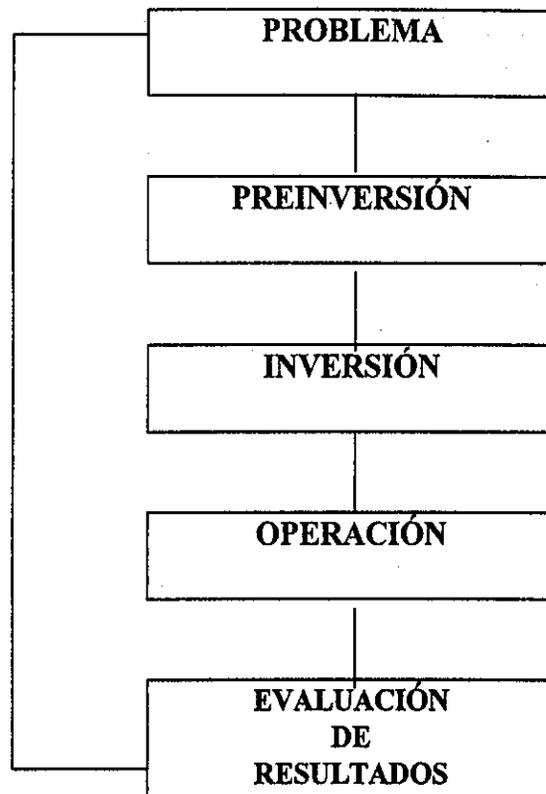
e) **Proyecto definitivo**

Incluye el estudio de factibilidad más el diseño final de ingeniería. Posteriormente, se procede a la ejecución y puesta en marcha del proyecto y, finalmente, a la que debiera ser la operación normal del proyecto.

2.2. El ciclo de vida de los proyectos

El ciclo del proyecto se inicia con un problema al cual debe buscársele solución. De manera general, los proyectos de inversión atraviesan por cuatro grandes fases: preinversión, Inversión, Operación y Evaluación de Resultados.

FASES DEL CICLO DEL PROYECTO



Estas fases, a su turno, pueden desdoblarse en subfases (que denominaremos etapas) de las cuales varias o todas pueden ser recorridas por un proyecto, dependiendo de ciertos factores: su naturaleza, su complejidad, el volumen de inversión comprometido o las pautas establecidas por los organismos encargados del financiamiento.

A. Preinversión

Consiste en el proceso de elaboración y evaluación del proyecto que se llevaría a cabo para resolver el problema o atender la necesidad que le da origen.

La preinversión se desagrega en las siguientes etapas:

IDEA: en esta etapa, se identifica el problema o la necesidad que se va a satisfacer y se identifican las alternativas básicas mediante las cuales se resolverá el problema.

PERFIL: en esta etapa se evalúan las diferentes alternativas, partiendo de información técnica, y se descartan las que no son viables. Se especifica y describe el proyecto con base en la alternativa seleccionada. Por lo general, la información en que se apoya la elaboración del perfil proviene de fuentes de origen secundario.

PREFACTIBILIDAD: en esta etapa se realiza una evaluación más profunda de las alternativas encontradas viables, y se determina la bondad de cada una de ellas.

FACTIBILIDAD: en esta etapa se perfecciona la alternativa recomendada, generalmente con base en información recolectada especialmente para este fin.

DISEÑO: una vez decidida la ejecución del proyecto, en esta etapa se elabora el diseño definitivo. En las etapas anteriores se pueden haber elaborado diseños preliminares, pero los diseños definitivos e ingeniería de detalle -especialmente en el caso de los proyectos más complejos y de mayor monto de inversión- solo se justificará efectuarlos a partir del momento en que se cuente con el dictamen de viabilidad y con la decisión favorable del financiamiento.

El anterior proceso es iterativo y no necesariamente todos los proyectos atraviesan por cada una de las etapas (ver gráfico más adelante).⁵ /

La preinversión facilita un proceso de evaluación-decisión orientado a verificar la pertinencia, viabilidad y conveniencia del proyecto antes de asignarle los recursos solicitados. Entre otros, por lo menos tres aspectos deben ser verificados:

- que el proyecto es una buena solución al problema planteado;
- que la alternativa seleccionada es más conveniente que las desechadas y que no hay a disposición otra alternativa mejor, y
- que el proyecto demuestra estándares técnicos e indicadores de rentabilidad eficientes respecto a proyectos similares.

En relación con un proyecto, generalmente intervienen diversos protagonistas (personas, entidades) y cada quien deseará que el proyecto responda razonablemente a sus intereses u objetivos institucionales, los cuales no siempre son coincidentes entre ellos. Cada cual mira al proyecto desde su propia perspectiva y conveniencia y, por tanto, puede aplicar sus propios criterios de valoración.

Así, por ejemplo, el promotor, el diseñador, el ejecutor, la entidad financiera, el organismo planificador, el ejecutivo local, el Consejo Municipal, la comunidad y los usuarios constituyen un conjunto de entes directa o indirectamente asociados al desarrollo de un proyecto. Sus opiniones y criterios deberán ser tenidos en cuenta a fin de detectar oportunamente eventuales congruencias o divergencias para evitar decisiones inconvenientes o fracasos posteriores.

De todas formas, el grupo responsable por la elaboración del proyecto, si bien deberá ser permeable a las opiniones y sugerencias de los actores externos (evaluadores directos o indirectos), también

⁵ / Hay un principio básico que rige la asignación de recursos en información y que debe ser tenido en cuenta en estas etapas de desarrollo del proyecto: "si el costo de obtener información adicional para pasar de una etapa a otra (de perfil a prefactibilidad, por ejemplo) es mayor que el beneficio derivado de esta acción, la decisión de aceptación o rechazo de un proyecto debería estar en condiciones de tomarse sin proceder a la etapa siguiente".

deberá estar permanentemente atento para que el proyecto, durante su diseño-evaluación no sufra -como suele suceder- una metamorfosis que lo desvíe de los objetivos sustantivos nacidos de la definición del problema original.

Como fruto del proceso de evaluación podrán introducirse modificaciones al proyecto elaborado, podrá decidirse su aplazamiento, podrá integrarse o fusionarse con otro proyecto que pretenda objetivos complementarios, podrá negarse su autorización por estimarse inconveniente o injustificable, o podrá aprobarse sin ninguna reformulación.

Las dos primeras etapas -idea y perfil- corresponden a la preocupación central de esta guía metodológica.

B. Inversión

Contempla todas las acciones destinadas a materializar el proyecto.

EJECUCIÓN: en esta etapa se materializa el proyecto.

Es importante tener en cuenta una serie de actividades de preparación de la implantación, como las siguientes:

- a) Revisión y actualización del Documento-Proyecto (sobre todo cuando haya transcurrido un tiempo considerable entre la identificación del proyecto y la decisión final, ya que las circunstancias pueden haber cambiado).
- b) Actualización y detalle de cronogramas para la ejecución del Proyecto.
- c) Negociación de créditos y de recursos destinados al proyecto, a fin de garantizar que se provean en las condiciones más favorables y que se encuentren disponibles oportunamente para la ejecución.

- d) Organización institucional y administrativa del Proyecto y definición sobre la responsabilidad de implantación (ejecución directa, contratada o con participación de la comunidad).
- e) Gestión de recursos humanos (reclutamiento, selección, incorporación, entrenamiento) y materiales (licitaciones, contrataciones y adquisiciones).

La implantación (o instalación), está constituida por el conjunto de actividades necesarias para dotar al proyecto de su capacidad productiva. Es la etapa en que se efectúan las inversiones físicas y termina cuando se entrega una unidad en condiciones de iniciar la generación de los bienes o servicios con los cuales el proyecto deberá cumplir sus objetivos específicos.

Así, por ejemplo, la fase de implantación de un proyecto de agua potable consiste en la instalación técnica de todo el sistema (captación, planta, red de distribución) y en la organización de una unidad administrativa con la capacidad para iniciar y mantener la operación del Proyecto.

La etapa de implantación requiere de un sistema gerencial que posibilite:

- a) La realización del proyecto dentro de los tiempos programados.
- b) El cumplimiento de las actividades dentro de los costos preestablecidos.
- c) La ejecución de las actividades de acuerdo con las especificaciones técnicas predeterminadas.

El término de la etapa de implantación del proyecto se da con la "puesta en marcha", o sea cuando la capacidad instalada se prueba y se hacen los ajustes del caso, para verificar que el proyecto está en plenas condiciones de operar.

C. Operación

Una vez instalado, el proyecto entra en operación.

En esta etapa, también denominada producción o funcionamiento, el proyecto adquiere su realización objetiva, es decir, que la unidad productiva instalada inicia la generación del producto (bien o servicio) para el cumplimiento del objetivo específico orientado a la solución del problema o a la satisfacción de la necesidad que constituyó el origen del proyecto.

El proyecto se convierte en una unidad transformadora de operación permanente, mientras subsista la necesidad que pretende atender. El proyecto se "institucionaliza" mediante la creación de una organización responsable por su operación en el tiempo, o mediante la entrega de dicha responsabilidad a una entidad ya existente.

Comparativamente con la etapa de implantación, la operación requiere un sistema gerencial diferente. Su preocupación ya no es la realización de actividades no repetitivas en carrera contra el tiempo, sino, más bien, la administración de un sistema que recibe unos insumos, los transforma y entrega productos, dentro de un proceso con características repetitivas y de operación permanente.

A medida que la fase operativa del proyecto avanza, la gerencia debe estar atenta para introducir modificaciones o mejoras que aumenten la eficiencia del sistema. Pero hay otras dos situaciones que se van presentando en el tiempo:

- a) la necesidad de ampliación del sistema para extender su cobertura a nuevos usuarios, y
- b) el desgaste y obsolescencia de las instalaciones y equipos van implicando la necesidad de renovación-reposición.

¿Termina aquí el ciclo del Proyecto?

La respuesta a la pregunta es: ¡No!

D. Evaluación de resultados

Si el proyecto es la acción-respuesta a un problema, es necesario verificar después de un tiempo razonable de su operación que efectivamente el problema ha sido solucionado por la intervención del proyecto.

De no ser así, se requiere introducir las medidas correctivas pertinentes. Además, el diseño del proyecto puede contemplar la generación de otros efectos en su ambiente, y se hace necesario, por tanto, constatar si tales efectos se han producido en la dirección e intensidad deseadas y qué tipo de nueva realidad se ha configurado como consecuencia del proyecto.

Es común que durante las anteriores fases los proyectos sufran metamorfosis, modificaciones y readecuaciones que impliquen adiciones o cambios en los objetivos hasta llegar a darse el hecho de que se desdibuje o distorsione el objetivo inicial y, como el objetivo postulado nace de una necesidad, será necesario preguntarse: ¿En qué grado el proyecto, durante su vida operativa ha contribuido efectivamente a satisfacer la necesidad original?

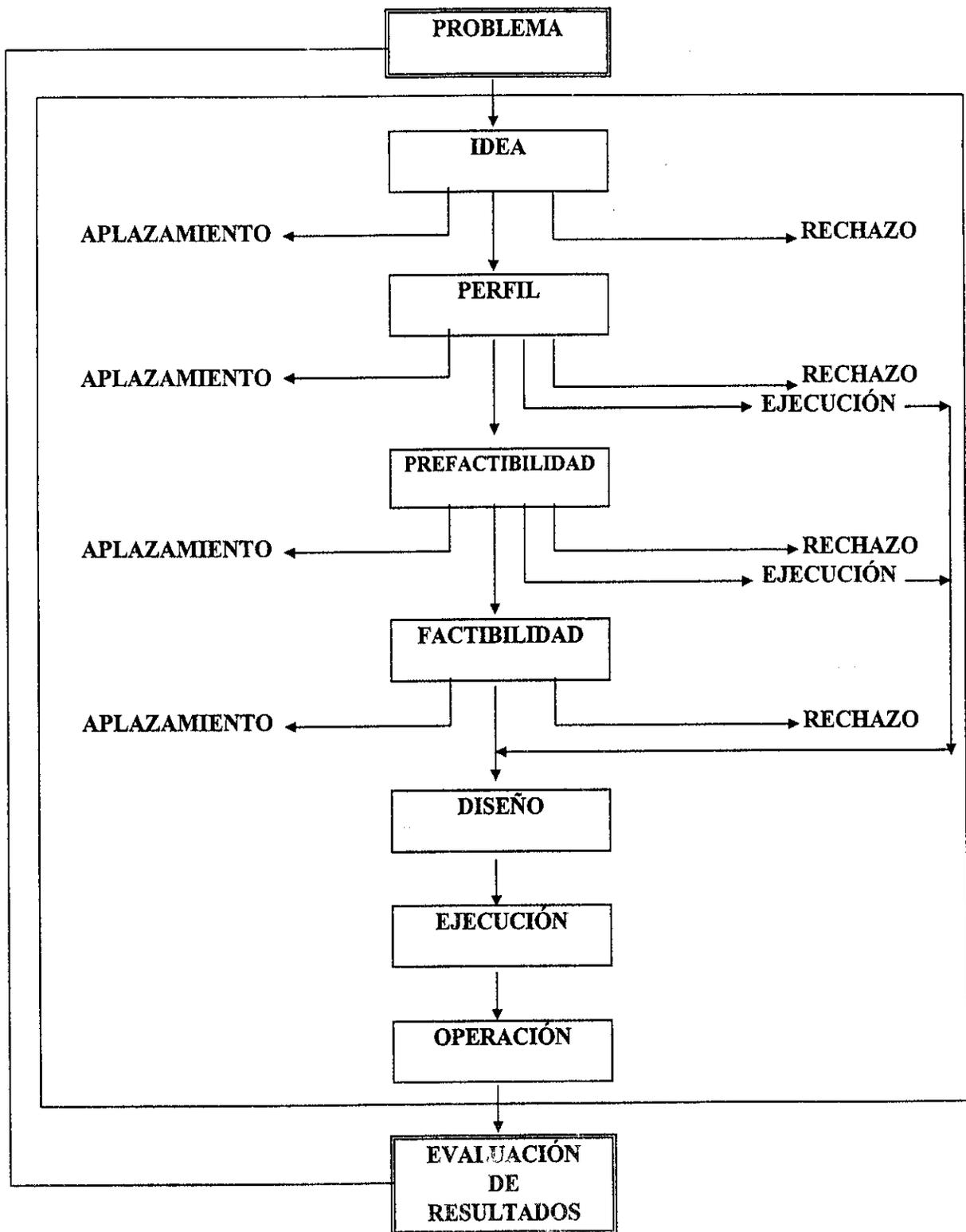
Por otro lado, el ambiente es cambiante y en el tiempo pueden modificarse las condiciones exógenas al proyecto, pueden variar las características del problema o pueden haberse modificado el tipo y nivel de la necesidad original.

La evaluación de resultados (ex-post) trasciende el control de gestión de las fases de inversión y de operación preguntándose si la presencia y utilización social del producto está contribuyendo eficazmente a generar resultados en el ambiente de su jurisdicción, mediante la efectiva solución del problema original, atención de la necesidad identificada y efectos derivados atribuibles al proyecto. La evaluación de resultados "cierra el ciclo", preguntándose por los efectos de la última etapa a la luz de lo que inició el proceso: el problema.

La evaluación de resultados tiene por lo menos dos objetivos importantes:

- Evaluar el impacto real del proyecto ya entrado en operación, para sugerir las acciones correctivas que se estimen convenientes.
- Asimilar la experiencia para enriquecer el nivel de conocimiento y de capacidad, para mejorar así los proyectos futuros.

ETAPAS EN EL CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS



2.3. Formulación o preparación de proyectos de inversión

Se revisará con algún grado de profundidad, cada uno de los principales estudios que permiten formular el proyecto definitivo y que conforman lo más sustancial de los estudios de preinversión.

Los aspectos de evaluación serán revisados en el capítulo 5, ya que ésta se realiza sólo una vez que se ha completado el resto de los estudios al nivel requerido.

En atención a que el sector público es el principal promotor de los proyectos de manejo de RSU y dado el público objetivo al que está dirigido este manual, se omitirá en la presentación algunos aspectos que son más característicos de proyectos de inversión privados en condiciones competitivas. Asimismo, si bien la presentación será de carácter general, los ejemplos ilustrativos se relacionarán fundamentalmente con proyectos de manejo de RSU.

2.3.1. Estudio de mercado

En una perspectiva económica, el mercado de un bien o servicio es un ente abstracto en que interactúan la demanda y la oferta de tal bien o servicio, es decir, los requerimientos de unidades del bien o servicio y los ofrecimientos del mismo.

En la demanda se reflejan las necesidades, gustos e intereses de las personas o grupos demandantes (que perciben que el bien o servicio podría ser de utilidad para satisfacerlos).

En la oferta se reflejan las estructuras de costos y la tecnología (procesos productivos) de los oferentes (fabricantes o proveedores del bien o servicio).

No obstante, una perspectiva más moderna -ligada al gran auge de la disciplina del marketing- precisa que el mercado de un bien o servicio es el conjunto de personas naturales o jurídicas que tienen una necesidad similar y que están dispuestas a satisfacerla a través de tal bien o servicio.

Por lo tanto, desde esa perspectiva, el mercado guarda relación sólo con la demanda.

En esa misma perspectiva, se reconoce que existen distintos bienes o servicios que pueden actuar como satisfactores de una misma necesidad. Por ejemplo, la necesidad de tratamiento de los RSU recolectados puede ser satisfecha a través de servicios de incineración, de compostaje o de disposición en rellenos sanitarios, entre otros.

Para evaluar un proyecto resulta fundamental lograr un adecuado conocimiento del mercado que se intentará alcanzar con el proyecto, a fin de luego determinar la demanda potencial para el bien o servicio del proyecto, a través de la confrontación entre la demanda actual y proyectada por el bien o servicio (y sus subproductos) y la oferta actual y proyectada del mismo y de sus sustitutos, para el lapso de tiempo que considera el proyecto.

En el caso de la mayoría de los proyectos de manejo de RSU, la demanda está definida por las necesidades de recolección, transporte, procesamiento o disposición final de los residuos por parte de una determinada población, pudiendo cuantificarse el mercado a partir del número de viviendas, familias o personas que requieren una satisfacción de tales necesidades o una solución a tales problemas, o bien, cuantificar la demanda a partir del número de prestaciones por unidad de tiempo que ello implicará. Por su parte, la oferta está definida por el nivel o número de las prestaciones que actualmente intentan resolver tales problemas, cuya consideración es fundamental para estimar la brecha de demanda insatisfecha que el proyecto debiera cubrir, aún cuando en este tipo de proyectos no se da generalmente una condición competitiva de carácter tradicional.

Para un proyecto típico de inversión, en lo relativo a la demanda, a lo menos debiera considerarse los siguientes aspectos:

- a) Definir claramente el bien o servicio que el proyecto va a producir y el tipo de consumidor o usuario al que se dirigirá.
- b) Definir claramente el mercado geográfico que se piensa abastecer (local, regional, nacional, internacional, con sus especificaciones).

- c) Cuantificar la demanda actual por el bien o servicio (si el bien es nuevo, se considerará algún sustituto cercano), a través del consumo real en el mercado objetivo.
- d) Determinar las variables que afectan a la demanda. Un estudio histórico permitirá detectar algunas variables relevantes (generalmente, precio del bien o servicio, precio de sustitutos y complementarios, ingreso medio en el mercado objetivo, etc. para bienes de consumo; en el caso de bienes intermedios y de capital debe considerarse además los coeficientes tecnológicos).
- e) Estimar la cantidad demandada futura en el mercado objetivo, lo que implica una proyección en base a métodos de diversa índole (subjetivos, causales, de series de tiempo).

En el caso de un proyecto de manejo de RSU, es necesario determinar el mercado objetivo tipificado como aquel grupo de población que está afectada por el problema que el proyecto intenta resolver. Por ejemplo, en una ciudad con topografía difícil, es muy probable que existan grupos de población de escasos recursos cuyas viviendas se encuentran situadas en los lugares de más difícil acceso, lo que implica que prácticamente no se encuentren recibiendo servicio de recolección, con todas las implicancias sanitarias que ello conlleva. Un proyecto que apunte a resolver ese problema -por ejemplo a través de la ubicación de grandes contenedores comunitarios en tales vecindades, junto con campañas de educación medioambiental- definiría como su mercado objetivo al grupo de familias que serían beneficiadas con la operación del proyecto.

En consideración a que en los países en vías de desarrollo son múltiples las carencias en este ámbito, en la definición del mercado objetivo de un proyecto de manejo de RSU es importante considerar las políticas gubernamentales, a partir de las cuales es posible establecer prioridades. Ello conducirá en ocasiones a que se defina un mercado objetivo que no considere a todos los grupos que sufren la carencia en cuestión.

Asimismo, debe considerarse como referencia los estándares y condiciones sanitarias exigidas por las autoridades de salud.

Una vez establecido cuál es el mercado objetivo del proyecto de manejo de RSU, a lo menos debe establecerse las siguientes características de la población en cuestión: nivel socioeconómico, a partir del cual es posible inferir las posibilidades reales que tiene esa población de acceder al servicio, sus posibilidades de financiamiento y la necesidad de programas especiales de apoyo para que el proyecto tenga éxito; y la cantidad de población en el mercado, tanto en términos absolutos (número de viviendas, hogares, o personas) como en porcentaje en relación a la población potencial (población global que tiene la carencia) y a la población de referencia (población total en el área bajo estudio).

La proyección de la demanda se realizará tomando como base la población actual en el mercado objetivo y las tasas proyectadas de densificación de la población en el sector. Para los efectos de la proyección, es muy importante considerar, además, algunas características de la zona que pueden condicionar de alguna forma el aumento o disminución de la demanda a futuro, como por ejemplo: si se trata de un área de expansión urbana, si existen posibilidades de migración o inmigración, la existencia y características de los planos reguladores.

Para un proyecto típico de inversión, en lo relativo a la oferta, a lo menos debiera considerarse los siguientes aspectos:

- a) Caracterizar la oferta actual del bien o servicio (competidores del proyecto) y de posibles sustitutos. Aquí puede verificarse si existe competencia o alguna distorsión como, por ejemplo, monopolio u oligopolio, si existe oferta nacional e internacional o sólo una de ellas, etc.

- b) Cuantificar la oferta actual del bien o servicio, en relación al mercado objetivo, lo que implica cuantificar volúmenes de producción, capacidades instaladas y utilizadas, destinos de la producción, etc.

- c) Determinar las variables que afectan a la oferta. Un estudio histórico permitirá detectar algunas variables relevantes (generalmente, precio del bien o servicio, precios de insumos y factores productivos, precios de bienes relacionados, tecnología, etc.).
- d) Estimar la cantidad que se ofrecerá del bien o servicio en el mercado objetivo, lo que implica realizar proyecciones que deben tener en cuenta la información sobre capacidad instalada y ociosa, planes de expansión de los fabricantes o proveedores actuales y futuros, la evolución del sistema económico, etc.

En el caso de un proyecto de manejo de RSU, la oferta está constituida por el volumen de servicio disponible actualmente para resolver el problema que el proyecto vendría a resolver. En el ejemplo planteado más arriba, la oferta actual para aquellos hogares ubicados en lugares de difícil acceso sería el número de prestaciones de recolección de RSU que actualmente están recibiendo.

En este tipo de proyectos, generalmente promovidos por entes públicos, no tiene mayor importancia realizar una proyección de la oferta, a menos que existan otros entes que pudieran promover proyectos tendientes a atacar el problema en el futuro. Obviamente, éste no es el caso de un proyecto de reciclaje promovido por un inversionista privado que sí tendría que preocuparse del eventual crecimiento (o decrecimiento) de la oferta de sus actuales y potenciales competidores.

Finalmente, se deberá estimar la participación del proyecto en el mercado, a partir del siguiente cálculo:

$$\text{Demanda insatisfecha} = \text{Demanda estimada} - \text{Oferta estimada (sin el proyecto)}$$

En el caso de los proyectos de manejo de RSU, esta demanda insatisfecha adopta habitualmente dos formas: un déficit de cobertura, cuando la población que tiene el problema es mayor que la efectivamente atendida actualmente, o bien, un déficit de servicio, cuando si bien no existe déficit de cobertura, el servicio es deficiente. (Ver anexos 2.1; 2.2).

Dadas las características de este manual, se omiten aquí algunas consideraciones competitivas y de comercialización, que debieran ser parte de este estudio en proyectos productivos de índole privada.

2.2.2. Estudio técnico

Tal como el estudio de mercado permitirá obtener una proyección de los ingresos (y de los costos de distribución, promoción y publicidad, etc., en general, costos de ventas), el estudio técnico permitirá obtener una estimación o proyección de los costos de inversión y de los costos de operación.

Puede decirse que el proyecto queda efectivamente definido una vez que se ha definido detalladamente el producto (estudio de mercado) y se ha adoptado la decisión sobre "proceso productivo", tamaño y localización (elementos fundamentales del estudio técnico). Dentro del estudio técnico existen muchas interrelaciones entre los aspectos que se estudian; asimismo, este estudio se encuentra muy relacionado con el resto de los estudios (de mercado, legal, financiero, etc.), tanto influyendo en ellos como siendo influido por ellos.

Para simplificar la presentación, abordaremos el estudio técnico partiendo de una decisión sobre "proceso productivo", aunque el enfoque más habitual parte habitualmente con la decisión de "tamaño" (capacidad de producción).

a) Decisiones sobre proceso productivo

Se denominará proceso productivo a la forma en que un conjunto de insumos son transformados en un producto (o servicio), mediante una determinada tecnología (combinación específica de obra de mano, equipos, métodos, etc.).

Una vez terminado el estudio de mercado, se cuenta con una idea de cuál sería el "techo" para el tamaño del proyecto (capacidad de producción), de tal forma que aunque no se haya adoptado aún la decisión de tamaño, se está en condiciones de investigar sobre distintas alternativas de proceso productivo. Aquí debe entenderse claramente que a menos que la principal ventaja competitiva del proyecto radique en un determinado proceso productivo novedoso, deberá explorarse alternativas ya probadas (especialmente las que hoy utiliza la competencia directa que tendría el proyecto). Ello porque es muy riesgoso intentar la implantación de procesos que se encuentran aún a nivel de investigación y desarrollo.

El análisis de alternativas puede ser realizado a través del cálculo del costo anual equivalente por unidad para distintos volúmenes de producción (considerando que la decisión de tamaño aún no ha sido adoptada) y analizando además la disponibilidad de insumos y de factores productivos, la capacidad tecnológica y financiera, las posibilidades de expansión de la capacidad productiva y las disposiciones legales (por ejemplo, sobre contaminación). La noción de costo anual equivalente se halla en capítulo 5.

A este nivel, ya debiera contarse con una primera decisión, a ser afinada con la decisión de tamaño, la cual es fundamental.

b) Decisiones sobre tamaño

Se denominará tamaño del proyecto a su capacidad de producción (número de unidades) por unidad de tiempo.

Por ejemplo, Kgs. de material reciclado al mes, metros cúbicos de RSU recolectados al día, número de familias capacitadas en temas medioambientales al año, número de viviendas atendidas por semana, número de personas atendidas por mes, etc.).

En el caso de un proyecto de carácter más bien comercial (compraventa), el tamaño debiera ser considerado como su capacidad de stock (inventario) para la venta por unidad de tiempo.

No obstante, es necesario distinguir entre:

- Tamaño teórico, que es la capacidad de producción que -bajo condiciones técnicas óptimas- se alcanza a un costo unitario de producción mínimo.
- Tamaño máximo, que es la capacidad máxima de producción, sin importar cual sea el costo de producción.
- Tamaño normal, que es la capacidad de producción que -bajo las condiciones en que operará el proyecto- se alcanzaría a un costo unitario de producción mínimo.

Aquí debe entenderse que el concepto relevante es el de tamaño normal.

La decisión sobre tamaño debiera basarse en los siguientes aspectos:

- El tamaño del mercado al cual se puede o desea acceder, el que implica un "techo" para el tamaño del proyecto.
- La capacidad financiera de los inversionistas (fondos propios y capacidad de endeudamiento).
- La disponibilidad de insumos.
- El proceso productivo.
- La capacidad empresarial de los inversionistas.

La decisión final sobre tamaño dependerá fuertemente de un aspecto netamente económico (capacidad financiera) y de un aspecto técnico-económico (proceso productivo, el que determinará la posibilidad de alcanzar las denominadas "economías de escala").

La decisión meramente técnica, dado un tamaño de mercado y una capacidad financiera, implica un muy afinado estudio de distintas combinaciones de tamaño y proceso productivo.

c) Decisiones sobre localización

Implica determinar el área restringida donde el proyecto ubicará su(s) planta(s) de producción, aunque no se llegue a determinar aún la microlocalización (lugar preciso de ubicación).

Una vez determinado el tamaño y el proceso productivo, la localización está condicionada fundamentalmente por los siguientes aspectos:

- Ubicación geográfica del mercado.
- Tipo y ubicación de centros de distribución.
- Tipo y ubicación de los proveedores de insumos.
- Regulaciones (por ejemplo, prohibiciones o incentivos para instalarse en determinados lugares).
- Economías externas (por ejemplo, existencia de centros industriales).
- Aspectos de geografía física (factibilidad de instalación).

No obstante, en general, las fundamentales son: la ubicación geográfica del mercado y de los centros de distribución y el tipo y ubicación de los centros proveedores de insumos, especialmente por el costo de transporte (aunque debe precisarse que este último no es importante en algunos casos, como -por ejemplo- en la venta de servicios y las empresas de venta al detalle, siendo en estos casos mucho más importante la decisión de microlocalización).

d) Decisiones sobre obras físicas

El tamaño, el proceso productivo y la localización aportan un marco para las obras físicas que deberá considerar el proyecto.

Aquí deben adoptarse decisiones concretas, considerando el cálculo de los costos involucrados, los que suelen ser bastante altos en un proyecto-empresa (edificios administrativos, bodegas, planta fabril, locales de venta, etc.).

e) Valuación económica de los aspectos técnicos

Una vez que se han adoptado todas las decisiones técnicas (incluyendo el tipo de maquinaria en el proceso productivo), debe realizarse una estimación final de los costos, desglosándolos en costos de inversión y costos de operación.

Se denomina costos de inversión a aquellos costos en que se incurrirá desde el momento en que se adopte la decisión de llevar a cabo el proyecto hasta su puesta en marcha. Generalmente, una parte importante se realiza al comienzo del proyecto, pero pueden producirse repeticiones cada cierto tiempo.

Se denomina costos de operación a aquellos costos necesarios para mantener en operación (en fase de producción) el proyecto, incurriéndose en ellos en forma relativamente continua a lo largo de la operación de éste. Se distingue entre costos fijos (aquellos que no dependen -en su cuantía global- del volumen de producción) y costos variables (aquellos que -en su cuantía global- fluctúan con el volumen de producción).

2.3.3. Estudio organizacional y legal

Estos dos subestudios generalmente no son considerados por algunos preparadores y evaluadores de proyectos, con lo cual cometen error de no considerar o realizar malas estimaciones de los costos asociados a la estructura y operación administrativa de la empresa-base del proyecto. Asimismo, en tales casos se evalúa el proyecto al margen de ciertos aspectos legales que pueden actuar como restricciones o como apoyos a la futura gestión y que también tienen incidencia en los costos (por ejemplo, en la forma de impuestos o multas).

a) Estudio organizacional

El estudio de proyectos debe lograr una especie de "simulación" del proyecto operando. Por lo tanto, no debe olvidarse que el proyecto es básicamente una empresa (o una parte de ella), lo que implica la necesidad de administración.

Si bien en este estudio no se pretenderá perfilar la estrategia global del proyecto, se requerirá que los inversionistas -contando con asesoría experta- adopten decisiones sobre la forma de administración (procedimientos administrativos) que se adoptará tanto en la fase de construcción y puesta en marcha del proyecto como en la fase de operación normal del proyectos, así como sobre la estructura organizacional que se requerirá para la operación del proyecto.

Tanto en la fase de construcción y puesta en marcha como en la de ejecución deberá considerarse la posibilidad de subcontratar servicios (transporte, fabricación de algunos componentes, etc., más allá de algunos ya considerados en el estudio de mercado como, por ejemplo, la publicidad).

La estructura y los procedimientos administrativos dependen en gran medida del tamaño del proyecto y -además- implican un conjunto de costos adicionales que aún no han sido considerados:

- Remuneraciones del personal administrativo.
- Obras físicas para la función administración.
- Equipos (muebles, útiles, máquinas de oficina, etc.) para la función administrativa.
- Instalaciones relacionadas con las comunicaciones (télex, fax, teléfonos, intercomunicadores, etc.).

Finalmente, en el caso de un proyecto-empresa, el estudio organizacional deberá considerar la forma de sociedad que se adoptará: sociedad de personas de responsabilidad limitada, sociedad anónima, cooperativa, etc., lo que dependerá en buena medida del estudio legal.

b) Estudio legal

Las leyes proveen un marco en el cual se desenvolverá el proyecto, actuando como restricciones y/o incentivos a éste. Los aspectos más importantes a estudiar son los siguientes:

- Aspectos legales que pueden hacer inviable el proyecto (etapa de identificación de la idea).
- Aspectos legales relacionados con la forma de sociedad que adoptará el proyecto-empresa. Debe discutirse aquí aspectos relacionados con las necesidades de capital y aquellos relacionados con los aspectos tributarios asociados en cada caso.
- Aspectos de legislación tributaria, laboral, comercial, civil, crediticia, de comercio exterior, etc., en el sentido de analizar sus efectos sobre los ingresos y/o egresos de fondos del proyecto (por ejemplo, leyes sociales en remuneraciones, impuesto al valor agregado y otros impuestos, sus tasas impositivas, franquicias y/o exenciones tributarias, contribuciones de bienes raíces, facilidades en zonas francas, etc.).

2.3.4. Estudio financiero

Los principales aspectos que debe considerar este estudio son:

- Determinación afinada del monto de inversión inicial, incluyendo el capital de trabajo inicial.
- Determinación de las alternativas de financiamiento para la inversión inicial y el análisis respectivo.
- Estimación de los flujos netos de fondos para la evaluación.

a) Monto de la inversión inicial

La inversión inicial tiene tres componentes: activos fijos, activos nominales y capital de trabajo inicial.

Activos fijos

- Terrenos.
- Obras físicas (edificios, estacionamientos, bodegas, etc.).
- Equipamiento (máquinas, muebles, herramientas, vehículos, etc.).
- Instalaciones complementarias (conexión a la red de agua potable, desagües, red eléctrica, etc.).

Activos nominales

- Gastos de organización (gastos legales, diseño del sistema de información administrativo, supervisión de la instalación , etc.).
- Gastos de puesta en marcha (por ejemplo, pruebas preliminares de los equipos).
- Gastos de capacitación.
- Patentes y licencias (permisos y patentes municipales, uso de marca, etc.).
- Imprevistos (generalmente se estima un porcentaje del total).

Capital de trabajo inicial

- Conjunto de recursos necesarios -en la forma de activos circulantes (bienes o derechos de relativa fácil liquidación, tales como dinero en efectivo y en Bancos, materias primas, cuentas por cobrar, etc.)- para la operación normal del proyecto durante su ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados.

Se denomina "ciclo productivo" al proceso que empieza con el primer desembolso en pago de insumos y termina cuando los productos respectivos son vendidos y se recibe el ingreso de fondos provenientes de la venta. En general, este ciclo dura como mínimo 30 días y en varios casos puede durar bastante más tiempo.

Entonces, la idea de mantener un capital de trabajo consiste en que al empezarse el proyecto se cuente con la "liquidez" necesaria para operar en este ciclo. Estos fondos se mantienen siempre dentro del proyecto, ya que son recuperados en las ventas y luego aplicados nuevamente en el siguiente ciclo.

Existen varios métodos para estimar el capital de trabajo inicial necesario para el proyecto, entre ellos el método del ciclo productivo y el método del déficit acumulado máximo, los que pueden ser revisados en textos de preparación y evaluación de proyectos.

En esta parte del estudio debe desarrollarse un cuadro en el cual se anote:

- Cada ítem de inversión inicial.
- Monto del ítem en unidades monetarias.
- Momento en que se lleva a cabo la inversión específica.

b) Determinación y análisis de las alternativas de financiamiento

Las alternativas de financiamiento para la inversión inicial pueden provenir de fuentes propias o de fuentes externas.

Fuentes propias

- Aportes de los socios en las sociedades de personas.
- Emisión de acciones en las sociedades anónimas.
- Presupuesto público en las organizaciones gubernamentales o estatales.

Fuentes externas

- Créditos de Bancos e instituciones financieras (nacionales o extranjeros).
- Créditos de organismos nacionales de fomento.
- Créditos de organismos internacionales.

Nota: en el caso de un proyecto de corte privado, una vez operando el proyecto, caben otras posibilidades internas (por ejemplo, utilidades después de impuestos) y externas (por ejemplo, emisión de bonos o debentures).

Algunos aspectos importantes a considerar son los siguientes:

- Si se usará crédito, los activos de largo plazo (la mayor parte de la inversión inicial) deben ser financiados con crédito de largo plazo, mientras que los activos circulantes (activos de corto plazo) deben ser financiados con créditos de corto plazo.
- La elección entre fuentes propias y fuentes externas depende -entre otras cosas- de: el monto a financiar y la disponibilidad de fondos propios para ello; la relación que exista entre la rentabilidad que pueden obtener los fondos propios en otra alternativa y la tasa de interés de los créditos.

Para las alternativas de crédito deben elaborarse los cuadros de amortización y seleccionar aquella(s) no sólo más barata(s), sino también con un flujo de pagos que resulte "cómodo" para pagar con los fondos provenientes de las operaciones. Además, debe analizarse cuidadosamente la factibilidad de obtener tales créditos.

c) Determinación de los flujos netos de fondos para la evaluación

El flujo neto de fondos de un proyecto está compuesto por:

- Egresos de fondos por inversión inicial (I.I).
- Ingresos y egresos de fondos de operación.
- Valor de recuperación de los activos del proyecto al fin de su vida útil.

Nótese que aquí no se habla de "gastos" sino de "egresos de fondos" y no se habla de "ingresos" sino de "ingresos de fondos", lo cual indica que se está trabajando con "salidas de dinero" y "entradas de dinero" y no con conceptos contables.

Además, como el dinero tiene un valor asociado a la variable tiempo (valoramos más \$ 1 disponible hoy que \$ 1 disponible mañana), es necesario que para cada ingreso y egreso de fondos se tenga claro su momento más probable de ocurrencia.

Por ejemplo:

- Si se requiere adquirir una máquina en el momento 0 y ésta será pagada en el momento 1, debe considerarse el egreso de fondos en el momento 1.
- Si se venderá mercaderías en el momento 3 y se recibirá el dinero en el momento 2, debe considerarse el ingreso de fondos en el momento 2.
- Si un arriendo se pagará en forma anual anticipada, debe considerarse el egreso de fondos en el momento del pago.

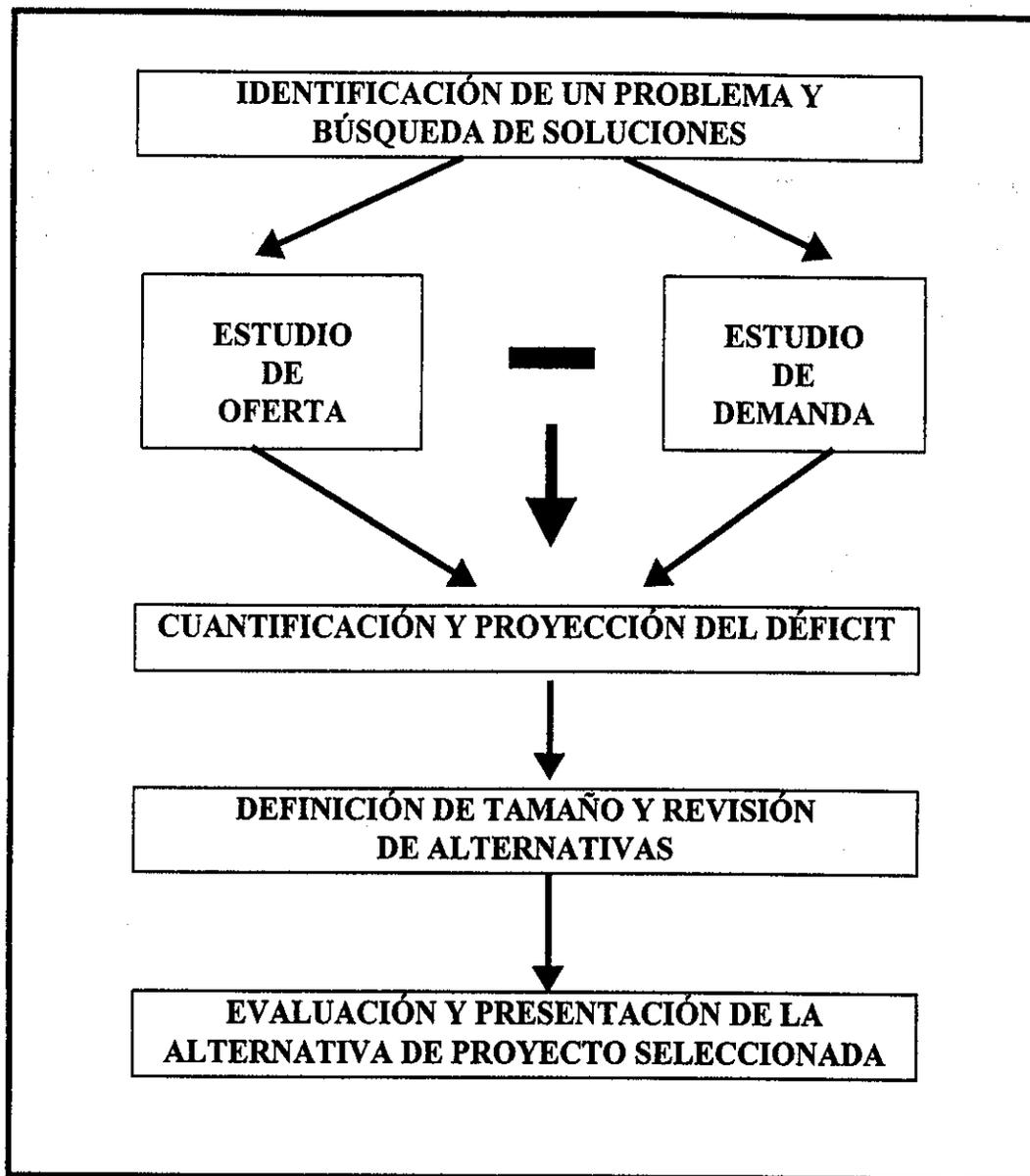
Los únicos aspectos contables que se deberá considerar en este punto son las amortizaciones de gastos de organización y puesta en marcha y las depreciaciones de activo fijo físico (excepto los terrenos), los cuales si bien no son flujos efectivos de dinero afectan a los flujos netos de fondos, debido a su efecto en los impuestos a pagar por concepto de impuesto a las utilidades.

A este nivel, se tiene claro prácticamente todos los ingresos y egresos de fondos y sólo habría que agregar los impuestos y los intereses por créditos.

Se profundizará sobre el flujo neto de fondos en el capítulo sobre evaluación de proyectos de inversión.

ANEXO 2.1.

ESQUEMA RESUMIDO DE PREPARACIÓN DE PROYECTOS



El algoritmo de la preparación de un proyecto, que se resume esquemáticamente en la figura anterior consiste básicamente en los siguientes pasos:

- i. **Identificación del Proyecto:** en esta primera etapa se trata de identificar el o los problemas que pueden estar aquejando a una determinada comunidad de forma tal que a partir de esta primera incursión se puedan establecer, en términos hipotéticos, sus posibles alternativas de solución.

- ii. **Diagnóstico de la Situación Actual:** el paso siguiente, una vez que se ha identificado el problema, es localizarlo, dimensionarlo y comprobar la efectividad y magnitud de la hipótesis de trabajo enunciada.

ANEXO 2.2.

CENTRO DE SALUD 1						
Programas de Salud	Grupos Etáreos	Oferta Anual de Atenciones	Población Asignada	Tasa de Atenciones Anuales	Demanda Anual de Atenciones	Balance Oferta Demanda
Infantil	0-14 años	20.000	8.000	3.30	26.400	-6.400
Materno	Mujeres 15-45	8.000	6.600	1.75	11.550	-3.550
Adulto	General 15 y +	42.000	20.000	2.00	40.000	2.000
Salud Bucal	Población General	28.000	28.000	1.00	28.000	0
TOTAL		98.000			105.950	-7.950

FUENTE: ILPES

A modo de ejemplo, en el anexo 2.2 se presenta la comparación entre oferta y demanda por atenciones de salud de un consultorio localizado en el área de estudio del proyecto.

iii. **Proyección del Déficit.** Una vez que se ha cuantificado el déficit, el paso siguiente es proyectarlo a un cierto número de años. Se trata, en otras palabras, de determinar como éste evolucionará en el tiempo en caso de que no se haga nada al respecto. (Ver capítulo 4).

iv. **Definición de Tamaño e Identificación de Alternativas de Solución.** Una vez que se ha cuantificado y proyectado el déficit se puede contar con un punto de partida para la definición del tamaño de las soluciones propuestas. En este punto es importante, cuando sea posible, identificar más de una alternativa de solución, con sus respectivos estudios técnicos de localización e ingeniería, procurando, así, seleccionar, entre ellas, la que sea económicamente más conveniente. (Ver capítulo 4).

Una alternativa que siempre se debe procurar identificar es la llamada **situación base optimizada**, que se refiere a aquellas posibilidades de solucionar el problema, o aminorarlo, recurriendo a la implementación de ciertas medidas de gestión o a la realización de algunas inversiones muy menores.

v. **Evaluación de la Alternativa Seleccionada.** Finalmente, se debe hacer la evaluación completa de la alternativa seleccionada, la que debe incluir el análisis de rentabilidad para determinar si, en definitiva, ella conviene que sea implementada.⁶ / (Ver capítulo 4)

⁶ / ILPES, Iván Silva Lira, "Preparación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Local", Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, (1997).

3. Diagnóstico para la formulación de proyectos de inversión en el área de residuos sólidos

3.1. Introducción

Los proyectos de inversión en el área de residuos sólidos pueden adoptar distintas formas: un proyecto totalmente nuevo (por ejemplo, una empresa privada de tratamiento de residuos sólidos urbanos), la ampliación o modificación de un proyecto vigente (por ejemplo, la ampliación de un relleno sanitario actual), o bien, alternativas de mejoramiento u optimización de alguna fase específica del manejo de residuos sólidos de una determinada institución, ya sea en materia de recolección, transporte, disposición o procesamiento (por ejemplo, la instalación de contenedores en el plan de una ciudad para mejorar la fase de recolección-transporte), e incluso en temas anexos, tales como educación ambiental o comunicaciones dirigidas a la comunidad en torno a la gestión de los residuos, entre otras.

Estos proyectos surgen en prácticamente todas las comunidades humanas modernas y se caracterizan por el interés que en ellos tienen -desde distintas perspectivas- distintos actores de tales comunidades, tanto individuos como organizaciones, públicos y privados (familias, juntas de vecinos, municipios, organismos de salud, empresas, etc.). Ello implica que en torno a ellos pueden generarse conflictos de intereses que es necesario compatibilizar en la medida que ello sea posible, en pro de un mayor bienestar social.

Asimismo, en los proyectos de residuos sólidos adquieren importancia una serie de variables que escapan al manejo de quienes los formulan (la hidrología, meteorología, geotecnia, geografía, sismología de la localidad, los aspectos económicos, socioeconómicos, demográficos de la comunidad, así como las normativas legales y medioambientales). No menos importante resulta el hecho de que la mayor parte de estos proyectos deben ser emprendidos por los municipios, inmersos en una crónica situación de escasez de recursos para enfrentar las múltiples tareas que se les ha encomendado, entre las cuales el aseo ocupa un lugar secundario (comparado con educación, salud y seguridad ciudadana, por ejemplo).

3.2. Identificación del problema

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, todo proyecto de inversión debe apuntar a la resolución de un problema o a la satisfacción de necesidades insatisfechas. Ello obviamente implica que la primera actividad a realizar en el diagnóstico sea precisamente la identificación del problema que el proyecto deberá resolver.

A este respecto, debe tenerse presente que probablemente se observarán más fácilmente las consecuencias o síntomas visibles del problema (por ejemplo, el incremento de los vertederos clandestinos), sin que aún se tenga del todo claro cuál es el problema o la necesidad insatisfecha y -menos aún- cuáles son sus causas. Puesto que atacar los síntomas de un problema difícilmente permitirá resolverlo o bien lo resolverá sólo en una perspectiva de corto plazo, es importante indagar respecto a las causas de tales efectos observables, a fin de que el proyecto ataque efectivamente sus principales causas.

Las **principales modalidades de identificación de problemas específicos en el manejo de RSU** son las siguientes:

- Confrontación de la realidad con los objetivos y políticas sectoriales, tanto a nivel nacional como a nivel local.
- Verificación del grado de cumplimiento de las normas sanitarias, ya sea a través de la observación o de la información que proporcionen los organismos fiscalizadores.
- Determinación del grado de satisfacción de la comunidad con el servicio, ya sea a través de sus demandas o del resultado de encuestas periódicas.
- Comparación de la realidad bajo análisis con la de otros países más adelantados en la materia.

En la definición del problema se debe tener muy presente especificar claramente las principales características de la población que se encuentra afectada: cantidad, características socioeconómicas y culturales, ubicación geográfica.

3.3. Diagnóstico de la situación actual

Para la formulación de un proyecto de manejo de residuos sólidos, es necesario reunir y analizar tanto antecedentes de carácter general como antecedentes técnicos y administrativos de la gestión. En consideración a que cada problema específico requerirá profundizar más en unos aspectos o variables que en otras, se presenta aquí un esquema de diagnóstico para el manejo integral de residuos sólidos en una ciudad, del cual deberá rescatarse lo fundamental para cada situación-problema particular.

Si bien este esquema es presentado más bien desde la perspectiva de un consultor externo, es importante destacar que los problemas en el área de residuos sólidos son generalmente de tal complejidad que requieren ser estudiados por equipos de carácter multidisciplinario y requieren de una activa participación y colaboración de los entes municipales o sanitarios y -cuando corresponda- de la comunidad afectada.

3.3.1. Recopilación de antecedentes generales

Los principales antecedentes a recopilar en relación al área geográfica o zona de estudio y de su entorno son los siguientes:

a) Antecedentes geográficos y geomorfológicos

Se recopilarán los principales datos geográficos, tanto de carácter político como de relieve, completándolos con antecedentes geomorfológicos.

Esta información será de utilidad para una macroselección de los lugares de disposición final y asimismo por su carácter condicionante para el sistema de recogida.

b) Antecedentes geológicos, geotécnicos y sismológicos

Se recopilarán los principales datos geológicos, sismológicos y geotécnicos, a partir de las diferentes zonificaciones realizadas por organismos nacionales e internacionales y, además, se considerará la normativa vigente. Esta información será de utilidad en la microselección de lugares de disposición final.

c) Antecedentes hidrológicos y meteorológicos

Idem b).

d) Antecedentes demográficos

Se recopilarán los principales datos demográficos, tales como: tamaño de población, tasa de crecimiento y densidad poblacional, composición y distribución por grupos de edad y por áreas de residencia (urbana/rural). Esta información será utilizada principalmente para proyecciones relacionadas con la producción de residuos sólidos.

e) Antecedentes económicos

Se recopilarán los principales datos sobre la actividad económica del área en estudio. Esta información será de utilidad principalmente para el análisis asociado a las caracterizaciones de RSU y en los estudios relacionados con residuos industriales.

f) Antecedentes socio-económicos

Se recopilarán los principales datos de estratificación socioeconómica provenientes de las encuestas sociales y de otras fuentes. Esta información será utilizada principalmente en las caracterizaciones de RSU.

g) Antecedentes político-administrativos

Se recopilarán antecedentes que permitan conocer las bases de la gestión administrativa comunal o municipal: antecedentes constitucionales y legales de la administración estatal, antecedentes constitucionales y legales de los municipios y antecedentes del proceso de gestión municipal. Esta información proveerá un marco general para realizar posteriormente un diagnóstico de la gestión administrativa de los servicios de aseo municipales.

h) Antecedentes legales

Se recopilarán los principales antecedentes legales relacionados. Esta información conformará un marco a considerar tanto en la etapa de diagnóstico como en la de prospección y evaluación de alternativas.

i) Infraestructura y uso del suelo.

Se recopilarán antecedentes relativos a la infraestructura y uso del suelo del área en estudio, a través de los respectivos planos reguladores y de otros antecedentes que se puedan obtener en los municipios y otros organismos públicos. Esta información será de utilidad para determinar zonas de crecimiento y su relación con el aumento de la producción y de los centros de generación de RSU. Asimismo, cada plano regulador será una condicionante para la localización de lugares de disposición final.

3.3.2. Diagnóstico técnico

Las áreas en las cuales debiera centrarse la atención son las siguientes:

- Limpieza viaria y de lugares de uso público.
- Limpieza de playas.
- Manejo en origen.
- Recolección y transporte.

- Microvertederos.
- Disposición final.
- Caracterización de residuos sólidos.

a) Diagnóstico de limpieza viaria y lugares de uso público

Utilizando la información existente en la municipalidad y realizando la respectiva verificación en terreno, se describirán y analizarán todos los elementos que conforman el servicio de limpieza viaria y de uso público:

- **Equipos de aseo de calles**

Se verificarán en terreno los distintos elementos que conforman estos equipos (marca, tipo, modelo, año capacidad, estado de conservación, etc.). Se observará el tipo de "lutocar" utilizado (carritos de basura que utilizan los recolectores dentro de la ciudad) y se analizarán sus características en función del servicio.

- **Organización de las operaciones de barrido de calles**

A través de la información existente en el departamento de aseo y de la observación en terreno, se describirá la ubicación de los cuarteles y los horarios, frecuencias y servicios por sectores de la ciudad.

Se verificará en terreno el cumplimiento de los horarios informados por el municipio y se constatará la frecuencia. Asimismo, se observará -en promedio- cuántas calles pueden ser atendidas hasta completar la capacidad máxima del recipiente del "lutocar".

Se estudiarán los recorridos en los planos de las comunas, a fin de analizar posteriormente si son los más efectivos para el servicio en cuestión, considerando la ubicación de los cuarteles y la geografía-topografía de la ciudad.

- **Características y distribución del personal en los servicios de aseo**

Se describirá y analizará la dotación y las características del personal destacado para este componente del servicio y su distribución de funciones.

- **Rendimiento de los trabajadores**

A partir de la información existente en el departamento de aseo correspondiente, se verificará en terreno la productividad de los trabajadores, expresada en rendimientos del tipo metros lineales/unidad de tiempo, considerando el tipo de superficie de barrido.

- **Recipientes públicos y contenedores**

Para efectos del diagnóstico, se analizarán en conjunto todas las características de esta componente del servicio y muy especialmente cómo se realiza el trabajo de acuerdo a lo programado en oficina. Se evaluará la programación del servicio y la ejecución de éste, esto último a través de los resultados del análisis de cada una de las componentes del servicio y de la observación de la forma en que operan en terreno los trabajadores.

Los resultados finales de este diagnóstico abarcarán dos aspectos muy relacionados con la calidad del servicio: su cobertura y su frecuencia.

- **Cobertura del servicio.**

En el contexto de las características de cada sector de trabajo (arterias comerciales, sectores residenciales, etc.), se evaluará la cobertura a través de la medición y análisis del área de servicio como porcentaje del área total.

- **Frecuencia del servicio.**

En el contexto de las características de cada sector de trabajo, se evaluará la frecuencia a través de la medición y análisis del número de veces que se atiende cada área/semana.

b) Diagnóstico preliminar de la limpieza de playas

• **Características de los residuos**

En base sólo a información secundaria y observación en terreno, se describirá la naturaleza de los residuos de playas.

• **Áreas de consideración para la limpieza**

Se determinarán los lugares que debieran ser considerados para el diagnóstico de la limpieza de playas, definidos por las autoridades responsables.

• **Almacenamiento**

Se describirán las formas de almacenamiento y se analizará el material y estado de conservación de los receptáculos, su cantidad y capacidad en relación al volumen de personas que visiten estos recintos y la generación esperada de residuos.

• **Transporte**

Se describirán los medios de transporte de los residuos desde las playas a sus lugares de disposición, incluyendo los servicios especiales. El análisis considerará las características de estos medios, los accesos y la forma de cargar los residuos.

• **Equipamiento**

Se describirán los recipientes y contenedores para recibir residuos en la arena misma, las herramientas o medios mecánicos que se ocupan para recoger los residuos desde la arena y las instalaciones si existen. Cada uno de estos medios será analizado desde el punto de vista de sus características, como de su adecuación al trabajo.

Para efectos del diagnóstico, se analizarán en conjunto todas las características propias de este componente del servicio, en el contexto de los diversos factores involucrados en la producción o generación de residuos, cómo se controla la disposición de estos residuos y -asimismo- se analizará los problemas que existen en este tema con la población flotante.

La evaluación preliminar de la calidad del servicio se realizará en función de las características propias de las playas en estudio y del perfil socioeconómico estimado de los usuarios.

Es importante destacar que -en algunos países- estos sitios no reciben atención en los períodos que no corresponden al verano o la primavera en situaciones muy especiales. Como excepciones puede citarse el caso de Brasil y países del Caribe.

c) Diagnóstico preliminar del manejo en origen

Se describirá el tratamiento que se da a los RSU en el origen, antes de ser arrojados al contenedor, en aspectos tales como el lugar de almacenamiento intraedificacional, las características de los contenedores o receptáculos domésticos y la higiene del lugar donde se depositan las basuras, entre otras.

Se describirá y se realizará un análisis de los planes de educación de la población, en base a la información existente en el departamento de aseo respectivo.

Dados los resultados del análisis anterior, se emitirá un juicio sobre los planes de educación ambiental descritos y se evaluará el manejo intraedificacional de acuerdo a criterios de eficiencia para la recogida.

d) Diagnóstico de la recolección y transporte

• Equipos de recolección y transporte

Se describirán los diferentes vehículos utilizados en el servicio de aseo y transporte, tipos de camiones y cajas recolectoras, su estado de conservación y su funcionamiento. Se verificará la relación existente entre los tiempos de funcionamiento y los tiempos ociosos. Con datos obtenidos en terreno, se generarán gráficas de rendimiento de los equipos utilizados, los que se compararán con los datos existentes en el municipio.

- **Organización de las operaciones de recolección y transporte**

Se describirán y analizarán las rutas de recorrido de los servicios de recolección, los sectores, frecuencias y horarios, a través de la información existente en el municipio y la respectiva verificación en terreno.

Se describirá la ubicación y organización de los distintos cuarteles y se analizará la existencia de calles en las que los camiones no puedan ingresar, lo que obliga a los recolectores a trasladar la basura de distancias lejanas, afectando los tiempos de recolección.

- **Características y distribución del personal en los servicios de recolección y transporte**

Se describirá y analizará la dotación y las principales características del personal destinado a esta componente del servicio y su distribución de funciones.

- **Rendimiento de los trabajadores en recolección y transporte**

Dados los datos existentes en el municipio, se verificará en terreno los rendimientos de los trabajadores, considerando las características de los distintos lugares de recolección.

- **Estaciones de transferencia de RSU**

Si las hubiera, se localizarán las distintas estaciones de transferencia y se describirá su ubicación, instalaciones, maquinarias, forma de funcionamiento etc. Si en la actualidad no existieran equipos compactadores o específicamente estaciones de transferencia, se desarrollará el análisis como si existiese la necesidad de crearlas y desarrollarlas.

Para efectos del diagnóstico, se emitirá un juicio respecto a la forma en que los residuos se encuentran al momento de la recolección (bolsas bien selladas, tarros de basura sin colocarlos en bolsas, etc.), al manejo periedificacional y al rendimiento del personal en la recogida.

Además, se realizará un diagnóstico respecto a la cobertura del servicio de recolección y transporte, considerando los siguientes indicadores:

Población atendida satisfactoriamente: porcentaje de población a la que se le presta regularmente el servicio de recolección.

Población atendida deficientemente: porcentaje de población atendida de manera deficiente o a la que se presta un servicio irregular de recolección.

Población sin atención: porcentaje de población no atendida por el servicio de recolección de aseo. Se emitirá un juicio provisorio respecto a las causas de este problema.

Población flotante en verano: se analizará cómo afecta esta población al servicio de aseo municipal. Será necesario conocer la afluencia de este grupo importante de personas a la ciudad y se deberá conocer -a través de estadísticas- el volumen de residuos que ellos podrían generar.

En cada caso, se ubicarán y señalarán en una carta geográfica los lugares de atención satisfactoria, deficiente y de no atención.

e) Diagnóstico preliminar de microvertederos

A partir de una definición operacional de "microvertedero" y a través de la observación en terreno, se verificará la existencia de microvertederos, elaborando un catastro de ellos y clasificándolos en "estables" y "transferibles".

Estables: si su localización es estable en el tiempo o si tienen cierta periodicidad. Podrían servir para localizar a futuro una estación de transferencia.

Transferibles: si su localización no es estable.

Esta clasificación deberá ser apoyada por los datos que se tenga de eventuales catastros anteriores.

Segregadores: en base a observación, se verificará en que volúmenes y cómo se maneja la recuperación de materiales por parte de este tipo especial de seleccionadores.

Se verificará qué lugares son los que frecuentan y qué es lo que principalmente recolectan para la venta posterior. Se verificará si estos segregadores tienen bases de trabajo cerca de los vertederos y si son autorizados para que ingresen al relleno para recuperar algunos materiales.

Se completará el estudio de la localización de microvertederos y sus volúmenes, abordándose asimismo una preevaluación de impacto ambiental de cada uno de ellos.

f) Diagnóstico preliminar de la disposición final

Se describirá y analizará cada uno de los aspectos relevantes del relleno sanitario en operación y de su funcionamiento.

- **Plano de ubicación y características básicas de los sitios de disposición final**

Se destacará en una carta geográfica la localización y la conformación del relleno sanitario. Se determinará a qué distancia queda el vertedero del núcleo urbano, la seguridad de los accesos y la calidad de suelos para que el vertedero pueda seguir existiendo o ampliado en ese mismo lugar.

- **Equipos empleados**

Utilizando los datos existentes en el municipio y la verificación en terreno, se describirán y analizarán los tipos de maquinarias utilizadas para el manejo de los residuos sólidos dentro del relleno sanitario: máquinas compactadoras, equipo de movimiento de tierras, equipos auxiliares (camionetas o camiones aljibes), etc.

- **Personal empleado y condiciones de trabajo.**

Se verificará en terreno la dotación y características de los empleados contratados para las distintas faenas dentro del relleno, sus actividades y sus condiciones de trabajo.

- **Calidad de los residuos sólidos domiciliarios**

En base a observación en terreno, se determinará aproximadamente la calidad de estos residuos, en comparación con sus características en origen.

- **Peso y/o volumen de los residuos sólidos domiciliarios**

En base a información existente en el municipio y observación en terreno, se realizará una estimación del peso y/o volumen de los residuos sólidos domiciliarios que ingresan al relleno, a fin de estimar la real cantidad de tales residuos en la disposición final.

- **Otros residuos**

Se determinará qué otros tipos de residuos ingresan al relleno, tales como lodos orgánicos, materiales de demolición, residuos industriales etc., a fin de estimar la composición de la masa total de residuos en la disposición final.

- **Problemas de contaminación ambiental**

Se verificará cómo el relleno afecta al medio ambiente a través de una pre-evaluación de impacto ambiental, lo que implicará considerar -además de los aspectos técnicos- otras características que -de una u otra forma- afectan al medio ambiente circundante de cada vertedero.

- **Problemas geotécnicos**

Se verificará en terreno los diversos problemas que tiene el relleno respecto a este tema. Los problemas geotécnicos que debieran ser evaluados son -entre otros- la estabilidad de los taludes al deslizamiento, la posibilidad de asentamientos y las fisuras que podrían producirse por efecto de los problemas mencionados o por fallas en la compactación.

- **Calidad del material de cobertura**

Se estudiará el material de cobertura, su procedimiento y frecuencia de aplicación, tanto para determinar si reúne las condiciones para el rol de cobertura, como para determinar si existen problemas o errores en el procedimiento aplicado.

- **Definición de requerimientos sismo-resistentes**

Se evaluará si el relleno cumple con las condiciones sismo-resistentes mínimas correspondientes al diseño inicial. Se evaluarán las condiciones de otras obras civiles relacionadas con la estabilidad del vertedero.

- **Diseño hidráulico y avenida de diseño**

Se verificará en terreno si las condiciones hidráulicas son las correspondientes al diseño inicial.

- **Obras de evacuación de aguas**

Se revisará si existen obras de evacuación de aguas y si están operativas. Estos valores serán corroborados con los datos de las pluviometrías de los últimos años.

- **Vida útil remanente del relleno**

Se realizará una estimación lo más afinada posible de su vida útil remanente, en base a la capacidad de terreno disponible y a la cantidad de RSU generados en la actualidad.

Se realizará un diagnóstico del relleno y de sus condiciones de trabajo, en sus aspectos más básicos, apuntando a una prospección de posibles problemas que incluso pudieran llevar a suspender su actividad.

g) Caracterización de los residuos sólidos.

Utilizando técnicas de muestreo aleatorio, se realizará una caracterización y análisis de los RSU en la ciudad, idealmente considerando una estratificación socioeconómica.

Se debiera abordar los siguientes aspectos:

- **Producción total de residuos.**
- **Producción de residuos per cápita según estrato socioeconómico.**
- **Peso específico de los residuos sólidos.**

- **Poder calorífico, humedad, CNP y otras características físico-químicas de los RSU.**
- **Contenido de los elementos recuperables de los residuos.**

3.3.3. Diagnóstico preliminar de la gestión administrativa del servicio

Debe tenerse presente que incluso la mejor solución técnica a un problema de manejo de residuos puede fracasar si no se cuenta con una adecuada gestión administrativa. De ahí, que -en general- todo diagnóstico en este ámbito debiera considerar a lo menos un diagnóstico básico de aspectos administrativos del servicio.

- **Estructura organizacional del servicio de aseo municipal**

Confrontando los antecedentes técnicos del servicio de aseo municipal con la estructura organizacional y las descripciones de cargos, se determinará el grado de racionalidad administrativa existente y el grado de adecuación de la estructura organizacional.

- **Sistemas económico-financieros municipales relacionados con el servicio**

En base a los presupuestos y balances municipales, se establecerá aproximadamente la situación económico-financiera del municipio y especialmente la evolución del presupuesto asignado a los servicios de aseo en relación al crecimiento demográfico observado en la ciudad.

Se evaluará el sistema de costeo y el sistema de tarifas del servicio de aseo en el contexto de lo dispuesto en la legislación vigente.

- **Sistemas estadísticos y de planificación de los servicios de aseo**

Se evaluarán los sistemas estadísticos existentes y se determinarán brechas de información relevantes para la adecuada administración del servicio.

Se evaluarán los sistemas de planificación del servicio de aseo y se determinará a priori la coherencia y factibilidad de los planes y/o programas futuros.

- **Retroalimentación**

Esta retroalimentación o sostenibilidad del sistema puede venir dada por inquietud o necesidades de la comunidad. Dando lugar al análisis temporal de factores endógenos y exógenos del sistema planteado que pueden hacer fracasar, peligrar o debilitar el logro de las metas. Así puede producirse la necesidad de ampliar el sistema de cobertura, modificar y mejorar los aspectos negativos que se detecten, con el fin de preservar y dar sostenibilidad al mismo.

3.4. Sostenibilidad de proyectos de inversión.

3.4.1. ¿En que consiste la SOSTENIBILIDAD de un proyecto?

Podemos destacar dos definiciones del concepto de "sostenibilidad". La primera hace referencia a la sostenibilidad ecológica de un proceso de desarrollo global. Una definición común de desarrollo sostenible, en este sentido, es "el desarrollo que logra los propósitos del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus objetivos de bienestar". El enfoque en este tipo de "sostenibilidad" es amplio y de largo plazo.⁷ /

La segunda definición de "sostenibilidad" (que utilizamos en esta guía) se limita a analizar la capacidad de un proyecto de inversión de continuar produciendo beneficios una vez que entra en la fase de operación.

Supongamos que dos municipios realizan una serie de estudios para determinar la recolección de sus residuos sólidos domiciliarios y determinando dos sistemas de recolección, implantándolas el mismo día. Si al cabo de un determinado espacio de tiempo el sistema de recogida del municipio "A" continua funcionando de forma correcta y el municipio "B" pasa a tener una recogida deficiente, podríamos decir que el sistema de recogida de residuos sólidos del municipio "A" era mas "sostenible" que el sistema del municipio "B".

⁷ / Véase: CEPAL, *El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente*, Santiago de Chile, 1991.

Este mantenimiento de aceptable recolección en el caso del municipio "A" lógicamente es debido a multitud de factores que dan lugar a que su "sostenibilidad" sea positiva, factores que deben estar presentes durante toda la vida útil del proyecto.

La definición sugerida de sostenibilidad, como la capacidad de un proyecto de mantener el flujo de beneficios durante un periodo largo de tiempo, sugiere dos elementos de análisis. Primero decir que la definición se refiere a un proyecto de inversión. Sin embargo no es la sostenibilidad del proyecto como tal la que se quiere: se busca, más bien, la mantenibilidad física de lo invertido, la viabilidad financiera de largo plazo del proyecto, la existencia de instituciones capaces de mantener el proyecto funcionando bien y que el recurso humano que lo sostiene tenga la capacidad de no dejar "caer" el proyecto. En segundo lugar, debe definirse un nivel "adecuado" de beneficios.

Así la sostenibilidad podrá ser alta, moderada o baja en términos de mantener ese nivel de beneficios. Por ejemplo se seguirá implementando los conceptos de calidad ambiental y salud, formando parte de los beneficios del proyecto y los cuales habrá que preservar como elementos de evaluación de beneficios y de sostenibilidad del proyecto.

3.4.2. Instructivo para el formato de sostenibilidad.

A continuación, y con arreglo a la definición de sostenibilidad anterior, sugerimos el siguiente formato (Sostenibilidad del Proyecto), el cual procura indagar si el proyecto evaluado tiene las tres condiciones básicas necesarias para resolver realmente el problema para cuya formulación fue concebido.

En primer lugar, es importante saber si existen (o es posible que existan) factores externos que retrasen la inversión, tales como procesos dispendiosos de licitación de algunos de los bienes necesarios, etc. También cabe mencionar factores de carácter exógeno (políticos, desastres naturales, climáticos, etc.)

En segundo lugar , que exista una alta posibilidad de que los elementos exigidos para la operación se encuentren disponibles, y en tercer lugar, que exista una posibilidad razonable de conseguir las fuentes de financiación, tanto en materia de inversión como de operación.

Para este efecto, se mencionan las siguientes preguntas:

Formato: Sostenibilidad del proyecto
Nombre del proyecto :
PREGUNTAS :
1.- Verifique si existen factores que pudieran retrasar la ejecución del proyecto. Por ejemplo., requerimientos de importación de bienes, proceso de licitación largo, negociación de fuentes de financiación con otras entidades, cambios políticos en los diferentes niveles de gobierno (nacional, departamental o municipal).
2.- Verifique que se han previsto todas las exigencias de operación y mantenimiento del proyecto durante su vida útil.
3.- ¿ Que nivel de posibilidad (alta, media, baja), le asigna a cada una de las fuentes de financiación tanto durante la inversión como durante su operación? Si es baja, ¿ Ha identificado fuentes alternativas de financiación?
4.- Verifique si el tamaño del proyecto (y sus aplicaciones futuras) se ajustan a las proyecciones de demanda por el bien o servicio que va a prestarse.
5.- Si el proyecto contempla la venta de bienes o servicios , ¿ Qué factores podrían obstaculizar el mantenimiento de los precios o tarifas en los niveles pensados al concebirse el proyecto?
6.- Estime, si es el caso, el coeficiente tarifa (precio) sobre el costo unitario y compárelo con los proyectos similares que estén en funcionamiento y que hayan tenido éxito.
7.- Califique (de alta, media o baja) la capacidad de la entidad que se encargará de la operación del proyecto. Si es baja, ¿ Ha considerado alternativas?
8.- Qué otras razones considera usted que pueden afectar la marcha del proyecto (institucionales, tecnológicas, competitivas, humanas, financieras, climatológicas, etc.).

FUENTE: ILPES (Francisco Mejía) "Manual de Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos". Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones,(1993), pág. 97.

4. Metodología para la identificación del problema y búsqueda de soluciones ⁸ /

4.1. Identificación del problema

La aparición de un problema o la percepción de una demanda social requieren solución. Así, la suciedad de las calles, el manejo de los residuos sólidos tanto domiciliarios, tóxicos como peligrosos, el desbordamiento del río que atraviesa la ciudad, el alto nivel de analfabetismo constituyen problemas que deben ser resueltos. Son señales que deben ser oportunas y adecuadamente percibidas por la autoridad municipal para analizarlas en mayor detalle y buscar las alternativas de solución dentro de los medios disponibles.

Lo anterior nos exige familiarizarnos con el uso de métodos de análisis y solución de problemas, y por ello es el tema objeto de esta unidad.

A. Cómo identificar y resolver problemas

Primer paso: Identificar el problema

Cuando afirmaciones como: "hagamos un dique", "construyamos escuelas", o "compremos más vehículos recolectores de basura" son el comienzo de la ejecución de los proyectos, las cosas generalmente terminan mal, pues no se sabe a qué problema pretenden responder esas acciones propuestas. Con estas formas de proceder se abren las posibilidades de incurrir en inversiones que no atienden necesidades sociales específicas, con el riesgo de sacrificar los recursos asignados.

⁸ / El contenido de este capítulo constituye un extracto o está basado en el siguiente documento: Héctor Sanín Angel "Guía Metodológica General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Social" (ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, 1995).

No podemos llegar a la solución satisfactoria de un problema si no hacemos primero el esfuerzo por conocer razonablemente dicho problema. El punto de partida para solucionar un problema es **identificarlo** adecuadamente.

Generalmente los problemas se hacen evidentes por sus expresiones o manifestaciones externas, por la forma como afectan a una comunidad. Un problema se refiere a una situación que denota inconveniencia, insatisfacción, o un hecho negativo. Se puede resumir por la carencia de algo bueno, o por la existencia de algo malo.

Estas son cinco expresiones o identificaciones iniciales de problemas:

- Saturación en la red de saneamiento.
- Aparición de vectores (ratas, moscas, etc.), en los lugares de vertido.
- Deficiencia e ineficacia en el manejo del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos.
- Inundación del barrio por desbordamiento del río.
- Suciedad de las calles del municipio.

Se debe evitar definir el problema como la ausencia de una solución determinada, pues una ausencia de solución es la falta de una alternativa y dicha falta sólo podrá solucionarse con la existencia de esa alternativa. Esta forma de análisis es incorrecta, pues limita la búsqueda creativa de otras posibles soluciones. Ejemplo: si la pérdida de cosecha se define como un problema de "falta de plaguicida", esta definición sugiere que la solución es conseguir el plaguicida. Con ello se estarán excluyendo a la postre otras posibles e importantes alternativas, como el control biológico, o la prevención de plagas. En este caso una mejor definición del problema puede ser "pérdida de cosecha por existencia de plagas".

Cada **situación-problema** identificada requiere ser resuelta, pero para facilitar la propuesta de buenas soluciones es necesario antes **conocer mejor el problema**. El conocimiento del problema consta por lo menos de dos partes:

1. Conocer su importancia, sus incidencias, el peligro que representa, es decir, los **efectos** que ocasiona. Este examen nos lleva a verificar que el problema "vale la pena ser resuelto".
2. Conocer la razón del problema, a qué se debe su existencia, es decir, las **causas** que lo generan. Este conocimiento es la base para la búsqueda de soluciones.

B. Análisis y conocimiento del problema

Segundo paso: Examinar los efectos del problema

Ante la limitación de los recursos, el ejecutivo público debe formarse una noción preliminar de que el problema, en sí mismo o en competencia con otros, merece ser objeto de asignación de recursos para solucionarlo. Con el fin de conocer la trascendencia del problema puede examinar sus repercusiones mediante la exploración de los efectos que ocasiona. Los efectos pueden ser de dos tipos: los que ya se vienen percibiendo efectivamente y los que se constituyen en amenaza o peligro si el problema no es manejado oportunamente. Ambos deben incluirse.

El **ÁRBOL DE EFECTOS** es un excelente y sencillo instrumento para identificar las repercusiones encadenadas del problema. Consiste en representar gráficamente hacia arriba los efectos identificados como consecuencia del problema. Para su construcción podemos seguir estas instrucciones:

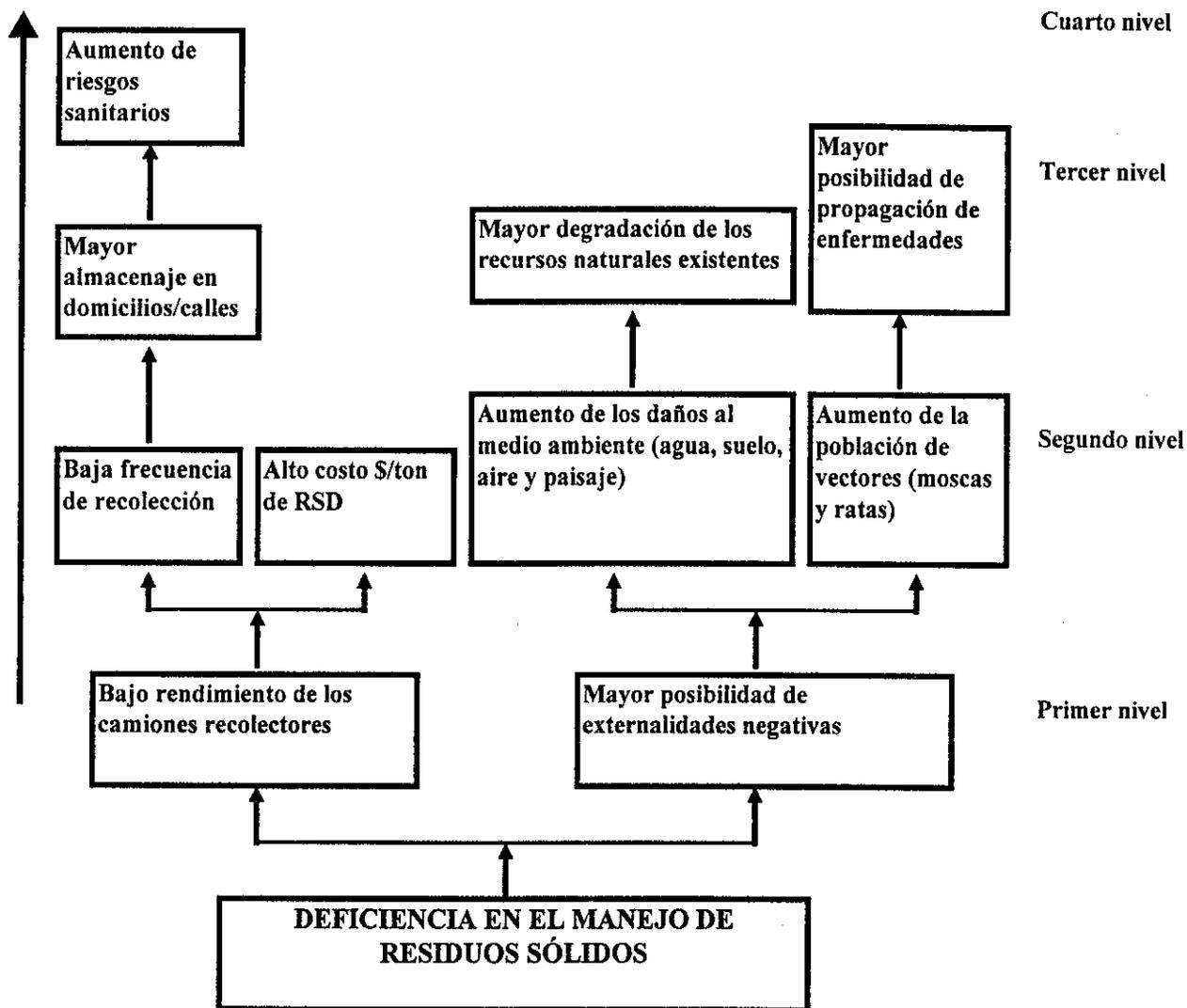
1. Coloque en un primer nivel los efectos directos o inmediatos del problema. Cada efecto nace del problema, lo que se representa con una flecha desde el problema hacia cada efecto inmediato.

2. Pregúntese para cada efecto de "primer nivel" si hay alguno o varios efectos superiores importantes que puedan derivarse de él. Representelos en un segundo nivel, derivándolos con flechas de abajo hacia arriba desde el efecto de primer nivel que opera como causa. Si a un efecto concurre como causa otro efecto de primer nivel ya representado, indique la interdependencia con una flecha.

3. Así, sucesivamente para otros niveles, hasta llegar a un nivel que se considere como el superior dentro de la órbita geográfica o institucional en que tenemos competencia o posibilidades de intervención.

Ejemplo. Manifestación del problema: Deficiencia e ineficacia en el manejo del sistema de recolección y disposición de los residuos sólidos.

ÁRBOL DE EFECTOS



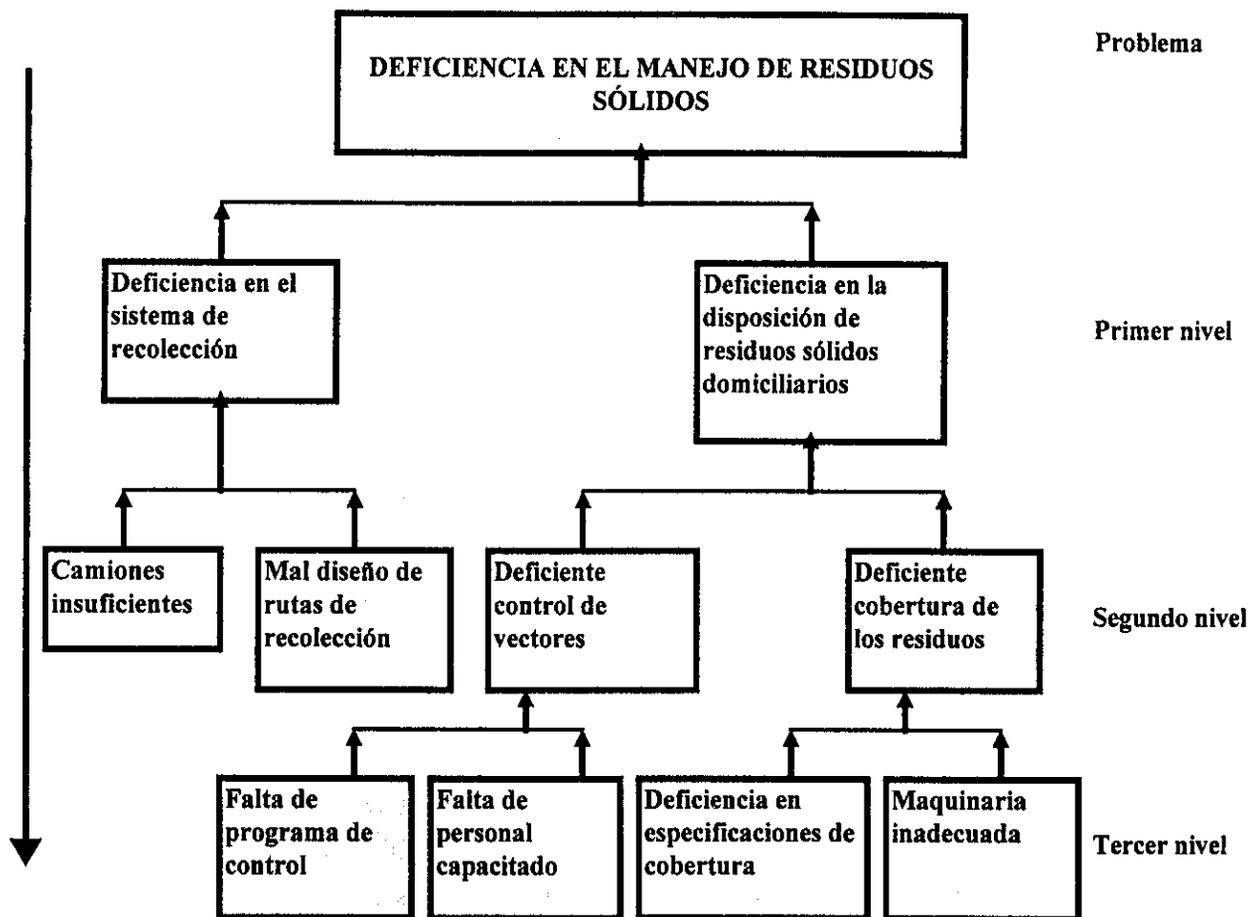
Tercer paso: Identificar las posibles causas del problema

Desde abajo se representan las causas posibles del problema central. A su vez, se buscan las causas de las causas, construyendo un árbol encadenado.

En principio conviene dar rienda suelta a la creatividad. Una buena definición del problema con sus cuadros de causas examinados sin restricciones iniciales aumentará la probabilidad de soluciones exitosas.

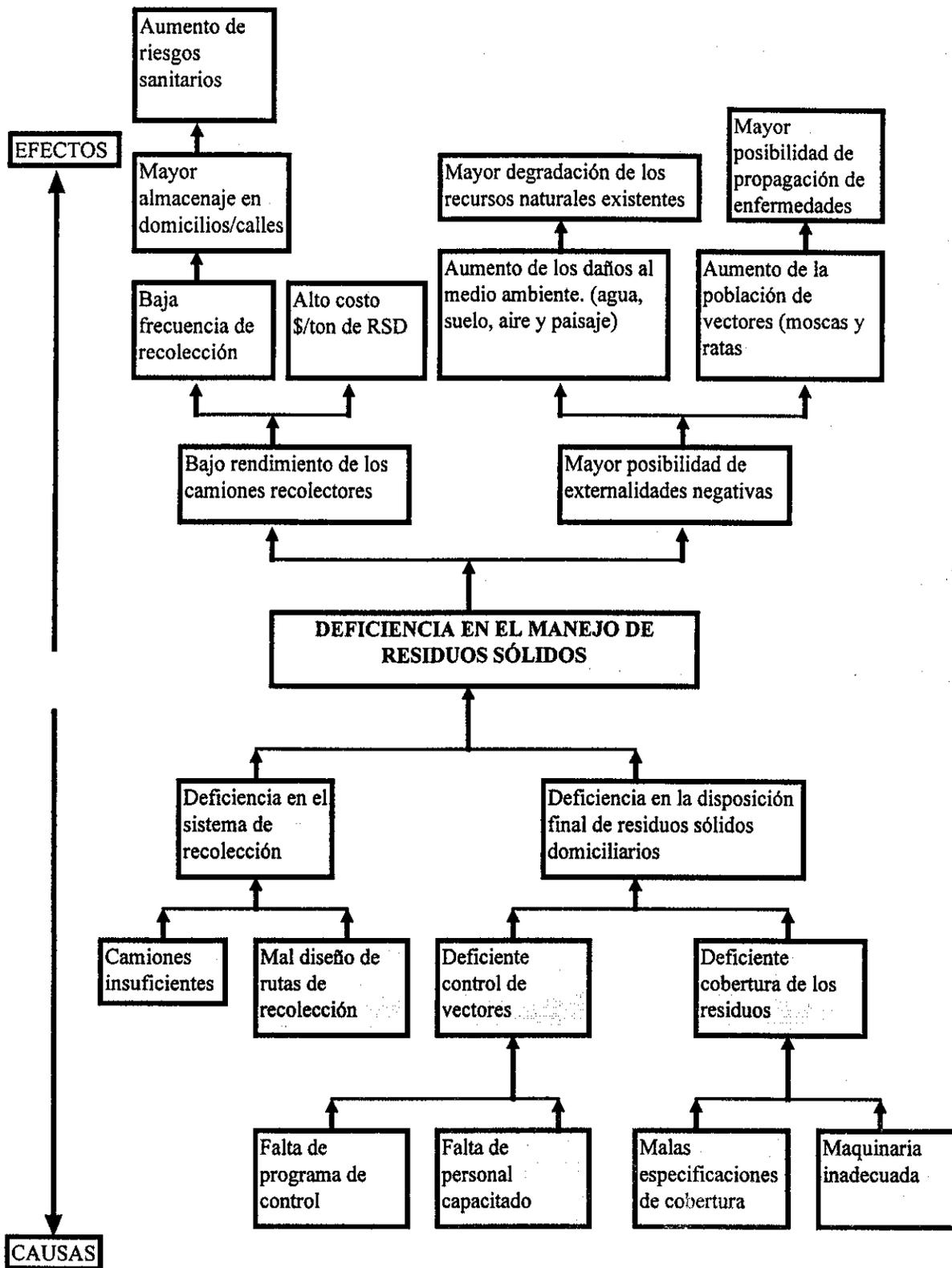
En nuestro ejemplo las causas han sido identificadas de la siguiente forma:

ÁRBOL DE CAUSAS



El empalme del "árbol de efectos" con el "árbol de causas" genera el "Arbol de Causas-Efectos":

ÁRBOL DE CAUSAS - EFECTOS



C) Objetivos

Cuarto paso: Definir los objetivos para la solución

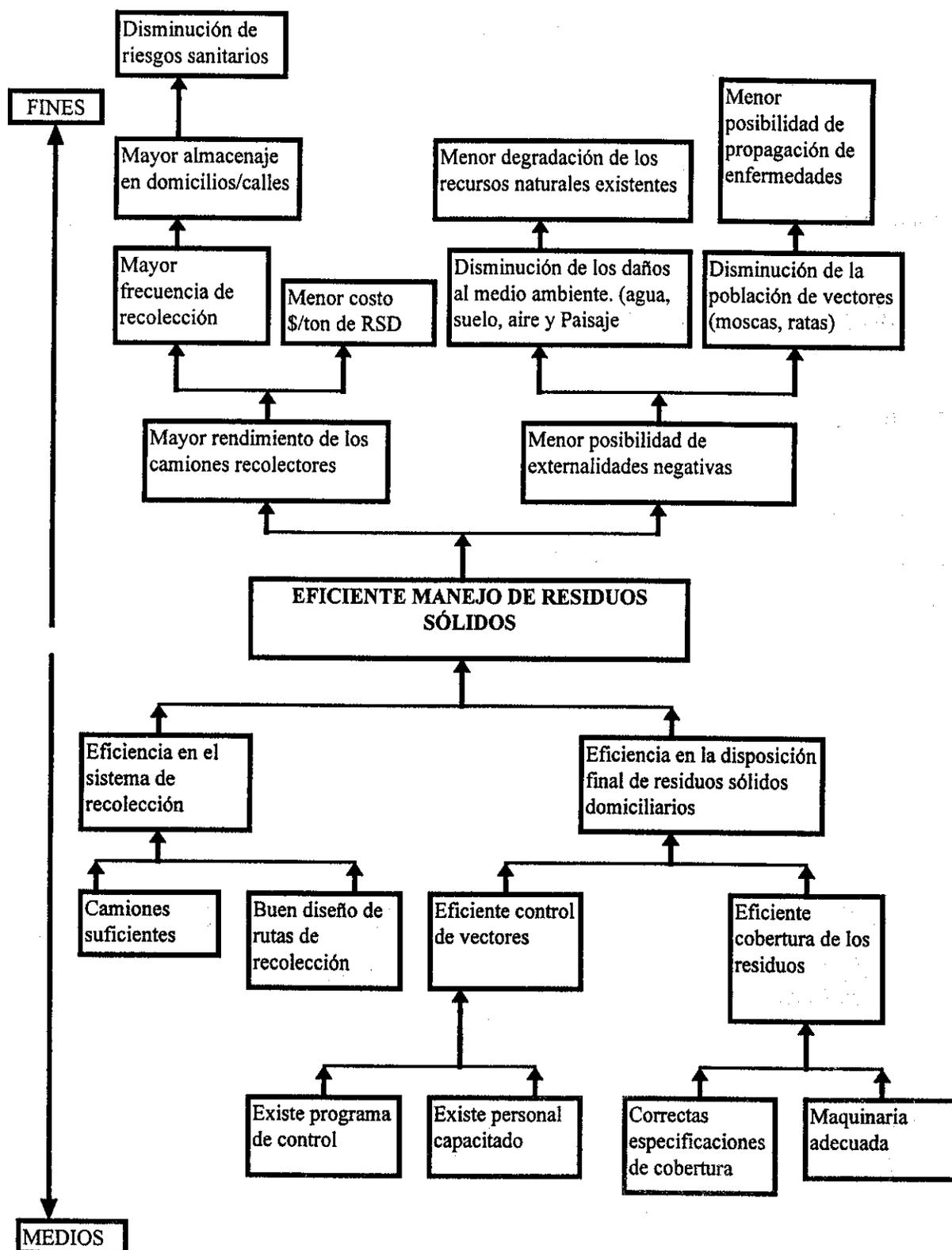
La situación esperada que será alcanzada mediante la solución del problema puede ser expresada por la manifestación contraria del problema mismo: si el problema era **carencia**, la solución será **suficiencia**. Es como si dijéramos que el árbol de causas y efectos es el "negativo" de la película y su manifestación en contrario el "positivo" o revelado, es decir, el "Arbol de Objetivos". De aquí se desprenden las acciones a llevar a cabo en el estudio, las cuales se analizaran posteriormente.

Árbol de Objetivos

Como el árbol del problema era una secuencia encadenada de abajo-arriba de causas-efectos, el árbol de objetivos será el flujo interdependiente de **medios-fines**.

A continuación representamos el árbol de objetivos :

ÁRBOL DE OBJETIVOS



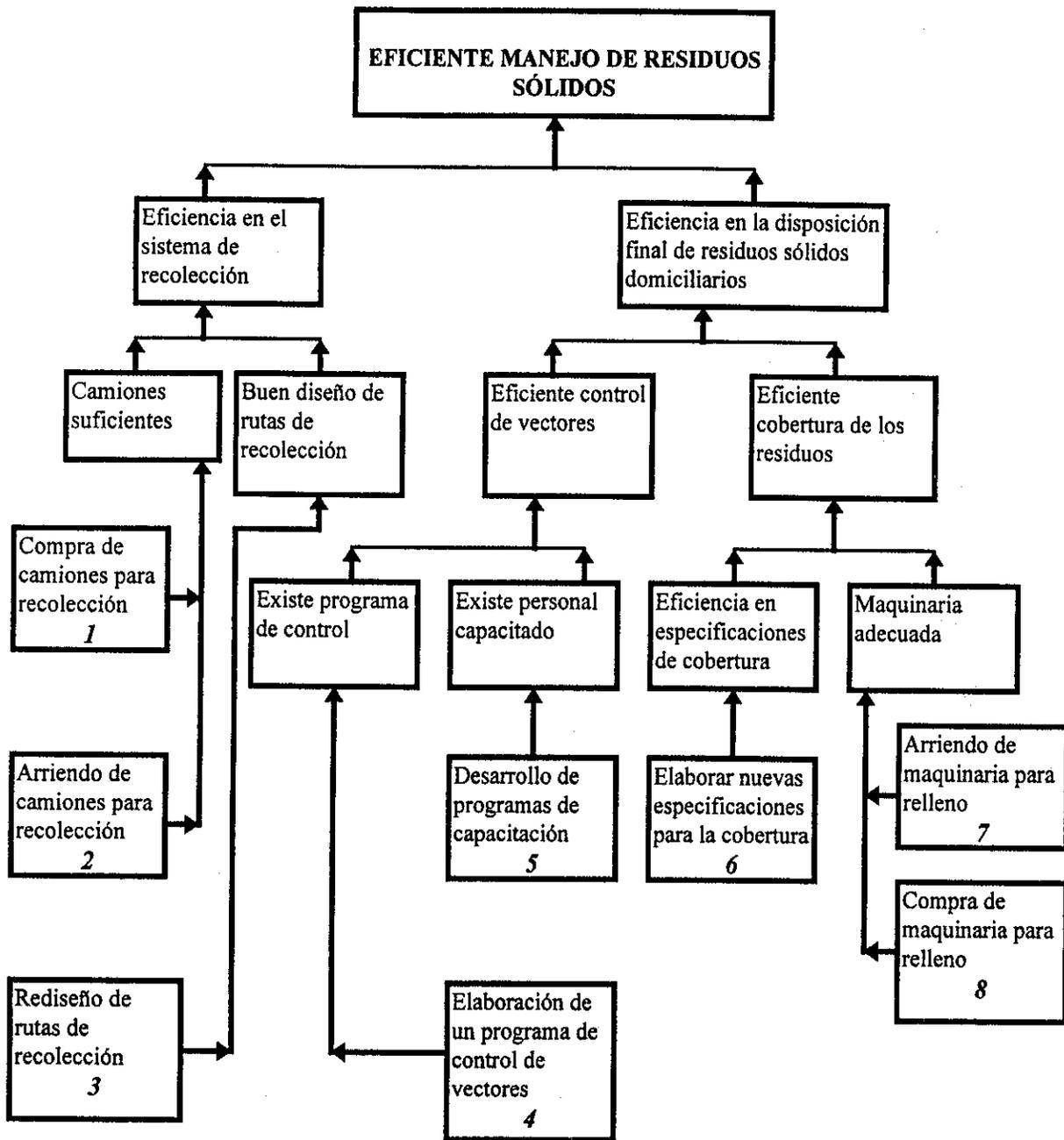
Una vez verificada la lógica y la pertinencia del árbol de objetivos, se dispone de referencias adecuadas para la búsqueda y planteamiento de alternativas para resolver el problema (acciones). Los "medios fundamentales" son los del nivel inferior: constituyen las "raíces" del árbol y en torno a ellos se deberán procurar las alternativas.

El análisis siguiente es: ¿Cuáles son las estrategias o acciones que posibilitan los medios inferiores del árbol de objetivos?

D. Búsqueda de soluciones

Quinto paso: Formular acciones para solucionar el problema

Para cada base del árbol de objetivos (medios fundamentales) se debe buscar creativamente una acción que lo concrete efectivamente en la práctica. En el ejemplo las acciones sugeridas son las reflejadas en el siguiente árbol:



Hemos definido un total de ocho acciones, estas son las siguientes :

Acción 1 : Compra de camiones para recolección.

Acción 2 : Arriendo de camiones para recolección.

Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.

Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.

Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.

Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.

Acción 7 : Arriendo de maquinaria para relleno.

Acción 8 : Compra de maquinaria para relleno.

4.2. Postulación de alternativas. Selección de las alternativas a través de la metodología.

E. Sexto paso: configurar alternativas viables y pertinentes

Las acciones propuestas deben examinarse en varios aspectos:

1. Analizar su nivel de incidencia en la solución del problema. Dar prioridad a las de mayor porcentaje de incidencia presumible.
2. Verificar el grado de interdependencia entre las acciones propuestas y agrupar las que sean complementarias. Cada agrupación de acciones complementarias podrá configurar una alternativa.
3. Verificar la factibilidad (física, técnica, presupuestaria, institucional, cultural) de las alternativas.

En el ejemplo se han conformado las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA A:

La alternativa A, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles:

Acción 1 : Compra de camiones para recolección.

Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.

Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.

Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.

Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.

Acción 7 : Arriendo de maquinaria para relleno.

ALTERNATIVA B:

La alternativa B, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles:

Acción 1 : Compra de camiones para recolección.

Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.

Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.

Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.

Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.

Acción 8 : Compra de maquinaria para relleno.

ALTERNATIVA C:

La alternativa C, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles:

Acción 2 : Arriendo de camiones para recolección.

Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.

Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.

Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.

Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.

Acción 7 : Arriendo de maquinaria para relleno.

ALTERNATIVA D :

La alternativa D, la constituye la siguiente combinación posible de acciones compatibles :

Acción 2 : Arriendo de camiones para recolección.

Acción 3 : Rediseño de rutas de recolección.

Acción 4 : Elaboración de un programa de control de vectores.

Acción 5 : Desarrollo de programa de capacitación.

Acción 6 : Elaborar nuevas especificaciones técnicas para la cobertura.

Acción 8 : Compra de maquinaria para relleno.

Las alternativas se consideran en la práctica como excluyentes: (o se hace A, o se hace B). Las acciones 1,2 se tratan en el ejemplo como excluyentes y la 7,8 son igualmente excluyentes para el establecimiento de un sistema eficiente y eficaz de recolección y disposición de Residuos Sólidos Urbanos, es decir no pueden darse en la misma alternativa.

La acción 2,3,4,5 y 6 son complementarias entre sí y en cualquiera las combinaciones con las otras acciones. Son consideradas estrategias propuestas para el objetivo y por lo tanto será un componente común a las de alternativas.

Si en la verificación de incidencia encontramos que dos estrategias propuestas como alternativas no son excluyentes, entonces es bien probable que ambas se refuercen para el cumplimiento del objetivo. Y si ambas son de incidencia significativa en el logro del resultado esperado, deberían plantearse como componentes complementarios de la alternativa planteada.

Debe tenerse presente que el proceso de análisis es iterativo o retroalimentado: nunca se cierran las puertas, siempre debe ser posible incorporar nuevas alternativas o integrar varias que todavía se consideren como componentes complementarias de la solución.

EL RESULTADO DE ESTA ETAPA DE "IDENTIFICACIÓN" ES EL CONOCIMIENTO DE UN PROBLEMA Y LA POSTULACIÓN DE UN CONJUNTO DE ALTERNATIVAS ESTIMADAS COMO FACTIBLES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA PLANTEADO.

Las alternativas resultantes deben ser analizadas en relación con el espacio geográfico y socioeconómico al cual están referidas, con el fin de especificar mejor el problema y de seguir verificando su factibilidad y pertinencia, como soluciones adecuadas al problema. Luego serán objeto de un desarrollo básico y de una evaluación correlativa para seleccionar la que mejor resuelva el problema y garantice el uso más eficiente de los recursos que le sean asignados.

4.3. Determinación de necesidades.

Determinación de necesidades y población-objetivo

Objeto del análisis de población y demanda

Identificado un problema o percibida una necesidad social, es necesario abundar en su análisis para conocer adecuadamente la población asociada a dicha necesidad y determinar el tipo y cantidad de producto (bienes o servicios) requerido para su satisfacción.

Por POBLACIÓN-OBJETIVO entendemos el número de beneficiarios potenciales (personas, familias, empresas) con determinadas características, que exhiben la necesidad originaria del proyecto y a los que el proyecto estará en capacidad de atender.

El propósito del análisis de la demanda es, entonces, caracterizar y cuantificar la "población carente" actual, delimitarla en una referencia geográfica, estimar su evolución para los próximos años y definir, en calidad y cantidad, los bienes o servicios necesarios para atenderla.

Caracterización, delimitación, cuantificación y proyección de la población objetivo

En el proceso del análisis para la determinación de la demanda social, podemos identificar, de mayor a menor, tres tipos de poblaciones:

1. **POBLACIÓN DE REFERENCIA:** es una cifra de población global, que tomamos como marco de referencia para cálculo, comparación y análisis de la demanda.
2. **POBLACIÓN AFECTADA:** es el segmento de la población de referencia que requiere de los servicios del proyecto para satisfacer la necesidad identificada. También llamada población carente.
3. **POBLACIÓN OBJETIVO:** es aquella parte de la población afectada a la que el proyecto, una vez examinados los criterios y restricciones, está en condiciones reales de atender.

Naturalmente, el ideal es que la población objetivo sea igual a la población afectada, es decir, que el proyecto pueda atender efectivamente a la totalidad de la población necesitada.

No obstante, restricciones de índole tecnológica, financiera, cultural, institucional, generalmente hacen que la demanda supere la capacidad de atención, por lo que en muchos casos será necesario aplicar criterios de factibilidad y definir prioridades para atender el porcentaje de población carente que permitan los recursos disponibles (por ejemplo, preguntarse por los estratos de la población que padecen con mayor nivel de rigor o de riesgo el problema).

El porcentaje no atendido del proyecto se constituirá en una **POBLACIÓN OBJETIVO POSTERGADA**, frente a la cual las autoridades públicas deberán estar atentas, para cubrir en planes

posteriores, tan pronto se prevean nuevos recursos, o mediante otro tipo de acciones. Lo importante es no dejarla en el olvido: mantenerla bajo el foco de búsqueda de soluciones.

La POBLACIÓN OBJETIVO es la META del proyecto y constituirá la base de su dimensionamiento.

EJEMPLO DE RELACIÓN DE POBLACIONES

PROBLEMA	POBLACIÓN REFERENCIA	POBLACIÓN AFECTADA	POBLACIÓN OBJETIVO
CARENCIA DE AGUA POTABLE	Población total del municipio.	Población carente del servicio (25% del total de la población).	70% de la población afectada.
CONTAMINACIÓN POR AGUAS SERVIDAS	Total de viviendas en el casco urbano del municipio.	Número de viviendas sin red de desagüe (35% de las viviendas).	Zona occidental de la ciudad: 40% de las viviendas sin desagüe.
ANALFABETISMO	Números de habitantes mayores de 6 años.	Número de habitantes analfabetos mayores de 6 años de edad.	a) Total de analfabetos de 6 a 20 años. b) 50% de analfabetos mayores de 20 años.

Se requiere conocer adecuadamente la población afectada:

- a. **En sus diferentes características**, especialmente las que sean relevantes para el tratamiento del problema, como las socioeconómicas, culturales, edades, grado de avance del problema; ^{9/}

^{9/} Ejemplos de estratificación poblacional para el estudio de la demanda pueden ser: clasificación socioeconómica (para fijación de precios); estructuras de edades (para proyectos recreativos); niveles educativos (para proyectos culturales); diferenciación por sexo (para proyectos de salud, de protección del hogar o de participación de la mujer).

- b. **En su dimensión geográfica:** zona donde está ubicada y áreas de influencia correlacionadas con el problema;
- c. **En su dimensión temporal:** volumen actual de la población afectada, y estimación del crecimiento de dicha población durante los próximos años.

Métodos para estimación y proyección de la población.

Revisemos algunos métodos útiles y sencillos para la estimación de la población actual y la proyección sobre su crecimiento en el futuro.

- a. **Información actualizada disponible:**

Tal información se puede tomar directamente de estudios realizados durante el último año: censos de población o estudios especiales que hayan sido elaborados por entidades a las que otorgamos confiabilidad. Pero esta es una situación excepcional, ya que los censos de población se llevan a cabo entre períodos bastante prolongados (normalmente cada 10 años) y, en ausencia de censos, los estudios específicos realizados puntualmente en el municipio también son la excepción.¹⁰ /

Normalmente, los datos que se publican de los resultados censales contemplan datos agregados: la población total del municipio, descompuesta entre hombres y mujeres y entre área urbana y zona rural. Si se desea conocer la población a un nivel menor (por ejemplo un conjunto de barrios que pueden constituir una "comuna", "distrito", "colonia" o "parroquia" según la nomenclatura del caso), se requiere extender la consulta específica a las instituciones nacionales o estatales que provean información estadística, precisando cartográficamente (sobre mapas) el contorno espacial al que se refiere la consulta.

¹⁰ / Es importante tener presente que para obtener datos desagregados a niveles territoriales muy pequeños el CELADE desarrolló el programa "REDATAM" Plus (Recuperación de Datos Censales para Areas Pequeñas por Computador). Se puede desagregar la información censal hasta el nivel de manzana. En Venezuela se dispone del programa, en la Oficina Central de Estadística e Informática.

b. Cálculo mediante una tasa de crecimiento asumida

Ejemplo: Se requiere conocer la población del Municipio para 1994. El último censo, realizado en 1990, arrojó una población de 69,275 habitantes. La tasa de crecimiento anual se estima en 4%.

Se asume que la población tiene un crecimiento "geométrico", dado por la siguiente expresión:

$$P_t = P_o (1 + r)^t$$

P_t = Población en el año "t", que vamos a estimar.

P_o = Población en el año "base" (conocida).

r = Tasa de crecimiento anual.

t = Número de años entre el "año base" (año cero) y el año "t".

Para nuestro ejemplo:

P_o = 69,275 (población en 1990).

r = 4% = 0.04 = tasa asumida.

t = 4 años (1994 - 1990 = 4).

P_t = es la población que averiguaremos para 1994.

Sustituyendo estos datos en la fórmula:

$$\begin{aligned} P_t &= 69,275 \times (1 + 0.04)^4 = 69,275 \times (1.04)^4 = \\ &= 69,275 \times (1.17) = 81,052 \end{aligned}$$

P_t = 81,052 habitantes para 1994.

Normalmente se asume como tasa de crecimiento la última tasa intercensal, es decir, la calculada con base en el crecimiento que la población objeto de estudio tuvo entre los dos últimos censos realizados.

d. Investigación de campo:

Si bien el método de cálculo por tasa intercensal es de uso común por su simplicidad y bajo costo, hay casos en que su aplicación se dificulta o lleva a resultados poco confiables, por varias razones:

- Que el último censo de población se haya efectuado hace ya bastantes años y que se posean indicios sobre cambios poblacionales recientes de tendencia (tasa de crecimiento) distinta a la última intercensal.
- Que haya serias dudas sobre la confiabilidad de el(los) último(s) censo(s). (Hacer un censo de población es una faena compleja, difícil y no siempre, por distintos factores, se cumple con éxito el conteo de la población).
- Que se requiera medir la población de un subconjunto pequeño (un barrio, un grupo de barrios) sobre el cual no se posean datos desagregados o simplemente no se disponga de ningún antecedente informativo.

En estos casos se puede acudir al MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO con conteo de viviendas y aplicación muestral, el cual es de ejecución sencilla, de bajo costo y arroja resultados de buena confiabilidad.

Resumen de los pasos que se deben seguir:

- 1) Definición del conjunto espacial sobre el que se hará el estudio de población (el área urbana completa o una zona determinada de la ciudad).

- 2) Recopilación de cartografía disponible. Selección de la más actualizada, de mejor calidad y que tenga las escalas apropiadas.
- 3) Actualización cartográfica. Verificación sobre el terreno e inclusión de las novedades observadas: nuevos desarrollos, cambios de nomenclatura, etc.
- 4) Sectorización cartográfica y definición de áreas de enumeración. División en grupos de manzanas contiguas para programar el trabajo de campo.
- 5) Enumeración. Conteo y listado para cada manzana del número de "estructuras" de uso independiente: casas, apartamentos, locales comerciales, identificando -ante todo- las de uso residencial. Como resultado de la enumeración se tendrá un censo o "recuento" de viviendas; es decir, se sabrá cuántas viviendas hay en el área investigada.
- 6) Diseño y selección de la muestra. El concepto de viviendas proporciona el universo o marco muestral. Por algún método estadístico (asesorarse de un técnico muestrista si fuere necesario) se define el tamaño relativo de la muestra. Una muestra de 1/10 significa que de cada 10 viviendas se escogerá una. La selección debe hacerse por un método aleatorio (al azar, fortuito). Se identifican las viviendas a las que se aplicará el formulario de la muestra.
- 7) Encuesta muestral. Visita a todas las viviendas seleccionadas en la muestra y entrevista con aplicación del formulario diseñado para el efecto. Este debe ser sencillo y claro. Puede bastar apenas preguntar el número de personas que habitualmente residen en la vivienda. Téngase en cuenta que cada pregunta adicional dificulta la operación. Por ello debe incluirse sólo las preguntas estrictamente necesarias para los objetivos fundamentales de la investigación.
- 8) Crítica estadística y procesamiento. Verificación, por diferentes medios, de que la información obtenida es válida, y realización de los cálculos de población, así:

$$PHP = V_x \left[\frac{P}{V} \right]_m$$

PHP = Población de Hogares Particulares.
V = Total de viviendas contadas.

$$\left[\frac{P}{V} \right]_m = \text{Promedio de personas por vivienda obtenido de la muestra.}$$

A la población de Hogares Particulares se suma la Población de Hogares Colectivos (PHC): hospitales, asilos, conventos, cárceles, hoteles, orfanatos, campamentos, etc. Los datos de la población que allí reside regularmente se obtienen directamente, mediante entrevistas con los directores de dichos establecimientos.

La suma de las dos poblaciones nos da la POBLACIÓN TOTAL (PT):

$$PT = PHP + PHC$$

EJEMPLO:

Para el Estudio de Población de cierta localidad se recogieron las siguientes cifras:

- La enumeración de viviendas (paso 5) arrojó un total de 4,850 viviendas particulares.
- Se seleccionó una muestra del 10% o sea 485 viviendas (paso 6).
- La suma de las personas que vivían en esas 485 viviendas fue de 3.056 (paso 7).
- En Hogares Colectivos se registró una población de 268 personas.

¿Cuál es la población de dicha localidad?

La muestra ha arrojado una relación de:

$$\left[\frac{P}{V} \right]_m = \frac{3.056 \text{ personas}}{485 \text{ viviendas}} = 6.3 \text{ personas por vivienda}$$

La Población en Hogares Particulares resulta:

$$\text{PHP} = 4.850 \text{ viviendas} \times 6.3$$

$$\text{PHP} = 30.555 \text{ personas}$$

La Población en Hogares Colectivos:

$$\text{PHC} = 268 \text{ personas}$$

La Población Total es, por lo tanto:

$$\text{PT} = 30.555 + 268 = 30.823 \text{ habitantes}$$

Es importante señalar que los trabajos de campo deben efectuarse con personal adecuadamente seleccionado, entrenado y supervisado, para evitar errores de recolección. El trabajo con la propia comunidad, que la motive y la haga participe del proceso, facilita las labores de enumeración y entrevistas, y ayuda al logro de información confiable.

Estimación del déficit

La necesidad asociada a la población objetivo debe ser cubierta mediante la entrega de los bienes o servicios que generará el proyecto. La cuantificación de esa necesidad corresponde a un **DÉFICIT**, dado por la **diferencia entre la OFERTA existente y la DEMANDA por el producto** para satisfacer la necesidad:

$$\text{DÉFICIT} = \text{OFERTA} - \text{DEMANDA}$$

Por lo general los servicios a cargo del Estado no se realizan en competencia con otros agentes institucionales; en estos casos la oferta existente corresponde al nivel actual de utilización de la capacidad instalada de la empresa pública.

Cuando la oferta es inexistente, el déficit corresponderá a la totalidad de la demanda estimada.

Definido el tipo de producto (bien o servicio) para satisfacer a la población objetivo, es necesario estimar la cantidad que deberá ser provista.

Examinaremos a continuación dos de los métodos más utilizados para estimar y proyectar el déficit (o demanda específica) para el proyecto.

a) A partir de estándares de consumo

Muchos de los proyectos están asociados a una población objetivo identificable, por lo cual es viable traducir la demanda a "unidades de consumo per cápita", en el caso de los residuos sólidos consideramos "unidades per cápita de producción de residuos". Si conocemos el total de la población demandante (que será atendida por el proyecto) y un coeficiente aceptable de emisión por persona (o por familia), es fácil cuantificar el volumen total de emisión de residuos lo que nos identificara la demanda del servicio.

Veámoslo con un ejemplo:

La población urbana del municipio es de 35,000 habitantes en 1992. La producción per capita de residuos es de 0.7 Kg / hab/ día. La oferta de recolección es de un camión de 7 Ton / viaje el cual realiza dos turnos diarios. Se debe estimar la demanda insatisfecha para los próximos 20 años. La tasa de crecimiento aproximada de la población es del 3.2% anual pero se estima que dentro de 10 años bajará al 2.8%. Con la información disponible construimos el siguiente cuadro:

PROYECCIÓN DEL DÉFICIT CAPACIDAD DE RECOLECCIÓN

AÑO	POBLACION	DEMANDA Tn/día	Oferta (recolección/día)	Déficit(recol/día).
1992	35200	24,64	14 Tn.	-10,64
1993	36326	25,43	14	-11,43
1994	37489	26,24	14	-12,24
1995	38688	27,08	14	-13,08
1996	39927	27,95	14	-13,95
1997	41204	28,84	14	-14,84
1998	42523	29,77	14	-15,77
1999	43883	30,72	14	-16,72
2000	45288	31,7	14	-17,7
2001	46737	32,72	14	-18,72
2002	48232	33,76	14	-19,76
2003	49583	34,71	14	-20,71
2004	50971	35,68	14	-21,68
2005	52399	36,68	14	-22,68
2006	53866	37,71	14	-23,71
2007	55374	38,76	14	-24,76
2008	56924	39,85	14	-25,85
2009	58518	40,96	14	-26,96
2010	60157	42,11	14	-28,11
2011	61841	43,29	14	-29,29
2012	63573	44,5	14	-30,5

(1) POBLACIÓN crece al 3.2% durante los primeros 10 años y al 2% en los últimos 10

(2) = (1)*(0,7 Kg/hab/día)/1000 hasta el año 2012

(3) OFERTA: mientras no se amplíe la capacidad de recolección, se mantendrá en 14 Tn/día, dos viajes del vehículo recolector de 7 Tn/vía

(4) = DEMANDA - OFERTA = (2) - (3)

INTERPRETACIÓN: -30.5 significa que en el año 2012, si se mantiene la misma oferta de 1 camión de 7 ton/viaje con dos turnos diarios, se tendrá un déficit de 30.5 toneladas de basura diaria en la recolección.

b) Proyecciones basadas en registros históricos de consumo.

También se pueden hacer proyecciones a partir de una serie histórica de datos, sin necesidad de recurrir a la población objetivo como base del cálculo.^{11/}

El método consiste en identificar cuál ha sido la tendencia del consumo de los años anteriores y proyectar el consumo esperado para los próximos años manteniendo la tendencia observada. La representación gráfica del consumo de los últimos años permite visualizar esa tendencia y suponer el tipo de línea que mejor interpreta el comportamiento de la variable analizada. Sobre la continuación gráfica de esa línea se ubicarán los consumos estimados para los años futuros.

Ejemplo:

Serie histórica de emisión de residuos sólidos (*)

AÑO	(Tn/día)
1992	24,64
1993	25,43
1994	26,24
1995	27,08
1996	27,95
1997	28,84

Un buen método de estimación es el ajuste lineal, mediante el cual buscamos la línea recta que mejor representa la tendencia de la serie.

El procedimiento para la proyección de la serie implica dos pasos:

Primer paso: encontrar la línea recta que mejor se ajuste a la tendencia de los datos.

^{11/} / O utilizar ambos métodos para chequear y validar la información procesada.

Segundo paso: ya encontrada la recta de ajuste, su prolongación nos dará los valores esperados para los próximos años (proyección).

La solución mediante la aplicación de un modelo estadístico se presenta en el apéndice.

Es necesario aclarar que este método de proyección de la demanda no es aplicable en situaciones en las que el consumo ya se ha limitado precisamente porque la demanda ha superado la capacidad instalada, y en tal caso las proyecciones serán incorrectas (subvaloradas), pues la demanda represada será superior al consumo registrado.

c) Necesidad de confrontación de información

Se sugiere complementar los métodos cuantitativos con otras fuentes de información e instrumentos de análisis. Así, la confrontación con registros de potencial electoral, o con censos existentes de población estudiantil en la localidad son, entre otros, datos referenciales que facilitan la verificación de los resultados de métodos específicos y pueden ayudar a dimensionar una demanda más confiable y a introducir los ajustes que se estimen pertinentes. Obviamente, los mecanismos directos de consulta a los usuarios actuales y potenciales constituyen una información necesaria.

APÉNDICE

Aplicación del método de regresión para ajuste y proyección de una serie de producción

AÑO	(Tn/día)
1992	24,64
1993	25,43
1994	26,24
1995	27,08
1996	27,95
1997	28,84

$$Y = a + bX,$$

donde:

Y = Variable que estamos analizando (Toneladas de residuos / día producidas por la población en estudio)

X = Variable cronológica (años).

a y b son los "parámetros" que definen la recta.

Nuestro propósito es, pues, conocer a y b para determinar la recta.

El método lineal de ajuste nos proporciona dos ecuaciones simultáneas para encontrar los valores de a y de b:

$$\Sigma Y = na + b \Sigma X \quad (1)$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad (2)$$

Recuérdese que X es la variable cronológica y que podemos hacer una reasignación de valores a los años, de tal manera que su suma sea cero ($\Sigma X = 0$). Entonces, el proceso de cálculo se simplifica, ya que en la ecuación (1):

Si $\Sigma X = 0$, $b \Sigma X = 0 \rightarrow$ y la ecuación queda:

$$\Sigma Y = na \quad a = \frac{\Sigma Y}{n}$$

donde n = número de datos de la serie.

En la ecuación (2):

Si $\Sigma X = 0$, $\rightarrow a \Sigma X = 0$, y la ecuación queda:

$$\Sigma XY = b \Sigma X^2 \quad b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

Realicemos la siguiente tabla para los años 1992 al 1998. Las variables se pueden redondear, pues para nuestros propósitos basta obtener resultados aproximados.

Año	x	Y	XY	Y ²
1992	-3	24,64	-73,92	9
1993	-2	25,43	-50,86	4
1994	-1	26,24	-26,24	1
1995	0	27,08	0	0
1996	1	27,95	27,95	1
1997	2	28,84	57,68	4
1998	3	29,77	89,31	9
	0	189,95	23,92	28

Aplicando las fórmulas para a y b:

$$a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{189,95}{7} = 27.1$$

$$b = \frac{23,92}{28} = 0.58$$

La recta del mejor ajuste para esta serie de datos será:

$$Y = 27.1 + 0.58 X$$

Esto quiere decir que cada año las toneladas de basura media producida en un día aumenta en 0.58. Para encontrar el valor estimado en cada año, sustituimos X por el valor correspondiente en la escala. Así, para 1993 corresponde a X el valor de cuatro:

$$Y = 27.1 + 0.58 \times 4 = 29.42$$

Recordemos que el método se basa en el supuesto de que la tendencia observada durante los últimos años se mantendrá para el próximo futuro.

Proyección de Ton / día

Año	X	Y
1993	4	29.42
1994	5	30.00
1995	6	30.58
1996	7	31.16
1997	8	31.74
1998	9	32.32
1999	10	32.90
2000	11	33.48
2001	12	34.06
2002	13	34.64

4.4. Tamaño, localización y tecnología

A partir de la postulación de alternativas y del mayor conocimiento sobre la población objetivo y el nivel del déficit que debe ser cubierto, es necesario avanzar en la concepción y desarrollo básico de las alternativas propuestas. Ello implica el tratamiento general de los aspectos físico-técnicos, los que comprenden fundamentalmente tres componentes interdependientes: el tamaño, la localización y la tecnología.

A) TAMAÑO

1. Concepto y objetivos

Por tamaño del proyecto entenderemos la capacidad de producción en un período de referencia. Técnicamente, la capacidad es el máximo de unidades (bienes o servicios) que se puede obtener de unas instalaciones productivas por unidad de tiempo.

El análisis del tamaño de un proyecto tiene por objeto dimensionar conjuntamente la capacidad efectiva de producción y su nivel de utilización, tanto para la puesta en marcha como en su evolución durante la vida útil del proyecto.

2. Dimensionamiento de la solución.

El tamaño del proyecto debe indicarse en el tipo de unidades que mejor expresen su capacidad de producción. La cantidad de producto por unidad de tiempo es normalmente la medida más adecuada. Veamos algunos ejemplos:

Unidades de medida del tamaño en varios proyectos

Proyecto	Unidad de medida
Acueducto, alcantarillado, riego.	Metros cúbicos por año, litros por segundo.
Electricidad.	Kilovatios, kilovatios-hora.
Transporte público.	Nº de pasajeros por día o por año.
Aseo.	Nº de toneladas por día o por año.
Mercado.	Nº de toneladas por día o por año. Volumen anual de ventas.
Matadero.	Nº de cabezas por día o por año. Toneladas por día o por año.
	Producción de Residuos Kg / hab / día.

3. Factores incidentes.

Son varios los factores que inciden en la decisión del tamaño. En general, los más determinantes son los siguientes:

a) Población afectada y demanda insatisfecha (déficit)

Es factor orientador más importante y por ello, en su primera aproximación, el análisis de tamaño debe partir de la información de la demanda insatisfecha. (déficit que debe cubrir la solución propuesta).

b) Financiamiento

Actúa generalmente como el factor restrictivo más importante. La exploración del volumen de recursos financieros posibles para el proyecto nos indica hasta dónde se podrá llegar en la búsqueda de alternativas de tamaño. (siempre y cuando la demanda no sea inferior a este límite).

c) Economías de escala

Este es un factor bien importante en proyectos donde se pueden obtener rendimientos crecientes por concentración de tamaño, lo que se refleja en costos unitarios menores. Mencionemos como ejemplo la concentración escolar para atender a 200 alumnos con 6 profesoras, frente a la alternativa de 5 escuelas independientes cada una con 2 profesoras. O el relleno sanitario que pueden organizar en consorcio tres municipios contiguos, ante la opción de cada uno hacerlo por su cuenta, repitiendo algunos de los costos comunes.

d) Tecnología

La tecnología disponible puede ser factor determinante del tamaño en situaciones como las siguientes:

- para ciertos tipos de procesos, los proveedores de tecnología no producen soluciones por debajo de una capacidad determinada;

- inflexibilidad o discontinuidad en el dimensionamiento tecnológico, de manera que las configuraciones disponibles en el mercado presenten saltos importantes de capacidad, lo cual lleva al proyecto a tomar una decisión inferior o superior a la requerida (ejemplo, plantas de generación termoeléctrica).

e) **Localización**

Tamaño y localización mutuamente se influyen. Ejemplo: un mercado en el que se pueden considerar diferentes alternativas o combinaciones de alternativas, desde una sola ubicación centralizada (que coincidirá con el tamaño global del proyecto) hasta varias plazas distribuidas estratégicamente, de tamaños menores.

f) **Disponibilidad de insumos**

Pueden darse alternativas de solución en que el tamaño sea determinado, limitativamente, por un volumen de insumos disponibles, inferior a los requerimientos de la demanda o de las posibilidades de financiamiento. Ejemplos: proyectos de extracción y transformación de materiales para construcción, limitados por el potencial de las vetas de arenas, arcillas o piedras. Acueducto, limitado por insuficiencia de fuentes de agua potable.

g) **Estacionalidades y fluctuaciones**

Algunos proyectos están sometidos a variaciones estacionales en la provisión de insumos o en el comportamiento de la demanda, que pueden implicar fluctuaciones importantes en el transcurso del año (cosechas, vacaciones, períodos de lluvias, períodos de sequía). En estos casos, no basta analizar el tamaño en función de cifras anuales o de promedios mensuales, pues se corre el riesgo de dejar desprotegidos los meses de alta estacionalidad. Pero igualmente debe examinarse el costo de un sobredimensionamiento con alto grado de capacidad ociosa durante buena parte del año.

h) **Valoración del riesgo**

En toda decisión de inversión está implícito el concepto de riesgo. El binomio tamaño-tecnología es determinante en el volumen de la inversión del proyecto, lo que exige un alto cuidado en el análisis previo a la decisión. Sin embargo, ciertos proyectos, por la complejidad de su naturaleza, por la insuficiencia de antecedentes y de datos para el estudio, o por el nivel de incertidumbre sobre su evolución futura, pueden presentar un margen de riesgo considerable, lo cual puede ser motivo suficiente para que la persona o entidad a quien corresponda la decisión final, opte por escoger el menor tamaño dentro de un conjunto de alternativas.

B) **LOCALIZACIÓN**

1. **Objetivo**

El estudio de localización tiene como propósito seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social, dentro de un marco de factores determinantes o condicionantes.

2. **De la "macrolocalización" a la "microlocalización"**

En general, un proceso adecuado para el estudio de la localización consiste en abordar el problema de lo macro a lo micro. Explorar primero, dentro de un conjunto de criterios y parámetros relacionados con la naturaleza del proyecto, la región o zona adecuada para la ubicación del proyecto: región, municipio, zona rural, zona urbana, y dentro de éstas las áreas geográficas o subsectores más propicios.

El examen de macrolocalización nos lleva, pues, a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia para después proceder a la microlocalización, o sea a la definición puntual del sitio para el proyecto.^{12/}

3. Factores locacionales

Llamamos factores locacionales a los elementos que influyen en el análisis de localización. Actúan como parámetros orientadores, determinantes o restrictivos de la decisión. La siguiente es una relación de los más comunes:

- a) Ubicación de la población objetivo.
- b) Localización de materias primas e insumos.
- c) Existencia de vías de comunicación y de medios de transporte.
- d) Facilidades de infraestructura y de servicios públicos (energía, agua, alcantarillado, teléfono, etc.).
- e) Condiciones topográficas y calidad de suelos.
- f) Condiciones climáticas, ambientales y de salubridad.
- g) Control ecológico.
- h) Planes reguladores municipales y de ordenamiento urbano.
- i) Tendencias espaciales de desarrollo del municipio.
- j) Precio de la tierra.
- k) Sistema de circulación y tránsito urbano.
- l) Políticas, planes o necesidades de desconcentración.

¹² / En muchos casos la microlocalización no se aborda en la etapa de perfil: las alternativas pueden ser consideradas con criterios generales de ubicación, y se deja para definir la localización puntual una vez escogida la alternativa óptima, o cuando se aprueben los recursos para el proyecto y se proceda a la etapa de diseño definitivo.

- m) Políticas explícitas de desarrollo local.
- n) Políticas sobre distribución urbano-rural de la inversión pública municipal.
- o) Financiamiento.
- p) Intereses y presiones político-comunales.
- q) Protección y conservación del patrimonio histórico cultural.
- r) Tamaño.
- s) Tecnología.

No hay, en general, un factor que sea más importante que otro. La importancia de cada uno de los factores locacionales está asociada a la naturaleza específica de cada proyecto y a las circunstancias especiales que puedan rodear el problema.

4. La microlocalización

Como ya dijimos, consiste en la selección puntual del sitio para la instalación del proyecto, una vez cumplido el análisis de macrolocalización.

Para la decisión de microlocalización tienen especial importancia los siguientes factores:

- Existencia de vías de comunicación y medios de transporte.
- Servicios públicos básicos.
- Topografía y estudios de suelos.
- Condiciones ambientales y de salubridad.
- Control ecológico.
- Precio de la tierra.
- Sistema de circulación y tránsito.

- **Financiamiento.**
- **Tamaño y tecnología.**
- **Conservación del patrimonio histórico-cultural..**
- **Disponibilidad de área para los requerimientos actuales y futuras ampliaciones.**
- **Si se considera la alternativa de alquilar instalaciones en vez de construir, será necesario verificar la capacidad, las facilidades y los costos de readecuación. Idem para compra de edificaciones existentes.**

C) TECNOLOGÍA BÁSICA

1. Concepto y objetivo

Dos de los principales aspectos de los que se preocupa el análisis tecnológico son la instalación física y el sistema productivo del proyecto. En una conceptualización general, podemos entender la tecnología como la forma de hacer las cosas, es decir, el conjunto sistemático de conocimientos, métodos, técnicas, instrumentos y actividades cuya aplicación permita la transformación de insumos en el producto deseado para el cumplimiento de un objetivo específico.

Recordemos que en el Ciclo del Proyecto definíamos a éste como un sistema que se expresa tangiblemente en una "unidad productiva", que recibe insumos, los procesa y entrega un producto (bienes o servicios) para solucionar un problema o satisfacer una necesidad social. La tecnología es, entonces, el componente del proyecto que se preocupa por el diseño, instalación, puesta en marcha y operación del sistema productivo.

El proceso básico es el punto crucial de la tecnología. El proceso productivo está implícito en todos los proyectos. En algunos la transformación es más tangible que en otros. Se da un proceso de transformación siempre que haya un cambio de un estado inicial a un estado final de

características diferentes (tránsito de insumo a producto), logrado deliberadamente como objetivo de la función productiva. Esto es válido para proyectos cuyo producto es tanto un bien como un servicio.

Ejemplos de estados inicial y final en varios tipos de procesos

Proyecto	Estado Inicial (Insumo)	Estado Final (Producto)
Acueducto	Agua en fuente	Agua potable en domicilio.
Matadero	Res en pie	Res sacrificada y beneficiada.
Transporte	Pasajero en origen	Pasajero en destino.
Escuela	Niño sin conocimientos ni formación	Niño con conocimientos y formación y habilidades.
Salud	Paciente (enfermo)	Persona tratada o curada.
Aseo	Basura en calles y domicilios	Basura en disposición final.

En la etapa de perfil basta con tratar los aspectos de tecnología básica, es decir, aproximarse a la conceptualización fundamental del sistema tecnológico (como operará cada alternativa), sin necesariamente entrar todavía a definiciones de detalle.

2. Elementos de análisis de la tecnología

Los siguientes aspectos deben ser objeto de análisis en la definición de la tecnología: ^{13/}

- a) Examen de los objetivos específicos del proyecto.
- b) Definición del producto.

^{13/} Por ahora basta su relación. Lo retomaremos con mayor nivel descriptivo más adelante, en la etapa del diseño del detalle del proyecto.

- c) Diseño y descripción del proceso productivo.
- d) Definición y especificación de insumos físicos.
- e) Definición de equipos.
- f) Requerimiento de mano de obra.
- g) Edificios, construcciones y su distribución espacial.
- h) Infraestructura y obras complementarias.

3. Factores incidentes en la tecnología

Los factores que condicionan la decisión tecnológica son muchos, varios de los cuales ya han sido explicados anteriormente. Mencionemos los siguientes:

- a) Financiamiento (disponibilidad de recursos).
- b) Localización.
- c) Tamaño y su evolución futura.
- d) Economías de escala (también asociado a su tamaño).
- e) Usos y costumbres de la región o localidad y condiciones ambientales.
- f) Características del producto definido para satisfacer adecuadamente la necesidad social identificada.
- g) Requerimiento y disponibilidad de insumos, o interés deliberado en aprovechar insumos autóctonos.
- h) Facilidades del proveedor (precio, financiamiento, asistencia técnica, garantía, servicio de mantenimiento y repuestos).
- i) Obsolescencia y expectativas de permanencia en el mercado de la tecnología que se adopte.
- j) Nivel de riesgos de dependencia del proveedor en situaciones monopolísticas de oferta.
- k) Empleo (políticas de generación de empleo versus alternativas no intensivas en uso de mano de obra).

- l) Políticas arancelarias (para importación de equipos e insumos).
- m) Políticas nacionales sobre adopción de tecnología.
- n) Propósitos deliberados de protección a la industria nacional, regional o local.
- o) Regímenes de licitaciones y contrataciones.
- p) Control ambiental.
- q) Seguridad industrial.

4. Participación de la comunidad

Es importante y necesario involucrar a la comunidad de manera activa y dinámica en el proceso de análisis de tecnología. Esto es más factible en los proyectos pequeños y de este proceder se pueden derivar situaciones benéficas para el proyecto:

- a) Diseño tecnológico que responda a los valores, costumbres, usos y preferencias de los lugareños.
- b) Diseño tecnológico adecuado a las condiciones ambientales específicas (topografía, clima, intensidad solar, etc.).
- c) Posibilidades de aplicación o adecuación de tecnología lugareña (inclusive tradicional), tanto en "formas de producción", como en el aprovechamiento de materiales autóctonos.
- d) Posibilidades creativas en la búsqueda de soluciones. Cuando un problema se examina con los que lo sufren, se mejoran las posibilidades de solución, incluida la aparición de formas creadoras e innovadoras.

D. El desarrollo de las alternativas

El tratamiento físico-técnico a nivel de detalle se justifica al final de la fase de preinversión, una vez que el proyecto esté definido a nivel de perfil, representado por la alternativa que a la postre sea seleccionada como la mejor. No obstante, su análisis básico a nivel de alternativas es necesario para los siguientes efectos:

1. **El análisis de factores condicionantes** sobre localización, tamaño y tecnológica básica, posibilita decisiones anticipadas sobre factibilidad de las alternativas. Ello le introduce eficiencia, racionalidad y realismo al análisis comparativo de las soluciones propuestas, por cuanto desde ahora se pueden **desechar las inviables**, antes de entrar a la elaboración y valoración de los flujos de costos y beneficios.
2. El acopio y apropiación de información sobre los temas físico-técnicos permite reciclar el proceso de análisis, e **incorporar posibles nuevas alternativas** no formuladas en un comienzo durante la identificación. Debe tenerse siempre presente que el proceso de elaboración y análisis del proyecto se efectúa por aproximaciones sucesivas de principio a fin (es decir, iterativo, con retroalimentación sistemática).
3. Permite, sobre supuestos concretos, el **desarrollo conceptual y técnico de las alternativas** formuladas en la etapa de identificación. Así se establecen las **bases suficientes** para la definición de cronogramas de instalación, vida útil de los componentes de inversión, horizonte técnico-económico de la alternativa, todos ellos pre-requisitos para la elaboración adecuada de los flujos de costos y beneficios.^{14/}

^{14/} Al final de la fase de preinversión, una vez se cuenta con el **perfil de proyecto** -representado por la alternativa seleccionada- y al cual le han sido autorizados los recursos para llevarlo a cabo, los aspectos físico-técnicos deben ser retomados para definir los aspectos de detalle que orientarán las fases ejecución y operación. 30% de la población carente de servicio

E. Situación base optimizada

Una de las alternativas que se recomienda examinar en lo posible es la que permite resolver significativamente el problema (o menguarlo) solamente con mejoras mínimas, sin tener que incurrir en costos de inversión. Es decir, con medidas de tipo administrativo, procedimental, o con cambio de métodos, se puede lograr una solución satisfactoria estable o que evite gasto de recursos durante un tiempo determinado.

A este tipo de solución se le denomina "**situación base optimizada**" y su importancia radica en la generación de beneficios arreglando un problema con cambios marginales en la situación actual -o postergando sensiblemente otras alternativas que pueden implicar volúmenes de inversión importantes.

5. Identificación de alternativas de solución a problemas de manejo de residuos sólidos urbanos

5.1. Introducción

Los responsables de los municipios deben tener en cuenta que frente a la variedad de necesidades se presenta una diversidad de soluciones y que debe considerarse no solamente las particularidades geográficas propias a cada municipio, sino también los deseos de sus administrados y las condicionantes inherentes a la gestión de los presupuestos municipales. La higiene, el respeto del medio ambiente, la seguridad, la valorización de los residuos, la economía, son factores que requieren igualmente toda una serie de soluciones diversificadas, a fin de satisfacer de la mejor forma las diferentes necesidades.

A modo de ejemplo, carece de sentido realizar de la misma manera la recogida de residuos en medios totalmente opuestos, ya sean rurales o urbanos, en el centro antiguo de una ciudad, en los grandes conjuntos de edificios del radio urbano o en las zonas residenciales. Asimismo, la elección racional de un tratamiento o de una valorización de residuos no puede ser idéntica en todas partes.

La cadena de operaciones que conduce a la eliminación de los residuos consiste en un proceso bastante complejo. Cada eslabón de la misma exige su propia solución, la cual debe adaptarse al caso específico de cada situación, y a la vez estar en armonía con los otros elementos de la cadena.

Por ello, es necesario desarrollar y poner a punto diferentes sistemas que puedan aplicarse convenientemente a la totalidad de los problemas encontrados.

Los millones de toneladas de residuos sólidos domésticos que se producen anualmente en el mundo, se recogen y tratan mediante métodos muy diversos, teniendo siempre presente unos objetivos de eficacia, economía de recursos, y protección del entorno, bajo la autoridad y el control de los responsables locales.

El objetivo de este capítulo es presentar distintas alternativas posibles de implantar para la solución de problemas en las distintas fases de la gestión de RSU, tanto para la optimización de la situación actual como para soluciones de ruptura.

Un primer nivel en la identificación de las alternativas de solución es la optimización de la situación actual. La optimización de la situación actual o búsqueda de la "base optimizada" consiste en estudiar las medidas que permitan, con recursos mínimos, que el servicio existente funcione de la mejor forma posible.

Para ello, una vez que se ha identificado el problema o la necesidad insatisfecha, es necesario efectuar un análisis de las modificaciones de gestión técnico-administrativa que permitan el mejoramiento de la situación actual. Por lo general, realizar estas modificaciones requiere de inversiones de tipo marginal y su evaluación deberá realizarse en los mismos términos.

Algunas medidas que pueden adoptarse para optimizar la situación actual son:

- Optimización de los procesos técnicos.
- Optimización de los procesos administrativos.
- Optimización de los recursos humanos.
- Optimización del equipamiento.
- Educación medioambiental a la población.

Sea para la optimización de la situación actual o para una solución de ruptura, debe enfatizarse en la necesidad de que el proyecto no se limite a una sola opción, debiendo realizarse un esfuerzo por generar distintas alternativas de solución al problema, cada una de las cuales presentará sus particulares características, costos y beneficios, los que deberán tomarse en cuenta al momento de optar por una de ellas.

Finalmente, es importante recalcar que no existe un método universal que permita identificar alternativas para proyectos de manejo o gestión de RSU, tratándose de un proceso en el que juega un rol preponderante los conocimientos y experiencia de los encargados de asesorar a quienes deban adoptar las decisiones en este ámbito. Por lo tanto, en las siguientes secciones se proveerá información respecto a las alternativas genéricas disponibles en la actualidad para cada fase de la gestión de RSU, señalando sus características, condicionantes, ventajas y desventajas, pero sin intentar otorgar una "receta" aplicable a cualquiera situación.

5.2. Alternativas para la pre-recolección

Tal como se mencionó en el capítulo 1, uno de los grandes problemas que presenta el servicio de recogida es la casi total anarquía que se observa por parte de los ciudadanos a la hora de depositar sus residuos para que los servicios municipales puedan retirarlos. Es por ello que cada municipio debe establecer ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos.

En la actualidad, las principales alternativas disponibles de recipientes para depositar los residuos sólidos urbanos al paso de los camiones de recogida son los siguientes:

Cubos de basura

Durante años ha sido la única forma de recipiente utilizado. Generalmente se fabrican de materia plástica o goma y están provistos de una tapa para evitar los malos olores y la proliferación de insectos.

Los cubos de basura constituyen un producto económico y rústico, pero que exige una intervención manual. Este material permite ofrecer un primer servicio de recogida de residuos, que resulta fácil de organizar y de bajo costo. Su capacidad varía entre 30 y 90 litros.

Bolsas o sacos desechables

Suelen ser de papel o plástico y están provistos de una cinta para su cierre, con lo que se evita los malos olores y el derrame de residuos. En ciertos casos, la utilización de estos sacos puede presentar grandes ventajas, a saber:

- supresión de las operaciones de retorno y mantenimiento de cubos de basura u otro tipo de recipientes.
- facilidad de manipulación para el usuario o servicios de recolección.
- almacenamiento prolongado, ya que los usuarios pueden utilizar la cantidad que les sea necesaria y almacenar los residuos de forma higiénica durante varios días.
- reducción de la frecuencia de la prestación de servicios (caso de viviendas aisladas) y posibilidad de adaptarse a las fluctuaciones propias de la producción de residuos (períodos de mayor afluencia en las ciudades turísticas, interrupción momentánea de los servicios de recogida).

Si sus características técnicas de resistencia a la rotura no son las adecuadas, pueden romperse y su contenido ensuciará la calle.

Además, presentan el riesgo de que el personal operario se produzca lesiones con objetos cortantes o punzantes que vayan en su interior. La capacidad de estas bolsas o sacos varía entre 30 y 110 litros.

En este punto cabe señalar la importancia que han adquirido las bolsas de embalaje de supermercado. Se puede observar el excelente resultado que éstas tienen en sectores de estrato medio y bajo. Su generalizado uso, con buenos resultados, han llevado a la industria a crear soportes y receptáculos adaptados a la medida de tales bolsas.

Contenedores con ruedas

Es un nuevo tipo de cubo de basuras de concepción y diseño original. Se fabrican en material plástico de alta resistencia y están equipados con los siguientes elementos:

- dos ruedas fijas o cuatro giratorias, en función de la forma y capacidad.
- una tapa equipada de bisagra.
- un sistema de enganche especial para la elevación y vaciado automáticos en los recolectores equipados de elevador de contenedores.

Este sistema innovador y de probada eficacia está imponiéndose rápidamente por sus características y ventajas indiscutibles, tales como:

Maniobrabilidad: el sistema de ruedas hace más fácil el manejo y la manipulación durante las operaciones de pre-recogida y recogida. El vaciado automático mejora de forma considerable las condiciones de trabajo del personal.

Rapidez: las operaciones de recolección son más rápidas y se realizan en buenas condiciones de higiene y seguridad. La gran capacidad de estos contenedores permite espaciar las prestaciones de servicios de recogida.

Resistencia: por su calidad y diseño, este tipo de contenedores resiste mejor las inclemencias del tiempo, así como los daños que los animales puedan ocasionar.

Acoplamiento: los contenedores de 4 ruedas están concebidos de forma que se puedan acoplar uno tras otro, facilitando su traslado al punto de recogida mediante un tractor por ello resultan muy adecuados para los grandes conjuntos de edificios.

La distribución de estos contenedores se debe realizar en función del tipo de edificio, número de viviendas, personas que lo habitan, residuos que generan diariamente, etc. Sin embargo, para optimizar su uso es necesario: que los camiones recolectores dispongan de equipo elevacontenedores; facilitar el acceso a los cuartos de basura en los edificios; y establecer un sistema de mantenimiento y limpieza de tales receptáculos.

La capacidad de estos contenedores varía entre 120 y 1.100 litros.

Contenedores de gran capacidad

Pueden ser abiertos o cerrados, y en este caso van equipados con equipo auto-compactador que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos. Construidos con láminas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "ampiroll", "cadenas", etc. Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

Los contenedores abiertos sirven para depositar residuos voluminosos (somieres, electrodomésticos, muebles, etc.), así como escombros, embalajes y materiales diversos; mientras que los contenedores cerrados, que disponen de autocompactador, se utilizan en los grandes conjuntos de viviendas, mercados, hospitales, etc., para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia, reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento. La capacidad de estos contenedores varía entre 5 y 30 metros cúbicos.

Contenedores para recogida selectiva

Estos contenedores pueden tener diversas formas y generalmente se fabrican en material plástico de alta resistencia. Están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de residuo: vidrio, latas, cartones o papeles, plásticos, etc., por lo que se instalan en sectores estratégicos de la ciudad para favorecer la recogida selectiva de aquellos residuos que es interesante someter a procesos de recuperación.

El uso de estos contenedores favorece la recuperación de materias primas para la industria, la disminución de residuos a tratar, la eliminación de materiales no deseados cuando los residuos van a someterse al proceso de compostaje.

Sería de desear que los municipios normalizaran los recipientes o bolsas para utilizar por los usuarios del servicio por la influencia que ello tiene en el coste del servicio y en los sistemas técnicos a adoptar en la recogida.

5.3. Alternativas para recolección y transporte

Tal como se mencionó en el capítulo 1, esta fase comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde que los residuos son presentados hasta que son descargados, bien directamente en los puntos de tratamiento o en plantas de transferencia.

Debe recordarse que esta fase representa entre un 60 y un 80% de los costos globales de la gestión de los RSU y -en consecuencia- requiere una cuidadosa administración.

5.3.1. Alternativas de sistemas de recolección

En la actualidad se pueden distinguir tres grandes grupos de sistemas de recogida:

a) Sistemas tradicionales de recogida domiciliaria.

b) Sistemas que implican inversiones adicionales en barrios y/o edificios.

c) Recogida selectiva.

a) **Sistemas tradicionales de recolección domiciliaria**

Se denomina sistemas tradicionales de recogida a aquellos en los que se recogen indiscriminadamente todos los residuos (a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes tóxicos), en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa. Generalmente estará reglamentado el uso de bolsas.

El hecho de que la recogida se realice desde el lugar de producción de los RSU, no significa que el servicio que se ofrece a los ciudadanos siempre cubra todo el recorrido desde el domicilio hasta la planta de eliminación o transferencia. De este modo, se puede distinguir entre distintos tipos de recogida que suponen una mayor o menor colaboración ciudadana:

- Recogida domiciliaria casa por casa: es el servicio más completo que prácticamente no implica trabajo alguno a las familias o locales afectados, pero que requiere una abundante mano de obra.
- Recogida semimecanizada con cubos especiales por edificios o grupos de viviendas: sólo se requiere el trabajo de colocación en los cubos y permite reducir algo la cantidad de personal por vehículo, así como disminuir los tiempos de recorrido.
- Recogida mecanizada en containers especiales, por manzanas o recorridos de viviendas: implica un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio suficiente para la localización y fácil acceso a los containers.

Pero, permite reducir prácticamente a un solo trabajador por camión la plantilla de recogida, aunque en la medida en que no se compriman los RSU en el container aumenta el número requerido de vehículos.

De forma más estricta que con los cubos se requiere que este material cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, etc.) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

Se podrían adoptar más soluciones intermedias, pero lo importante a tener en cuenta es la relación que existe entre mecanización del servicio -lo que puede representar un abaratamiento de los costes- y mayor colaboración ciudadana y entre disminución de los tiempos de recorrido y mayores necesidades de material adicional.

b) Sistemas que implican inversiones adicionales en barrios y/o edificios

En edificios de nueva construcción se han diseñado sistemas sencillos de tuberías en los que desde cada piso o apartamento se depositan las basuras y quedan recogidas en un lugar central del edificio. A todos los casos en que las inversiones adicionales se limiten a estos aspectos, de hecho se les debe considerar dentro del grupo de sistemas tradicionales, ya que no se ha hecho más que mecanizar el trabajo de colaboración ciudadana.

Quizás el sistema más sofisticado que debería incluirse en este grupo es la recogida neumática diseñada para un barrio o conjunto residencial de amplia construcción. De hecho, no es más que una mejora del sistema anterior, en el que el único desplazamiento posible era la caída vertical. Este método permite desplazar horizontalmente y a mayor distancia los RSU debidamente embolsados. Es el mismo sistema que utilizan algunos centros hospitalarios y oficinas para desplazar paquetes y correo interno. Permite simplificar al máximo la recogida o desplazamiento de los RSU desde el lugar central de recogida por sistema neumático hasta las plantas de tratamiento.

Aunque se podría imaginar una recogida neumática que cubriese el transporte completo de los RSU, en la práctica no parece rentable su implantación, ya que este método suele ser adecuado para el transporte de pequeñas cantidades, no para el transporte final de los RSU de un núcleo urbano.

Existe todo un conjunto de técnicas de tratamiento parcial de los RSU en el lugar de recogida (manzanas, barrios o grandes edificios) que representan uno de los desarrollos actuales más interesantes sobre este tema. Por lo general, los sistemas de recogida neumática llevarán acoplados uno de estos sistemas, aunque su instalación es independiente de la forma de transporte de los RSU. Este conjunto de técnicas cubre desde los containers con compresión hasta las incineradoras de escala reducida, pasando por distintas formas de compresión/trituración de los residuos.

Las pequeñas incineradoras merecen una mención aparte ya que a esta escala de tratamiento reducida difícilmente pueden resultar rentables los métodos que incorporan la purificación de humos y queda fuera de lugar la utilización de centros urbanos de pequeñas incineradoras polucionantes.

Los distintos sistemas de compresión/trituración a pequeña escala se han de contemplar como una posibilidad de organización de la recogida ya que en estos casos no sólo se disminuye la plantilla y tiempos de recorrido sino que también se puede reducir el número de vehículos con el consiguiente ahorro de combustible.

Sin embargo, como contrapartida, estas técnicas requieren: un espacio adecuado en los grandes edificios o conjuntos de viviendas, una inversión adicional importante, y un sistema de mantenimiento/funcionamiento adecuado. Pero, en la medida que aumenten los costos del servicio tradicional, estos métodos pueden empezar a ser rentables.

Existen dos formas posibles de implantación de este sistema: o bien es el propio municipio (o empresa concesionaria) quien realiza la inversión y se responsabiliza de su mantenimiento o bien son los propios vecinos quienes se responsabilizan y quedan compensados con una disminución de la tarifa, proporcional a la reducción de los costes del servicio final de transporte que deberían contratar.

c) **La recolección selectiva**

El único sistema de recogida que tiene en cuenta y presupone un sistema de eliminación posterior es la recogida selectiva, que va unida a los sistemas de reutilización de los residuos. En los últimos años se ha escrito mucha literatura sobre este tema. En muchas polémicas sobre su rentabilidad, a menudo no se ha tenido suficientemente en cuenta los distintos grados y formas con que se puede realizar este tipo de recogida.

El modelo completo o ideal de recogida selectiva supone dos cosas: 1) la participación ciudadana al depositar en bolsas o cubos distintos los principales componentes diferentes de los RSU como pueden ser el papel, los plásticos, el vidrio, metales y residuos orgánicos; 2) la recogida por separado de dichos componentes bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados. No cabe ninguna duda sobre el abaratamiento que supone en la reutilización de los residuos este tipo de recogida, pero sin embargo se debe tener en cuenta:

- Que el sistema de reutilización sea adecuado porque existan mercados de los productos resultantes.
- La recogida se hace más compleja y como consecuencia de ello aumentan los tiempos de recorrido y la dotación o sofisticación de los vehículos. Ya se ha mencionado que la recogida es el componente principal del coste total del servicio de recogida y eliminación de los RSU (entre 60-80%), por lo que este factor de encarecimiento no es en modo alguno despreciable y puede dar como resultado un encarecimiento del coste total del servicio.
- Se requiere un grado de concientización y colaboración ciudadana bastante elevados, ya que para que el sistema sea efectivo, toda la población afectada debe cumplir las normas de selección de los residuos. Dados estos factores de "educación ciudadana", el proceso de implantación del sistema requiere un tiempo adecuado.

Sin embargo, y sin descartar la organización completa de la recogida selectiva, existen bastantes soluciones que simplifican este modelo ideal aunque no hacen tan completa selección de los residuos, a saber:

- Dentro del modelo ideal se puede reducir el número de componentes a seleccionar.
- También dentro del modelo ideal se pueden adecuar los distintos tipos de recogida anteriormente analizados que suponen una mayor colaboración ciudadana y un abaratamiento de los costos de transporte. Así como también se pueden utilizar las distintas soluciones que suponían inversiones adicionales, adecuadas en este caso a la existencia de tipos diferenciados de residuos.
- Cuando la recogida selectiva se realiza porque en último extremo existen mercados de los productos resultantes, se puede instrumentar un sistema opcional de recogida con incentivos, bien sea con la compra de papel, vidrio, etc., o porque el ciudadano sólo pague por la recogida y eliminación del volumen de residuos no diferenciados. De hecho esto supone que la rentabilidad de la reutilización puede cubrir el costo del transporte y restringe bastante las posibilidades efectivas de este tipo de soluciones. Esta posibilidad se podría contemplar o bien como forma de tránsito gradual hacia la recogida selectiva completa, o bien sin más incentivos adicionales que el abaratamiento que se puede obtener en los costos y por tanto en la tarifa que se cobra al ciudadano.
- La forma más sencilla y rudimentaria de seleccionar los residuos es tener en cuenta los distintos tipos de RSU que se producen en un núcleo urbano por áreas de producción. Por ejemplo, si se recogen por separado los residuos de los mercados, de las áreas en que prácticamente sólo existen oficinas o centros comerciales, etc., se obtiene una diferenciación importante de los residuos. Ahora bien, para que una solución de este tipo resulte rentable, el desarrollo de una planta de reciclaje sólo parece posible en grandes núcleos urbanos.

En algunas ciudades europeas -como por ejemplo Barcelona- se da este tipo de diferenciación de los residuos por lugar de origen o barrios. Esta diferenciación no soluciona el proceso de reutilización sino que se adecua a la incineración de los residuos, ya que los distintos tipos de residuos contienen un poder calorífico diferente.

5.3.2. Decisiones complementarias al sistema de recolección

Habiéndose seleccionado un sistema de recogida, a lo menos debe adoptarse decisiones en cada uno de los siguientes aspectos:

a) **Frecuencia de la recolección:** dependiendo de las condiciones climáticas, del grado de generación, del área socio-económica, etc., se debe establecer la frecuencia de recogida de los residuos con periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costos serán función de esta periodicidad.

b) **Horarios:** para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario en que exista menor intensidad de tráfico y cree menores problemas por impacto ambiental. Las circunstancias apuntadas coinciden con horarios nocturnos. Los residuos sólidos de tipo comercial se prestan mejor a una recogida diurna que debe coincidir con la de menor intensidad del tráfico.

La elección de una u otra forma de realización del servicio de recogida de basuras (diurna o nocturna) no debiera ser fruto de una decisión poco meditada por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como: alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc., que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

Uno de los problemas que pueden originarse al pretender poner en práctica un servicio de recogida nocturna, es el ruido que producen los vehículos recolectores.

Este ruido no es solamente el producido por el motor, generalmente diesel, sino además el producido por los propios mecanismos de compresión del equipo recolector. El primero de ellos es difícil de eliminar por sus propias características y porque en muchos de los casos, los servicios de mantenimiento no se preocupan demasiado de que los motores y sus sistemas silenciosos de expulsión de gases, estén verdaderamente ajustados. Este inconveniente solamente se ha podido resolver con la utilización en algunas ciudades de chasis movidos por tracción eléctrica, mediante motores eléctricos alimentados por baterías de plomo de gran capacidad. Este sistema realmente poco utilizado en la actualidad, tiene una serie de ventajas, pero tiene la limitación de capacidad de las baterías, no habiéndose superado todavía autonomías de más de 100 km. y de la dificultad de superar ciertas pendientes, por lo que su utilización podemos considerarla restringida a cierto tipo de ciudades o itinerarios de recogida.

Respecto al problema del ruido que producen los propios mecanismos de compresión de los vehículos, es importante el avance que se ha producido en su eliminación, siendo fundamental a la hora de decidir una adquisición de este tipo de equipos, el realizar por los Servicios Técnicos Municipales un exhaustivo estudio de los distintos sistemas que ofrece el mercado.

Independientemente de las características técnicas del material a utilizar para un servicio nocturno o diurno, antes de decidir por uno u otro, se deberá tener en cuenta -tal como se indicara anteriormente- las características urbanas de la ciudad, pudiendo señalar una clasificación que no pretende ser limitativa, sino meramente enunciativa, por la multitud de casos particulares que pueden presentarse y que podrían llevar al convencimiento de que lo más adecuado sea hacer un servicio de recogida nocturno o diurno, solamente para determinada zona de la ciudad:

- Poblaciones turísticas: por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes donde se depositen los residuos por los usuarios, permanezcan en las calles durante la noche.

- Poblaciones con un centro urbano congestionado: en ellos, evidentemente, deberíamos ir a realizar un servicio de recogida con carácter nocturno para evitar las dificultades de tráfico a primeras horas de la mañana y las perturbaciones que ello pudiera ocasionar.
- Grandes y medianos núcleos urbanos: la práctica aconseja realizar el servicio de recogida en horas nocturnas salvo en zonas periféricas o de deficiente iluminación.

Tal como ya se indicó, en aquellas poblaciones donde es fácil diferenciar dos o varios sectores distintos de forma de vida, se podría sugerir la conveniencia de realizar un servicio mixto de recogida de basuras, realizando con carácter nocturno la de carácter domiciliario y de centros comerciales, desarrollando el servicio con carácter diurno o de madrugada en polígonos industriales y zonas de recreo. Se entiende que cada población requiere un estudio previo específico antes de adoptar una u otra solución, pudiendo llegar el caso que por la complejidad de rutas e itinerarios de determinadas poblaciones, sea aconsejable el procesar todos los datos incluso por computador.

c) **Factores que influyen en los tiempos de recolección**

En la recolección propiamente dicha podemos destacar los siguiente factores como influyentes en los tiempos de recogida:

- a) Tipo de receptáculo.
- b) Ubicación del receptáculo.
- c) Número de recolectores.
- d) Tipo de zona o sector.
- e) Calidad de las vías de circulación.
- f) Tránsito de vehículos.
- g) Hora en que se realiza la recolección.
- h) Climático.

d) **Equipos:** los equipos de recogida de residuos deberán elegirse teniendo en cuenta todos aquellos factores característicos de cada ciudad o área de recogida: el tipo de viviendas, la densidad de la población, el urbanismo; el volumen y el tipo de residuos, las variaciones de estación; la frecuencia o la rapidez con que se requieren los servicios de recogida; la distancia a los centros de tratamiento; los requerimientos en materia de higiene, de estética y de las condiciones de trabajo del personal; el monto de las inversiones y los costos de explotación.

Las principales alternativas disponibles en cuanto a vehículos recolectores, son las siguientes:

- **Camión recolector con caja compactadora**

Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos.

La caja compactadora suele estar construida con chapas de acero especial, de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión, reforzada con vigas y tirantes de acero de gran resistencia y montada sobre un bastidor de soporte sumamente sólido.

El vaciado de la caja compactadora se realiza, generalmente, mediante una placa de expulsión accionada por un circuito hidráulico.

Los camiones recolectores-compactadores pueden ir equipados con un elevador de contenedores que se adapta a los diversos tipos normalizados de 2 ó 4 ruedas facilitando la recogida hermética.

Este tipo de vehículo presenta las siguientes ventajas:

- reducción del coste del transporte por tonelada;
- reducción del tiempo de recogida;
- al ser la caja hermética, se mejoran las condiciones higiénicas, estéticas y de seguridad del servicio prestado.

La capacidad normal de estos vehículos oscila entre 6 y 25 metros cúbicos, es decir de 2 a 13 toneladas de residuos.

- **Camión recolector con caja cerrada sin compactación**

Las características técnicas de la caja son similares a las anteriores en lo referente a corrosión y estanqueidad, pero no disponen de mecanismo compactador por lo que su capacidad de carga es más reducida.

Suelen utilizarse en pequeños núcleos urbanos con poca generación de residuos, mientras que en ciudades de mayor entidad se emplean para la recogida de restos de arbolado y residuos de la limpieza viaria.

- **Camión para contenedores de gran capacidad**

Son vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "ampiroll", "cadenas", etc., para poder levantar y depositar los grandes contenedores sobre el chasis del camión para su transporte al centro de tratamiento.

- **Camión de caja abierta**

Este tipo de vehículos se suele utilizar en áreas rurales donde el volumen de residuos es muy reducido y no se dispone de suficientes medios económicos para realizar un servicio adecuado.

Al estar abierta la caja, si no se instala una lona o red, se vuelan los plásticos y papeles, y además, como la caja no suele tener la adecuada estanqueidad, se produce la pérdida de líquidos a lo largo de todo el recorrido, ensuciando las calles.

En las áreas urbanas, este tipo de camión suele utilizarse para la recogida de residuos voluminosos como somieres, electrodomésticos, muebles, etc.

- **Otros tipos de vehículos**

Dentro de este concepto se incluyen los carros, remolques, volquetes, etc., que son movidos por tracción animal o tractores. Generalmente se usan en el medio rural, en sectores donde el volumen de residuos generados es muy pequeño.

Este tipo de vehículos presenta iguales inconvenientes que los camiones de caja abierta pero indiscutiblemente están prestando un servicio a costes mínimos en áreas rurales de población muy dispersa o de poca densidad demográfica.

En todos los casos, se debe adoptar decisiones sobre la capacidad del equipo, índice de compresión, contaminación por ruidos, relación tara-carga, etc. Las características más importantes a tener en cuenta son:

- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Mayor índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

Y, evidentemente, siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, debe procurarse elegir recolectores de gran volumen de carga para evitar pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

Asimismo, deberá tenerse en cuenta, a la hora de elegir los equipos más apropiados, el poder disponer en el parque de vehículos de aquellos para realizar los servicios especiales que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores, tales como animales muertos, productos sanitarios, derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características no sea adecuada su compresión.

En ocasiones, motivos de eficiencia en el uso de los vehículos pueden aconsejar dividir la función de recogida de la función de transporte, vaciando los camiones de recogida sobre camiones más grandes y más adecuados para el transporte a distancia de grandes volúmenes de residuos. Esta ruptura del sistema de recogida se efectúa en las denominadas **plantas de transferencia**.

La estructura más simple de estas instalaciones se compone de una plataforma elevada en unos tres metros en relación con el nivel del suelo. Esta plataforma es accesible a los vehículos de recogida por medio de una rampa de acceso y sus dimensiones deben permitir la evolución de un vehículo de recogida.

Los camiones de recogida vacían directamente sobre unas tolvas que por gravedad descargan los residuos sobre los contenedores de gran capacidad (25 a 50 m³).

Los compactadores fijos, ubicados en la base de la tolva, compactan la basura que cae en los contenedores, reduciendo el volumen de los residuos y aumentando la capacidad de carga de los contenedores. Según se van llenando los contenedores, son evacuados por camiones provistos de dispositivos especiales para su manejo y luego transportados al centro de tratamiento.

El número de camiones necesarios vendrá dado en función de la distancia al centro de tratamiento y del número de toneladas a evacuar.

En general, se estima necesaria la instalación de plantas de transferencia cuando se genera una cantidad de residuos importantes y la distancia de transporte de los residuos al centro de tratamiento es superior a 15-20 km.

Los principales ventajas de la implantación de una estación de Transferencia los podemos resumir en los siguientes:

- **Economía del transporte:**

En un transporte de transferencia la carga útil legal puede llegar a ser de 18 a 25 toneladas en comparación con las 4 a 10 toneladas del transporte por vehículos recolectores. Lógicamente esto implica menos viajes al centro de disposición final, permitiendo así que la flota de recolección permanezca más tiempo en las rutas de recolección, lo que resulta una importante reducción de los costos de capital y operación.

- **Ahorro de trabajo:**

Los camiones que normalmente realizan la recolección tienen tripulaciones de dos o tres personas, además del conductor. Durante el tiempo "adicional" de transporte del vehículo hacia el lugar de disposición, esta tripulación debe permanecer en el vehículo, lejos de su labor de recogida, con el costo de tiempo y monetario que ello conlleva, con la implantación de las estaciones de transferencia disminuimos este tiempo. Además de que el vehículo encargado del recorrido de la estación de transferencia a la disposición final solo necesita un operario para su operatividad (el conductor).

- **Ahorro de energía:**

Los consumos por Tonelada/Kilómetro transportado son menores en los vehículos de transferencia que en los recolectores.

- **Reducción de costos por desgastes y/o roturas del equipo:**

Debido a la menor cantidad de viajes se logra una disminución en el kilometraje global del recorrido, con la reducción en el desgaste de los equipos que ello implica.

- **Versatilidad:**

La flexibilidad de los sistemas de transferencia permiten cambiar el destino final de los residuos sólidos con un mínimo impacto en la operación de recolección.

- **Reducción del frente de descarga en los rellenos.**

Dado que el tamaño del frente de descarga en el relleno está determinado por el número y tipo de vehículo utilizado, una reducción en el volumen de los mismos resultará en una disminución del área de trabajo en la descarga, lo que producirá mayores condiciones de seguridad debido a reducción del tránsito de vehículos.

- **Posibilidad de reciclado, factibilidad de recuperar material en este punto de acumulación parcial**

e) **Personal:** se debe dotar a los servicios de infraestructura técnica necesaria para alcanzar los mejores resultados, tanto medioambientales como económicos. Se debe fijar el número de empleados por equipos y se limitará el sector del cual son responsables. Se les debe proveer de los medios necesarios para desarrollar su trabajo con la higiene y seguridad que la normativa dicte.

f) **Educación ciudadana:** la colaboración por parte de los usuarios de un servicio de recogida de basuras y en general de todos los vecinos de una determinada población puede posiblemente llegar a ser el problema más difícil con el que se enfrentan todas las administraciones locales.

A la vez que se inicia un servicio de recogida de basuras, se debe planificar una serie de campañas de publicidad por el mayor número posible de medios, con el fin de llegar a crear en el ciudadano una auténtica conciencia del servicio de limpieza, dándole a conocer los medios humanos y mecánicos que se emplean con expresión de sus costos para que se den cuenta de la importancia que su colaboración puede representar a fin de no incrementarlos innecesariamente.

Estas campañas deberían repetirse periódicamente y ser dirigidas muy especialmente en escuelas y centros educativos, para ir creando esta necesaria conciencia de convivencia social, desde los primeros años.

La recogida de residuos debe ser planificada de forma detallada en cuanto a itinerarios a seguir, horarios, número de viajes a realizar, tipo de equipo más idóneo, recipientes adecuados, personal necesario y frecuencia.

Los costos de explotación de un sistema de recogida pueden variar considerablemente en función de las condiciones características con que se realizan las operaciones de recogida. Los costos más elevados se registran cuando en una misma población las viviendas están dispersas, originando grandes desplazamientos y un llenado inadecuado de los camiones recolectores; o bien cuando las poblaciones son muy densas e implican problemas de tráfico y de estacionamiento. La mano de obra, la amortización de equipos, mantenimiento y combustibles, son los componentes que más influencia tienen en los costos de la recogida.

5.3.3. Consideraciones generales sobre la recolección

El personal del servicio de recolección

El personal de los servicios de recogida -sobre todo si se implanta el sistema, que tanto éxito tiene, de emplear un solo operario que realiza la operación completa- ya no debe reclutarse entre los obreros menos calificados. Estos operarios deben superar unas estrictas pruebas físicas, deben estar en posesión de permiso de conducir y, siempre que sea posible, han de contar con el incentivo que supone el ascenso a puestos de más categoría dentro de los servicios municipales. Hay quien recomienda que este personal se reclute entre personas con una media de edad de 27 años, pero tal política podría plantear problemas por entrañar una práctica discriminatoria.

Este personal debe estar provisto de sus uniformes, incluyendo guantes. En la estación de servicio o zona se contará con una sección para guardarropa y servicios higiénicos con agua fría y caliente. Conviene que se le instruya a través de cursillos sobre trato con el público y normas que permitan poner en práctica hábitos de higiene personal, tendentes a proteger al operario y a su familia. Debe ser perentoria la orden de evitar la extracción de material recuperable de la basura.

Generalmente, dos o tres hombres, y ocasionalmente cuatro, se emplean por vehículo. En este último caso, un hombre trabaja a cada lado del camión para manipular los recipientes y el tercero los descarga en el vehículo. El cuarto operario es el chofer y permanece en su asiento. Esta disposición se justifica sólo en un distrito de alta densidad de población en el cual los recipientes son colocados en la acera, lo que permite una manipulación del orden de 500 unidades por día y operario. En cambio, si los recipientes están en el interior de la casa, el rendimiento disminuye a unas 200 a 300 unidades por día y operario.

Consideraciones generales sobre la financiación del servicio

La financiación del servicio se tratará en módulos posteriores con mayor detalle, pero es importante nombrarla como una de las consideraciones a tener en cuenta en la recogida de los residuos. La financiación del servicio de recogida y eliminación de residuos sólidos puede hacerse a base de fondos procedentes del presupuesto municipal, es decir, con cargo a los ingresos obtenidos por el erario municipal a través del régimen impositivo general, o de la recaudación directa de tasas, es decir, mediante un régimen de autosuficiencia económica que no suponga una carga para el presupuesto de la hacienda municipal. El primer sistema parte la idea de que el servicio en cuestión viene a proteger la higiene, salubridad, bienestar y seguridad de la comunidad local.

Un correcto estudio de costos e implementación de tasas y tarifas, permiten un adecuado financiamiento de los servicios. Las tasas que se fijen a los usuarios deben ser proporcionales al servicio que se les preste. Deben establecerse con base en un estudio de tiempos respecto del que en cada caso se invierte en el local o casa del usuario y teniendo en cuenta también el número de recipientes de basuras, que cada uno saca para su recogida, o en alguna otra consideración cuantitativa como ésta. Cuando los ciudadanos de cualquier localidad están habituados a que el servicio de recogida de basuras se preste con cargo al presupuesto municipal, sin tener que abonar

tasa especial alguna, el cambiar a un sistema de abono resultará extremadamente difícil, hasta el punto que en ocasiones puede dar lugar a un cambio en los propios cargos públicos de la Administración local.

Costes y rendimientos.

A pesar de lo sofisticado de muchos de los procedimientos que se emplean para la eliminación de los residuos, el coste de los trabajos de recogida sigue representando cerca del 70 % del total de la inversión en la gestión, tratamiento y eliminación de los residuos sólidos. La determinación de estos costes se realiza teniendo en cuenta los diferentes gastos derivados de las operaciones de recogida, el principio de la determinación de costos descansa en la separación de los elementos proporcionales a la importancia de los servicios a asegurar (que son los costos variables o costos directos) y los elementos independientes del kilometraje recorrido por los vehículos de recogida, que son los gastos fijos (gastos de estructura). Así definimos los siguientes:

A) Costes directos:

Estos gastos comprenden:

- los gastos de los vehículos: amortización, carburantes, lubricantes, neumáticos, conservación y reparaciones.
- Los gastos del personal de conducción y carga.
- Los gastos diversos que afectan a los servicios ejecutados: pesadas, peajes, cánones diversos.

B) Gastos de estructura:

Esta categoría de gastos comprende:

- Los gastos dependientes de los servicios a asegurar: reserva de vehículos, reserva del personal de conducción y carga, gastos de servicios interiores (engrases, sustitución de vehículos en servicio, envíos a reparación), seguro anual de vehículos e impuestos diversos.

- Gastos de garaje y de locales administrativos: alquileres o amortizaciones, impuestos de inquilinato, seguro de incendios, conservación de locales, instalaciones, agua, gas, electricidad, etc.
- Gastos del personal administrativo y subalternos.
- Gastos de funcionamiento que comprenden: gastos financieros, gastos de taller, gastos de explotación y obras sociales.

De este coste de recogida es probable que cerca del 50 % esté constituido por la mano de obra. Consecuentemente, cualquier ahorro que pueda hacerse en los procedimientos de recogida contribuirá sustancialmente a rebajar los costes de todo el programa de eliminación de residuos. La experiencia señala que los métodos de recogida permiten una mejora en la gestión total de los residuos sólidos con una reducción del 25 % respecto de la cantidad anteriormente presupuestada al rediseñar, por ejemplo, las rutas de recolección. No obstante, las modificaciones posibles deben introducirse gradualmente. Al público o generador, en general, no le gusta el cambio, sobre todo si exige cualquier tipo de esfuerzo extra por parte del ama de casa o dueño de vivienda o local comercial.

Mejora de la eficacia de la labor de recogida.

Pueden agruparse bajo siete epígrafes principales las medidas que la comunidad local puede adoptar para obtener un mayor rendimiento por dólar invertido y, al propio tiempo, seguir manteniendo un elevado nivel en la prestación del servicio. Cuatro de estas medidas requieren la cooperación del público -del residente en la casa o encargado del establecimiento mercantil- y tres exigen un estudio y análisis previos por parte de los encargados de la administración del servicio. Veamos cuáles son las medidas en cuestión:

- Un mejor y más eficaz almacenamiento de la basura en el lugar de su recogida (requiere la cooperación del residente).

- Colocación del receptáculo o recipiente de la basura junto al bordillo de la acera o en la calle trasera, manteniendo una adecuada alineación (requiere la cooperación del residente).
- Empleo de bolsas de plástico o papel para sacar la basura, con objeto de facilitar la recogida (requiere la cooperación del residente).
- Atado o envoltura de las basuras de jardines y corrales, formando unos fardos o manojos fáciles de manejar, si es que tales residuos no pueden colocarse en recipientes (requiere la cooperación del residente).
- Organización e itinerarios más eficaces para los vehículos de recogida (requiere previo estudio técnico).
- Adopción de mejores equipos capaces de utilizar el esfuerzo de la mano de obra con mayor eficacia (requiere previo estudio técnico).
- Creación de instalaciones de transbordo de basuras, destinadas a impedir el costoso transporte de cargas relativamente pequeñas hasta puntos de vertido muy distantes (requiere previo estudio técnico).

Consideraciones básicas para la elaboración de un proyecto de recogida de residuos urbanos

En la elaboración de un proyecto de recogida hay que considerar los siguientes aspectos:

- Características de los residuos a recoger.
- Variaciones estacionales de la cantidad de residuos producidos.
- Estructura urbana de cada una de las zonas (edificios comerciales, industriales o domésticos).
- Volumen y densidad de población.
- Tipos de edificaciones.

- Sentidos de circulación viaria y tráfico.
- Ancho de las calles.
- Repercusiones posibles de la recogida nocturna.
- Distancias al centro de eliminación vertedero o descarga.
- Posibilidades de normalización de cubos y recipientes de recogida.
- Ordenanzas municipales.

Una vez que se dispone de esta información, aunque sólo sea de forma aproximada, se puede establecer un servicio racional de recogida de las basuras.

La operación de recogida requiere un planteamiento previo en el que deben considerarse, entre otros, los siguientes aspectos:

- Infraestructura urbana y urbanismo.
- Características de los residuos a recoger.
- Utilización de recipientes y bolsas para el servicio.
- Distancia al centro de eliminación o relleno.

Partiendo de ello, puede estructurarse un servicio de recogida de residuos analizando en el primer punto señalado anteriormente, la importancia que tiene la anchura de calles, tipo de edificaciones, densidad de los lugares a recoger, direcciones de las calles, etc., para elegir no ya el tipo de vehículos recolectores más apropiados, sino la eventual conveniencia de realizar con carácter nocturno este tipo de servicio.

Las características de los residuos a recoger, no tiene en la actualidad fundamental importancia, debido a la utilización por la mayoría de Municipios de vehículos recolectores compresores. Ahora bien, es importante el valorarlos a la hora de elegir el tipo de recolector, pudiendo señalar como características más importantes a tener en cuenta:

- Estanquidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Mayor índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

Y evidentemente siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, debe procurarse elegir recolectores de gran volumen de carga para evitar pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

Independientemente deberá tenerse en cuenta, a la hora de elegir los equipos más apropiados, el poder disponer en el parque de vehículos de aquellos para realizar los servicios especiales que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores antes mencionados, tales como animales muertos, productos sanitarios, derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características no sea adecuada su compresión.

5.4. Alternativas para el tratamiento y valoración

Tal como se mencionó en el capítulo 1, se entiende por tratamiento y valoración de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

La tecnología aporta multitud de soluciones, entre las cuales se puede citar las siguientes:

- **Relleno Sanitario**
 - a) Vertido controlado simple.
 - b) Vertido controlado con trituración.
 - c) Vertido controlado con trituración y compactación.

- **Incineración**

- a) Simple, sin aprovechamiento de energía.
- b) Con aprovechamiento de energía.

- **Compostaje o producción de "compost"**

- **Reciclado o recuperación de materias**

- **Transformación por procesos químicos**

- a) Pirólisis.
- b) Oxidación.
- c) Hidrogenación.
- d) Hidrólisis.

- **Transformación por procesos bioquímicos**

- a) Degradación biológica.
- b) Digestión anaerobia.
- c) Fotodegradación.

- **Aprovechamiento mediante técnicas específicas**

- a) Trituración de vehículos.
- b) Chatarras.

Los sistemas actualmente más utilizados son: el relleno sanitario, la incineración, el reciclado y el compostaje. Hay que hacer constar que si bien el vertido incontrolado es un sistema aún muy utilizado para eliminar las basuras, no puede considerarse como sistema de tratamiento, sino como simple abandono de las mismas.

Se tratará con mayor detalle el sistema de relleno sanitario o vertido controlado, por ser el de mayor utilización y viabilidad en las ciudades latinoamericanas y en especial en aquellas de menor tamaño.

5.4.1. Relleno sanitario o vertido controlado

La alternativa inmediata al vertido incontrolado y a las descargas salvajes, es la instalación de un relleno sanitario, sistema de eliminación de residuos que, en síntesis, supone la acumulación o deposición de los mismos en lugares idóneos, manteniendo bajo riguroso control todos los factores de degradación ambiental. Debe añadirse que este método contempla también la posibilidad del relleno de espacios que han sido objeto de deterioro y que pueden recuperarse para usos ciudadanos.

En este sentido es ilustrativa la recomendación que hace la OMS: "las descargas controladas, no contribuyen solamente a un medio satisfactorio de desembarazarse de los residuos sólidos, sino que pueden contribuir a devolver su valor a tierras abandonadas, y, en circunstancias favorables, servir para la creación de nuevos paisajes". El relleno sanitario se define como: "un sistema para verter los residuos sólidos en el terreno, sin crear molestias o peligros a la seguridad y salud públicas, utilizando para ello los criterios de ingeniería que permiten su confinamiento en el menor volumen posible y cubriéndolos con una capa de tierra al concluir las operaciones diarias, o más frecuentemente si se considera necesario".

La propia ASCE, con referencia a esta técnica, insiste en que "la aparente simplicidad del método no debe considerarse como olvido de la necesidad de continuas y competentes medidas de ingeniería de planificación y control. Por el contrario, la falta de esta ingeniería de planificación, origina casi siempre inconvenientes en el proceso, y se traduce también en serios prejuicios para los recursos de la comunidad".

A ello cabe añadir la conveniencia para la empresa explotadora de mantener buenas relaciones con las comunidades que puedan verse directamente afectadas por la instalación de un vertedero en sus proximidades.

Los siguientes aspectos corresponden al desarrollo de las principales características del vertido controlado.

a) **Emplazamiento de un relleno sanitario**

La elección del emplazamiento de un vertedero viene determinada por numerosas variables entre las cuales cabe destacar la propia disponibilidad de espacios libres aptos para este fin. Habitualmente se han destinado a zonas de vertido aquellas cuya propia estructura y relieve las hacía ineptas para otras dedicaciones: barrancos, laderas, fondos de valle, etc. Si bien es frecuente asociar lo abrupto de estos lugares con la idea de vertidos, cabe señalar que éstos pueden realizarse perfectamente en terrenos llanos (mediante excavación de zanjas), o incluso formando nuevos relieves que puedan contribuir después a mejorar la estética del lugar. Son muy utilizadas estas modalidades en los EE.UU. y en Alemania. Puede señalarse también que si bien la marginalidad de los terrenos abruptos puede comportar un menor costo de adquisición, la práctica diaria de las operaciones puede verse encarecida debido precisamente a las dificultades de movimiento que entrañan. El tipo de emplazamiento tendrá -por tanto- una gran influencia sobre el proyecto general del vertedero, la forma y técnicas de explotación, las características y dotación del equipo a emplear, y en definitiva, en los costos finales por tonelada vertida.

Un elemento importante a tener en cuenta al elegir el emplazamiento, es la distancia hasta el centro de gravedad de la producción de residuos. Lógicamente, debe procurarse que esta distancia sea mínima, circunstancia que está condicionada por la propia disponibilidad de terrenos, las características geológicas de los mismos, la existencia de infraestructura adecuada, el coste de los propios terrenos y la disponibilidad de materiales para cubrir los residuos.

De todos modos, en general puede decirse que una distancia superior a los 25/30 Kms. disminuye seriamente el atractivo económico que esta forma de eliminación supone, exigiendo, para esas o mayores distancias, operaciones de trasvase de las basuras mediante equipos especiales, todo lo cual implica inversiones complementarias de importancia.

Entre las variables a considerar, además de las estrictamente técnicas, tiene especial importancia el aspecto estético. Es conveniente la existencia de una franja de protección, no urbana o de dedicación agrícola, entre el núcleo habitado y la zona de vertido. De no existir, es conveniente establecer una pantalla, mediante plantación de árboles y arbustos. La geología del terreno es de la máxima importancia, y por consiguiente hay que proceder a un estudio completo y profundo de la misma, a fin de dotar los medios oportunos para prevenir la posible contaminación de las aguas subterráneas. La estructura geológica puede facilitar la impermeabilidad del vertedero. De no ser así, habrá que aplicar tecnología para obtener la deseada estanqueidad y protección subsiguiente de las aguas subterráneas. Para este fin pueden utilizarse diversas técnicas.

La técnica del vertido controlado se basa en la deposición de las basuras (seguida o no de su compactación) y su posterior cobertura, cuando menos diaria, con materiales adecuados, generalmente tierras. Pueden emplearse otros productos, tales como cascotes y restos de derribos, arenas, cenizas, residuos inertes procedentes de la industria y de la minería, etc. La posibilidad de obtener regularmente el volumen necesario de tierras u otros materiales aptos, condiciona la instalación de un relleno sanitario.

No es imprescindible la cobertura diaria en el caso de que se recurra a la trituración previa de las basuras. En todo caso debe tenerse en cuenta que los materiales han de ser los precisos para cubrir los RSU, el sellado progresivo de los vertidos y la cantidad remanente para el control de posibles incendios en el vertedero. La técnica de relleno, previa excavación de los terrenos, proporciona, en general, suficiente volumen de material adecuado.

b) Parámetros de diseño de un vertedero controlado o relleno sanitario.

La construcción de un vertedero sanitariamente controlado, incluso ejecutado en forma manual, debe ir precedido del correspondiente proyecto de ingeniería en el que tiene que considerarse datos de partida fundamentales como los siguientes:

- a. Cantidad de residuos a disponer diariamente en el relleno.
- b. Cantidad de material de cobertura que se dispone.
- c. Vida útil del relleno.
- d. Sellado final (consiste en realizar una cobertura final, con el objeto de cerrar el vertedero como tal y poder reinsertarlo).
- e. Uso futuro del área rellenada.

El proyecto en sí debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- a. Estudio y justificación del emplazamiento del vertedero desde el punto de vista social, económico y ambiental.
- b. Estudio de la problemática de la recogida y transporte (tratado en modulo de recogida y transporte).
- c. Estudio meteorológico que justifique la localización elegida, con respecto a los vientos predominantes y pluviometría, con el fin de que las precipitaciones no ejerzan un efecto negativo transformándose en percolado (líquido con alto contenido contaminante procedente de la descomposición de la basura).
- d. Sistema de drenaje de gases en la zona de vertido.
- e. Sistema de drenaje superficial y de lixiviados (percolados).
- f. Estudio de la capacidad total del relleno.
- g. Descripción de la forma de cierre, natural o artificial. Desarrollo de pantallas vegetales, con fines estéticos, ambientales u ornamentales de forma que eviten la acción del viento sobre el vertedero, dispersando así el olor y la fracción liviana de residuos dispuesta.

- h. Programa de la explotación del vertedero. De qué forma se irá ejecutando hasta el término de su vida útil.
- i. Estudio de costos de implementación y operación. (plan de reinserción del vertedero).
- j. Estudio del destino final de los terrenos ocupados.
- k. Estudio de impacto ambiental.

Factores de mayor importancia que se deben considerar

Los principales factores que afectan a un vertedero son los que a continuación se señalan.

- **Compactación**

- **Asentamiento**

- **Contenido de humedad**

El contenido de humedad de los materiales a procesar es otro de los factores a ser considerado en forma especial.

- **Pendientes**

La superficie final debe tener una pendiente comprendida entre el 2% y el 3% y es la misma a dar cuando se realice la capa compactada de cobertura final, para que una vez producido el asentamiento la misma no sea menor que el 1%.

- **Cobertura final**

El manto de cobertura a dar a los residuos debe tener un espesor aproximado de 0,60 m, debidamente compactado en su totalidad.

- **Característica de los suelos a utilizar**

El fondo del relleno debe ser impermeable, siendo el coeficiente de permeabilidad máximo (k) aceptable del orden de 10^{-7} cm/ seg. Para el caso en que se practique el método de trinchera, las paredes laterales admiten una permeabilidad de 10^{-6} cm/seg.

Se puede recurrir a sistemas de impermeabilización artificial como las láminas de PVC o bien la recompactación del suelo hasta conseguir permeabilidades inferiores.

- **Equipos**

Al aplicar la técnica del relleno sanitario o vertedero controlado, será necesario contar con un parque adecuado para poder cumplir la totalidad de las tareas. A tal fin se deberá disponer del equipo que realice las operaciones necesarias de forma económica y apropiada.

El proyecto deberá especificar los equipos a ser utilizados, así como deberá establecer una dotación polifuncional para reemplazos que puedan producirse, por distintas razones, durante la operación del relleno, a fin de asegurar la continuidad de su funcionamiento. El equipo dependerá del tipo y cantidad de residuos recibidos, del material de cobertura y de los métodos de operación dentro del vertedero.

- **Personal**

La construcción de un relleno sanitario requiere la participación de un equipo de personas, las cuales deben estar compenetradas su misión específica y requieren una organización adecuada.

En el proyecto se debe especificar el organigrama funcional que se hará cargo de la operatoria, estableciendo las misiones y funciones de cada uno de los componentes del plantel de conducción, así como las distintas especialidades laborales que se requerirán y el número de operarios, para los distintos turnos de trabajo que serán necesarios.

- **Vigilancia y seguridad**

Se debe controlar el área y no permitir la práctica de selección de materiales (segregación) y el acceso de personal extraño a la obra, controlando el ingreso y egreso de vehículos y las descargas en lugares no habilitados.

- **Instalaciones complementarias**

Estas instalaciones son recomendadas para rellenos de más de 300 Ton/día. La conducción técnica de la obra debe tener oficinas equipadas con el fin que desarrolle sus actividades específicas en el mismo relleno.

El personal deberá contar con vestuarios y estantes individuales para guardar su indumentaria y efectos personales e instalaciones sanitarias acordes para su aseo diario.

- **Mantenimiento de áreas rellenadas:**

Las áreas que ya han sido cubiertas sufren un agrietamiento debido al asentamiento originado al estabilizarse los residuos a través de las cuales puede infiltrarse el agua proveniente de las precipitaciones.

- **Usos de las áreas rellenadas**

c) Control de los trabajos y operatividad del relleno

El control se refiere tanto a la perfecta ejecución de los diferentes trabajos de explotación que exige el vertido, como a la precisión de efectuar éstos, teniendo en cuenta la prevención de daños ambientales y perjuicios ocasionales a la comunidad.

c.1) Formas de depositar los residuos

Las formas de depositar los residuos en un relleno sanitario dependerán de la configuración del terreno y de las condiciones del mismo en cuanto a la posibilidad o no de acopio de la tierra para el recubrimiento de las basuras.

Hoy en día se utilizan tres métodos básicos de explotación de un relleno sanitario: Método de Areas, Método de Trincheras y Método de Vaguada / Depresión.

- **Método de áreas**
- **Método de trincheras**
- **Método vaguada / depresión**

c.2) Trabajos de explotación

Ya se ha hecho referencia a que la elección del emplazamiento condiciona el modo de explotación. Con independencia del control de la posible contaminación que pueda originarse, los trabajos de vertido deben tener un plan de operaciones que consta de tres elementos:

- La recepción de las basuras y su clasificación si fuese necesario. Para ello es preciso la existencia de un sistema de recepción (báscula, área de recepción con posibilidad de examen visual de las basuras, etc.).
- El sistema de accesos y vías de transporte para acceder a las zonas de vertido. Es muy importante planificar debidamente su implantación ya que los desplazamientos innecesarios son muy costosos, los caminos interiores caros de mantenimiento y construcción, y el desgaste del equipo de trabajo considerable. Debe hacerse diferenciación entre camiones de recogida o transferencia en las propias áreas de vertido y aquellos otros que exigen un trasvase en el mismo vertedero que consiste en la descarga de los camiones en un área o playa habilitada al efecto, desde donde las basuras son nuevamente cargadas en vehículos especiales -ordinariamente de dos o tres tracciones- que son los que definitivamente las sitúan en su destino final.

- La existencia de un plan de vertido. No es conveniente, en principio, proceder al llenado sistemático de la totalidad del volumen disponible. La propia configuración topográfica del vertedero lo condiciona, pero a priori, parece más conveniente planificar los trabajos de forma que progresivamente se esté efectuando: la preparación para el vertido y acondicionamiento de zonas (desbroce, accesos, impermeabilización);
- el vertido propiamente dicho (descarga, extendido compactado, cubrimiento) y la aportación de la capa final de cobertura y sellado, y si es posible la recuperación vegetal de las zonas colmatadas y selladas. Es decir, la explotación progresiva de los volúmenes disponibles. Esta forma de actuar permite tanto escalonar las inversiones de infraestructura (accesos, entubado, impermeabilización), como evitar que las aguas superficiales, especialmente las procedentes de lluvia, laven continuamente el total de las masas residuales, disminuyendo por consiguiente la percolación y la recogida y tratamiento de los lixiviados. Las zonas ya rellenas no tienen por qué continuar siendo lavadas una vez se ha colocado la capa de cobertura definitiva y mucho menos si ya se ha instaurado un cultivo de protección vegetal.

Esta forma de operar permite asimismo atenuar también el esfuerzo económico que suponen las inversiones para la cobertura definitiva, el sellado y la implantación vegetal final.

La dotación de equipos mecánicos para los trabajos de vertido viene determinada fundamentalmente por el tonelaje diario de basuras y tierras para manipular, estructura topográfica del vertedero y forma de explotación del mismo.

El tipo de máquinas que se emplea es el comúnmente utilizado en el movimiento de tierras y trabajos de obras públicas. Cuanto mayor es el volumen de residuos a tratar, mayor especialización cabe confiar a cada tipo de máquina.

En vertederos pequeños, las máquinas que se utilizan poseen una mayor versatilidad (por ejemplo, hasta 50/75 Tm diarias una pala cargadora de ruedas puede acoplar y extender basuras, realizar una cierta compactación y proceder al arranque y extendido de tierras de cobertura).

A mayores volúmenes de basuras, cada una de estas operaciones puede optimizarse si se utiliza la máquina más idónea para cada caso.

En las máquinas es usual realizar dos o tres adaptaciones específicas para el trabajo con basuras:

- La adopción de ruedas macizas, o la protección de las mismas mediante cadenas (para las palas de rueda). Con ello la máquina resulta más lenta, pero más eficaz en los trabajos de excavación y compactado y más adaptable en condiciones climáticas adversas.
- La preparación de las máquinas para trabajos de extendido y movimiento con hojas de empuje y cucharones especialmente diseñados para trabajar con residuos domésticos.
- La protección de algunos órganos del motor para impedir la entrada de fragmentos de papel plástico.

Para muy pequeños tonelajes diarios de basura puede recurrirse al uso de un tractor agrícola de potencia media, equipado con pala cargadora y de un rodillo compactador del tipo utilizado en obras públicas, si se desea compactar.

En vertederos pequeños y medianos, las palas cargadoras de orugas o de ruedas (si éstas están protegidas) parecen ser las máquinas más adecuadas. Una combinación de las mismas junto con un bulldozer puede atender rellenos ya mayores. Para los grandes rellenos es necesaria la combinación de máquinas y la dotación de compactadoras equipadas con ruedas provistas de "patas de cabra" que permiten la elevada compresión de los residuos, y por tanto, el mayor aprovechamiento del terreno disponible.

Esta máquina únicamente parece justificarse para tonelajes-día superiores a las 200/250 Tm. En los rellenos con trituración previa, en principio no parecen necesarias, aunque su compactación periódica puede resultar muy conveniente.

c.3) Trabajos de control ambiental en el relleno

La primera cuestión que plantea exigencias al relleno es el agua. Debe proyectarse de forma que las aguas superficiales procedentes de escorrentías de lluvia no entren en contacto con las masas vertidas (independientemente de la lluvia caída directamente sobre el vertedero, que lo percola, lo lava y debe ser recogida posteriormente para su tratamiento). Pueden efectuarse dos formas de protección:

- Canalización de las aguas arriba del relleno para evitar que las penetren los lixiviados. Se utiliza la infraestructura que usualmente se denomina "entubado" del relleno y que forma parte de la obra civil del mismo. Consiste en la colocación de una conducción de aguas -tubo- de diámetro acorde con el volumen de aguas torrenciales a evacuar y cuyas características técnicas están en función de la masa de residuos a soportar.
- Recogida de las aguas de lluvia que puedan escorrer ladera abajo por contacto con los residuos en fase de vertido. La protección suele efectuarse mediante zanjas perimetrales, que, al rodear la zona de vertido, impiden la penetración en ella de las aguas de escorrentía y las conducen al lugar de salida más idóneo. Lógicamente, estas zanjas deben hacerse ascender en el sentido de la pendiente, conforme se eleva la cota de basuras depositadas.

Para evitar que los lixiviados producidos por el vertido, o que la percolación de las aguas superficiales de lluvia, entren en contacto con las aguas subterráneas, es necesaria su recogida y tratamiento posterior. Sistemas de protección específicos son la impermeabilización del fondo y laderas del vertedero y el drenaje, conducción y recogida de los lixiviados para su tratamiento. El sistema de drenaje consiste habitualmente en la colocación de un lecho poroso de grava,

provisto de pendiente en el sentido más favorable, cuya misión es recoger los lixiviados por encima del tubo de protección del vertedero y conducirlos hacia un depósito o balsa de recepción y almacenamiento. Para detectar si el vertedero contamina las aguas subterráneas o superficiales, deben practicarse pozos y estaciones de muestreo, situados aguas arriba y aguas abajo del vertedero, en el sentido del movimiento de las aguas subterráneas que el estudio geológico del terreno haya determinado.

El tratamiento y evacuación de los lixiviados (comúnmente conocidos como "lechadas") es seguramente el problema más complejo que se plantea al explotar un relleno. Dicha complejidad deriva: i) de la composición de las aguas de lixiviado, ordinariamente muy cargadas de productos orgánicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica. Además, contienen otros productos de origen no orgánico, como detergentes, aceites y grasas minerales, metales pesados, etc., constituyentes de las propias materias vertidas, aunque no tienen un específico origen industrial; y ii) de la variación de flujo de lixiviados, que depende del régimen de lluvias y de la forma de explotación del relleno (compactado, formación de células, etc.).

Por sus especiales características estos lixiviados no deben verterse a cauce público. Las formas de evacuación y tratamiento que se suelen utilizar son las siguientes:

- Reincorporación al relleno, con objeto de disminuir su cantidad, por evaporación, y favorecer el proceso fermentativo; objetivos ambos que hasta la fecha no parecen haber tenido una confirmación clara.
- Depuración, lo cual comporta gastos importantes dada la composición de los lixiviados. Esta operación comporta la recepción del lixiviado en balsas de regulación y almacenamiento; decantación de las materias en suspensión mediante la adición de productos químicos;

- oxidación de las aguas resultantes mediante aparatos de aireación; dilución de los lixiviados para permitir su tratamiento; cloración y tratamiento específico; control analítico de los vertidos resultantes; extracción de los fangos decantados.
- Recogida en transportes especiales y conducción a la red de saneamiento urbano o la estación depuradora de aguas residuales.
- Lagunaje, con el cual se consigue su evaporación natural. Se vierten a continuación los fangos finales detenidos (sistema que entraña molestias ambientales no despreciables: olores pestilentes, insectos, etc.).
- Solidificación, por absorción química, que permite la obtención de una materia inerte, similar a tierra, que se puede utilizar como material de cobertura o de relleno en el propio vertedero (el producto resultante retiene en su estructura molecular los contaminantes presentes en los lixiviados). Este sistema comporta una adición importante a los costes, pero resulta mejor que la depuración *in situ* o el transporte hasta depuradora urbana.

La segunda cuestión que plantea exigencias es que la materia orgánica sometida a fermentación anaerobia genera gas metano (CH_4) junto con otros gases, y que este gas, al migrar al exterior de la masa vertida, debe difundirse en la atmósfera. Las medidas de control consisten precisamente en favorecer la migración exterior del gas, impidiendo que se acumule en bolsas o permanezca en el interior de la masa vertida. Las técnicas más utilizadas son:

- Impermeabilización de las paredes del vertedero para impedir que los gases penetren en el terreno, forzándolos a salir al exterior.
- Colocación de barreras porosas (grava, cascote, otros materiales, incluso cubiertas de coche, fragmentadas o no) situadas de forma perimetral o transversalmente a las capas del vertido a fin de permitir una mayor facilidad a la emanación natural del gas.

- Colocación de chimeneas de salida, sistema que suele practicarse en algunos vertederos, incluso en las fases de relleno y regeneración. Supone una práctica válida para la recuperación y aprovechamiento energético del gas.

El control de los gases disminuye sensiblemente las causas de fuego en un vertedero.

También contribuye a ello la compactación de las basuras y su cobertura periódica, así como la señalización adecuada en el vertedero de los puntos que puedan entrañar riesgo, el equipamiento de los vehículos y máquinas de un sistema de escape de gases provisto de dispositivo antichispas,

la dotación de equipos contra incendios, remanente de agua, un camión cisterna y la disponibilidad en todo momento de suficiente volumen de tierras para aportar al punto de combustión.

El control de roedores -ratas y ratones- tampoco es tarea fácil. El compactado y cobertura diarios de las basuras contribuyen a evitar su proliferación, pero debe mantenerse las zonas de vertido y entornos, libres de desperdicios frescos; y hay que proceder a trabajos de desratización.

En determinadas épocas puede ocurrir también que la población de moscas y mosquitos proliferen de forma alarmante. A las medidas preventivas explicadas hasta ahora debe añadirse la utilización combinada de insecticidas, bien sea en tratamientos de choque mediante productos de alta dispersabilidad y de acción inmediata (pero que tienen el inconveniente de su escasa permanencia) sobre las capas de basura, bien sea mediante tratamientos preventivos, con productos de elevado índice de residualidad, sobre las zonas próximas al vertido: tierras, matorrales, hierbas, etc. Tanto en el control de roedores como en el de insectos es aconsejable la variación periódica de las materias activas.

En cuanto a protección general del relleno, es aconsejable el vallado y cerramiento de las zonas de vertido.

d) Recuperación y utilización posterior de rellenos

El sistema de vertido permite el aprovechamiento de terrenos marginales mediante su llenado con basuras y residuos, siempre y cuando se efectúe de forma ordenada y siguiendo la técnica de sellado sanitario. En el aprovechamiento de estos terrenos y en su utilización posterior para usos comunitarios (cuando no en su posible plusvalía económica), reside una de las razones que más pueden favorecer la instauración de vertederos controlados, razón que en un futuro posiblemente habrá de contribuir a cambiar la pésima imagen que el vertido como forma de eliminación de residuos, tiene en la actualidad.

El destino final y la forma de recuperación han de planificarse ya desde el proyecto del relleno para permitir la recuperación de unos necesarios espacios, que de lo contrario continuarían estando fuera de la posibilidad de goce ciudadano.

En el caso de descargas salvaje, la única forma para proceder a la regeneración es mediante su limpieza integral, es decir, retirando los materiales abandonados con la ayuda de máquinas y medios de transporte para proceder a su disposición definitiva en un relleno sanitario.

En el caso de vertederos incontrolados cabría diferenciar tres tipos: los que pueden transformarse en rellenos sanitarios o, clausurados definitivamente pueden ser sellados y regenerados; aquellos otros que exigen mayores trabajos, usualmente la extinción de incendios interiores con la precisión de desmontar los residuos en combustión, esparcirlos en capas delgadas y extinguir los fuegos con agua, tierras y la subsiguiente ayuda de medios mecánicos; y los que son totalmente irrecuperables por hallarse situados en un lugar tal que la contaminación de aguas es permanente, salvo que se desvíen los cursos de agua, se aíslen totalmente las masas vertidas, o sean desmontados para su carga y transporte a un vertedero que reúna condiciones de seguridad.

El reacondicionamiento mínimo que habrá que efectuar de los vertidos salvajes e incontrolados es un reto que deberá afrontarse con espíritu comunitario de sacrificio económico ya que su costo será importante.

Los trabajos de adecuación final de un relleno sanitario se denominan de sellado, el cual implica las siguientes operaciones:

- Compactado y cobertura de capa final.
- Colocación, si fuera necesario, de los sistemas para la evacuación de gases.
- Aportación de la capa final de cobertura de un mínimo de 70/100 cms. de grosor.
- Colocación de una barrera impermeable (se utilizan para ello las técnicas conocidas: arcillas, láminas, membranas, proyecciones), o de un sistema drenante, mediante tubos de dren agrícola situados sobre un lecho de arena de 10/15 cms. de espesor. Esta obra tiene por misión evitar que las aguas de lluvia puedan percolar a través de la capa exterior de tierra vegetal, alcanzando la masa residual vertida y continuando su acción de lavado, así como evitar que, por capilaridad, los contaminantes presentes en las basuras puedan ascender hasta alcanzar la capa vegetal, con lo que puede afectar tanto a la cubierta vegetal implantada como a las aguas superficiales que puedan discurrir por ella.
- Aportación de las tierras vegetales necesarias a la cobertura final, cuyas características han de permitir la progresión de las plantaciones. No es fácil disponer de suficientes volúmenes de esta clase de tierras, pues según sea el destino final del vertedero (reforestación, cultivo agrícola, parque forestal) la capa puede exigir un espesor de hasta 100 cms. Para resolver este problema puede contarse con la separación para su utilización final de las tierras superficiales extraídas en los trabajos de obtención de las cubriciones diarias; la importación de tierras vegetales de otras procedencias, lo cual exige costes importantes y la elaboración de las tierras vegetales in situ, bien sea por fertilización artificial de tierras inertes mediante aporte de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, bien sea mediante instauración temporal de una

cubierta vegetal tapizante (mezcla de leguminosas y gramíneas), que permite disponer de una importante masa vegetal enterrada que confiere a las tierras originales buenas cualidades agronómicas.

Este último es el sistema que parece más aconsejable.

- Implantación definitiva del tipo de vegetación que se desea. Como ejemplos de destino final de vertederos cabe señalar que los aparcamientos de automóviles del Aeropuerto La Guardia de Nueva York, EE.UU., se hallan edificados sobre un antiguo relleno

En cuanto a la dedicación a usos públicos, en especial como parques, campos de deporte, terrenos de golf, etc., son numerosísimos los precedentes que existen en Gran Bretaña, EE.UU., Alemania o Francia.

Consideración especial merece el tema de la regeneración ecológica, tanto por la progresiva desaparición de espacios naturales próximos a los núcleos habitados, como por haber sido práctica desafortunada la dedicación a zonas de vertido de espacios provistos de una intrínseca riqueza natural y científica.

En tales casos, la recuperación no debiera ser únicamente vegetal, sino que en la medida de lo posible debe contemplar la reimplantación ecológica, tanto desde la vertiente vegetativa (reconstrucción de fitocenosis), como desde la puramente paisajística (estructura topográfica típica del entorno). En este sentido deben extremarse todavía más las medidas de control y protección de la masa residual. De cualquier manera, parece imprescindible la utilización de los materiales originales del ecosistema (suelo, rocas, especies vegetales típicas, etc.), evitando la introducción de especies exóticas, que únicamente vendrán a alterar y probablemente a degradar todavía más el equilibrio ecológico dañado.

e) **La importancia de la participación ciudadana**

En general, los vertederos tienen una pésima imagen pública. Aparte de las molestias que los vertidos incontrolados ocasionan a la población y de la degradación ambiental inducida, las decisiones políticas de instalación o mantenimiento de determinados vertederos pueden dar lugar a la crítica de actuaciones consideradas como poco democráticas o tomadas de espaldas a los intereses comunitarios. No se entra aquí en el análisis de esas posiciones críticas, pero sí debe señalarse que en cualquier nuevo proyecto de instalación de un vertedero controlado hay que contar con la opinión ciudadana.

Si a la posición de defensa de un derecho ciudadano, se agrega la posibilidad de recibir molestias (ruidos, polvos, ratas, malos olores) y la degradación del medio ambiente del entorno (contaminación de las aguas, incendios, humos), la oposición puede llegar a ser muy intensa y a comprometer seriamente el proyecto. Sin ánimo de manipulación de esta legítima acción comunitaria, es evidente que si el proyecto se ha desarrollado siguiendo las pautas técnicas señaladas, ha de ser perfectamente defensible ante la opinión pública. De ahí el interés en informar fielmente de cómo se han de llevar a término los trabajos de vertido, alternativas posibles que se han considerado, impacto ambiental producible, alcance de las molestias, medidas precautorias y de control y balance económico.

Dentro de la tónica de información pública, deben preverse y establecerse fórmulas que permitan la participación ciudadana en la gestión del relleno, muy en especial en lo referente al control de las molestias, y al posible impacto ambiental (análisis de aguas, emisión de humos y olores, clase y origen de los residuos vertidos, etc.). Para evitar posiciones enconadas, los órganos de gestión del vertedero deben recibir y tratar de resolver todas las quejas y sugerencias ciudadanas.

f) **Tipos de vertedero controlado**

Las llamadas **descargas simplificadas** constituyen una forma práctica y barata de tratar las basuras en las pequeñas aglomeraciones urbanas. La explotación se inicia con la simple entrega y descarga de las basuras en un área acotada al efecto. Debido a la pequeña cantidad de residuos depositados y a la escasez de medios de los municipios que puedan verse afectados, no se justifica la instalación y equipo permanente necesarios, ya que su costo de adquisición puede implicar una inversión desproporcionada al volumen de residuos a tratar, siendo imposible su amortización racional.

La consecuencia lógica de las descargas simplificadas es pensar en la organización de un servicio mancomunado de recogida y tratamiento de basuras; pero mientras no se realice puede establecerse esta fórmula, que resulta económica y reduce el impacto ambiental que ocasiona el vertido totalmente incontrolado.

El lugar elegido debe reunir las condiciones geológicas adecuadas de forma que no haya posibilidad de contaminación seria de las aguas (contaminación por otro lado limitada si se tiene en cuenta el reducido tonelaje de basuras a depositar). El área habrá de protegerse mediante vallado y señalización; debe haber, además, compactación periódica (al menos semanal), control periódico de parásitos y descarga de las basuras en capas delgadas, no en acumulaciones de altura, con recepción únicamente de aquellos residuos que hayan sido previamente autorizados, reservándose la entrega de los considerados como especiales al horario de los trabajos de cubrimiento

Se denomina **relleno controlado** aquel tipo de relleno que cumpliendo varias de las condiciones exigidas a los rellenos sanitarios, no reúnen la totalidad. El defecto puede ser: de medidas y trabajos de control, de suficiente dotación de equipo, de instalaciones, etc. En todo caso, nunca se considerarán dentro de este grupo aquellos que ocasionen contaminación importante de aguas o se hallen en situación de incendio.

Su evolución lógica es, o bien pasar a relleno sanitario -y por tanto dotarse técnicamente de la infraestructura, equipo e instalaciones necesarios (con la aplicación del subsiguiente plan de operaciones, trabajos y controles)- o bien proceder a su clausura, acondicionado debidamente el espacio mediante su sellado y cobertura vegetal.

El **relleno con compactación y desgarre** es un relleno sanitario convencional, al que se ha dotado de equipos especiales de compactación del tipo "pata de cabra" o similares. Las ventajas del compactado son las siguientes:

- aumenta la densidad de la masa vertida, con lo cual disminuye su volumen, y por tanto prolongará la vida útil del relleno.
- ofrece una mayor homogeneización de los residuos, como consecuencia tanto de la propia compresión como de la dilaceración o desgarre que experimentan por la acción de las ruedas del compactador dotadas de "pata de cabra" o de cuchillas;
- permite evitar incendios al disminuir la porosidad de la masa vertida ya que se limita la acumulación de gas metano y se dificulta la penetración del aire de la misma;
- disminuye la percolación ya que los residuos fuertemente compactados se hacen casi impermeables al paso del agua;
- permite, en determinadas ocasiones, el espaciado de la cobertura (siempre y cuando las capas de residuos, una vez compactados, sean de un máximo de 80 cms. de espesor y el compactado se haya efectuado diariamente);
- dificulta la proliferación de roedores, aunque en modo alguno la inhibe;
- mejora el aspecto general del relleno.

Puede decirse, en términos generales, que hoy en día es inconcebible que rellenos con una capacidad operacional por encima de las 250 Tm/día -salvo que utilicen técnicas especiales- no estén equipados con estos equipos de compactación. Las marcas comerciales de compactadores que se hallan presentes en el mercado son variadas. Se pueden clasificar en dos grupos: las que son adaptaciones de compactadoras articuladas (de obras públicas) y las que han sido especialmente concebidas para trabajar sobre basuras.

Todas presentan suficiente garantía operacional, pero cuando se trata de importantes volúmenes de basuras, las del segundo tipo acostumbran a dar un mayor rendimiento, a la par que presentan mayor robustez mecánica.

El **relleno con trituración previa** presenta una serie considerable de ventajas junto a unos mayores costos de inversión, si bien no forzosamente de explotación, aunque esto está en función de las características del relleno. Los costos de inversión sólo se justifican plenamente cuando el triturado de los residuos sirve además para optimizar su transferencia a grandes distancias. En tal caso, la combinación: planta trituradora-estación de transferencia-transporte especial-vertido de material triturado, supone una clara mejora del proceso. Más cuestionable resulta la instalación de la trituración en el propio relleno.

Las ventajas derivadas de la trituración previa de las basuras y de su vertido en tales condiciones son las siguientes:

- aprovechamiento máximo del volumen del relleno como consecuencia del excelente asentamiento de la masa residual;
- reducción de la masa (efecto derivado de la descomposición aerobia que puede producirse en ella, se llega a alcanzar un grado de mineralización considerable en un poco tiempo);
- más facilidad en los trabajos de explotación al no ser imprescindibles las coberturas diarias;

- disminución y prácticamente eliminación de los riesgos de incendio en el relleno;
- limitación de las emanaciones de gas metano;
- disminución del impacto producido por la dispersión de papeles, plásticos, polvo, etc.;
- mejora general del aspecto del emplazamiento como consecuencia de lo anterior y de la mayor homogeneización de la masa residual vertida;
- disminución de la población de roedores, ya que, en medio aerobio, la fermentación es capaz de generar una temperatura que impide a estos animales su permanencia en el vertido (similar argumento es aplicable a la proliferación de insectos, pues está demostrada la disminución de vectores biológicos);
- una más rápida y mejor recuperación final del emplazamiento, al optimizarse el asentamiento de la masa y al limitarse la producción de gases;
- posibilidad de elaboración de compost o de una enmienda orgánica, en el propio vertedero, por fermentación natural.

Este último punto puede revestir gran interés para la preparación de la cobertura final y para la rápida progresión de la cubierta vegetal. Parece ilógico no aprovechar la infraestructura de tratamiento que implica la trituración para implantar -con todas las consideraciones y limitaciones que cada caso exija- procesos secundarios de reciclaje y compostaje, de forma que el material a verter sea mínimo y de una composición tal que, una vez separada la materia orgánica, apenas implique riesgos. La argumentación es también válida para aplicarla a la posibilidad de incinerar basuras trituradas, máximo si previamente se las ha separado una parte de la materia orgánica.

Debe citarse el **vertido de bloque o "high baling"** que se basa en someter los residuos a un proceso de compresión tal, que permite transformarlos en "balas" de gran tamaño y peso y elevada compactación. Esta operación facilita no sólo el vertido -ya que sus especiales características permiten efectuar cualquier relleno sin riesgos graves de deterioro ambiental- sino también el transporte.

Los bloques pueden verse sin mayor complicación e incluso utilizarse como sustrato en determinada clase de obras públicas. Es factible someterlos a un recubrimiento mediante asfalto o cemento, de forma que quedan protegidos exteriormente y son aptos para su colocación como sub-base de carreteras, en la construcción de diques y puertos, etc.

Estos casos no constituyen propiamente casos de vertido, sino una determinada manera de aprovechamiento de las basuras. Nuestros residuos urbanos, con un porcentaje de hasta un 90% de humedad y con escaso contenido celulósico -papel y cartón- en relación al de los países industrializados, hacen que este procedimiento aquí sea hoy por hoy inviable.

Los vertederos controlados presentan frente a los otros sistemas de tratamiento las siguientes

ventajas:

- Fácil implantación.
- Costes reducidos de instalación y funcionamiento.
- Capacidad de absorber variaciones de producción.
- Escaso impacto ambiental cuando su proyecto y gestión son correctos.
- Posibilidad de utilización, una vez clausurado, como campo de deportes, zona ajardinada, lugar de campamento, etc.

Como **inconvenientes** se pueden considerar:

- La necesidad de grandes superficies de terreno.
- Su ubicación alejada de los núcleos urbanos con el consiguiente encarecimiento del transporte de los residuos.
- La imposibilidad de aprovechamiento de los recursos contenidos en las basuras.

En cualquier caso, hay que considerar que el relleno es un sistema complementario de cualquier otro tipo de tratamiento, puesto que todos producen rechazos que hay que eliminar.

g) Determinación de costos

Para la determinación de los costos de un relleno sanitario consideramos todos los insumos afectados en forma objetiva a la faz operacional, dejando de lado elementos subjetivos, cuya ponderación tiene raigambres locales, difíciles de generalizar hasta el momento.

Es por ello, que no se considerará el valor del terreno antes de ser rellenado ni tampoco el que tendría después de concretadas las obras, ya sea de relleno u obras de destino final a dar al área. La devaluación o revalorización eventual del entorno al perímetro de emplazamiento es otro tema que se excluye en la determinación de costos.

El impacto ambiental producido por el centro de disposición y su relación con respecto a la aplicación de otras técnicas, da lugar a valores imponderables, algunos de ellos de naturaleza política, por lo que resultará improbable su determinación o estimación precisa. Es así como este desarrollo se limitará a la ponderación de los ítems que componen la obra a ser ejecutada.

Si se agruparán los ítems que integran el costo en fijos y variables; los primeros son independientes de la operación y los segundos son directamente proporcionales a la productividad del centro de disposición. Los beneficios empresariales están prorrateados en los distintos valores porcentuales de los ítems que se consideran.

Costos fijos. Este costo está constituido por la inversión que es necesario realizar para comenzar la recepción de los residuos. Comprende los siguientes ítems:

1. **Proyecto y Dirección de obra.**
2. **Infraestructura.**
3. **Preparación del terreno.**
4. **Costos financieros.**
5. **Equipamiento.**

Costos variables : Estos costos están compuestos de todos aquellos insumos que se afectan en forma proporcional en la operatoria del relleno sanitario, a saber:

1. **Personal.**
2. **Combustible y lubricante.**
3. **Otros insumos:**
 - Aridos finos, utilizados para conformar la capa de rodamiento de la trama vial interna.
 - Tuberías de hormigón, para realizar las cámaras de control del líquido percolado.
 - Piedra partida para rellenar las zanjas recolección del líquido percolado.
 - Material de cobertura de las celdas
 - Semillas para fijar el desarrollo de vegetación (en manto de cobertura o áreas vegetales)
 - Consumo eléctrico en el transcurso de la operación.
 - Otros servicios (agua potable, teléfono).
 - Mantenimiento de equipo, básculas y otros.

5.4.2. Incineración

La incineración es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

La reducción de peso es aproximadamente del 70% y el volumen del 80 al 90% dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

Toda planta incineradora de residuos urbanos debe estar proyectada para realizar las siguientes operaciones:

- Recepción, pesaje y almacenamiento.
- Alimentación y dosificación de hornos.
- Extracción de cenizas y escorias.
- Refrigeración de gases.
- Tratamiento de los gases de combustión.
- Transporte de escorias.

Las distintas partes del incinerador deben cumplir una serie de requisitos mínimos para poder transformar los residuos en ceniza o escorias prácticamente inertes; para conseguir que los gases de combustión contengan la mínima cantidad de polvo y para que el agua utilizada en el proceso no represente un peligro de contaminación.

La utilización del sistema de incineración para tratar los residuos sólidos urbanos presenta las siguientes **ventajas**:

- Escasa utilización de terrenos.
- Posibilidad de implantación cerca del núcleo urbano.
- Puede tratarse cualquier tipo de residuos si su poder calorífico es adecuado.
- Puede adecuarse para la eliminación de fangos de aguas residuales.
- Existe la posibilidad, para plantas de gran capacidad, de recuperación de energía.

Sin embargo existen también una serie de **inconvenientes** que generalmente son de tipo económico:

- Inversión alta de la instalación.
- Costes operacionales elevados.
- Escasa flexibilidad para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos.
- Técnica de explotación muy especializada.
- Exposición a paros y averías, por lo que precisan un sistema alternativo.
- Precisan, en mayor o menor grado, aporte de energía exterior para su funcionamiento.
- No suponen un sistema de eliminación total, precisando un relleno para los rechazos.

Los problemas de contaminación atmosférica están resueltos, pero suponen importantes inversiones en sistemas de depuración de humos.

También ha de considerarse el coste de tratamiento de las aguas residuales generadas por los residuos en la zona de almacenamiento y de las utilizadas en el enfriamiento de escorias.

Algunos de los **factores que determinan o condicionan la implantación de un sistema de incineración** son los siguientes:

- Volumen de residuos a incinerar.
- Poder calorífico inferior de las basuras (PCI).
- Costes de inversión.
- Gastos de explotación.

El PCI es fundamental para estudiar la posibilidad de incineración. Un valor de 1.000 kcal/kg es el límite mínimo para adoptar este sistema, ya que permite la combustión de residuos en los grandes incineradores sin necesidad de combustible adicional.

La combustión de los residuos libera una cantidad de energía térmica que puede ser recuperada para usos como:

- Alimentación a una red de calefacción.
- Producción de agua caliente.
- Producción de vapor para la industria.
- Producción de energía eléctrica por vapor de alta presión.
- Accionamiento de turbinas por los gases de la combustión.

El aprovechamiento para calefacción y agua caliente no es frecuente por la gran variación estacional de la demanda y sobre todo por el alto costo de infraestructura, por lo que normalmente se produce energía eléctrica mediante vapor.

Los parámetros que, en definitiva, deciden la adopción de incineradores con sistema de recuperación de energía son: el poder calorífico de los residuos, la capacidad de la instalación y el precio de comercialización de la energía producida.

5.4.3. Reciclado

El reciclado es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar; y
- Protección del medio ambiente.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recogida selectiva". Para la efectividad de este sistema se necesita, por un lado, la participación ciudadana al tener que depositar en recipientes distintos los diferentes componentes de los residuos que intentan recuperarse (habitualmente se usan tres recipientes, uno para el vidrio, otro para los papeles y un tercero para el resto de la basura); y por otro lado la recogida de dichos componentes ha de realizarse por separado bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados.

La segunda forma de efectuar el reciclado es partiendo de las basuras brutas, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos mediante técnicas comunales de la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda, electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrio.

Una tercera forma es mediante “plantas de selección de materiales”, como las que operan en la Ciudad de México, donde ex-segregadores de los vertederos abiertos, efectúan una separación manual de los residuos en condiciones sanitarias aceptables utilizando bandas transparentes mecánicas.

Teniendo en cuenta la composición media de los residuos sólidos de Chile, se puede afirmar que anualmente se tira a la basura más de 480.000 toneladas de metales, casi un millón de toneladas de vidrio, unos 2 millones y medio de toneladas de papel y cartón, y casi 6 millones de toneladas de materia orgánica, cifras que oscilan entre el 40 y el 75% de la producción de dichos materiales, por lo que difícilmente podrá justificarse una política basada simplemente en la eliminación de los residuos sólidos.

Pero no sólo se pierden estos recursos, sino que, al no hacer uso de la industria de la recuperación, el consumo de materias primas y energía va en constante aumento con el consiguiente efecto sobre la economía nacional. Como ejemplos gráficos bastan los siguientes datos: para conseguir una tonelada de pasta para la fabricación de papel son necesarios 14 árboles y cada uno tarda en crecer 20 años; con la recuperación de 2 toneladas de plásticos se ahorra una tonelada de crudo importado; para la producción de una tonelada de acero, si se utiliza material recuperado se evita un barril y medio de petróleo; en la fabricación de una tonelada de aluminio se invierten 29 barriles de crudo que igualmente se puede ahorrar; si se incluye material recuperado en la producción de una tonelada de cobre se evita 7 barriles y medio de petróleo; para fabricar una tonelada de vidrio se consumen 0,5 toneladas de fuel-oil, pero aportando calcín, el consumo se puede reducir en un 20% al tiempo que se disminuye el consumo de materias primas generadas a su vez de contaminantes.

Sin embargo, los procesos industriales de reciclaje suponen un consumo energético a tener en cuenta. Cuanto mayor sea la fracción de subproducto a recuperar, mayores y más sofisticados serán los medios necesarios para su recuperación.

De ahí que únicamente se justifique la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Resumiendo, la recuperación presenta **ventajas e inconvenientes** que se pueden resumir así:

- Las ventajas se derivan del aprovechamiento de materias primas, economía energética, uso racional de los recursos naturales y devolución a la tierra de su riqueza orgánica.
- Los inconvenientes pueden ser: las fuertes inversiones iniciales; el sometimiento a paros y averías, que impone un sistema alternativo; la producción de rechazos, que exige imprescindiblemente un relleno complementario; la gestión especializada y cuidadosa; el alto costo del transporte del material separado, entre otros.

5.4.4. Compostaje

El compostaje es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso lleva consigo la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales, vidrio y plásticos. La fermentación puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso tiene una duración de tres meses y de 15 días en el segundo.

Realmente se puede considerar como un proceso de reciclaje en el que se recupera la fracción orgánica para su empleo en la agricultura, lo que implica una vuelta a la naturaleza de las sustancias de ella extraídas.

El que se trate el compostaje como un proceso independiente de los incluidos en el reciclaje, se debe a que es un proceso con identidad propia, ya desarrollado cuando han hecho su aparición los sistemas de recuperación íntegra.

El material resultante del proceso, llamado "compost", no es un abono, aunque contiene nutrientes y oligoelementos, sino más bien un regenerador orgánico del terreno, razón por la que se le ha denominado "abono orgánico". Sus efectos positivos sobre el suelo son:

- Suelta los terrenos compactados y compacta los demasiado sueltos.
- Favorece el abonado químico al evitar la percolación.
- Aumenta la capacidad de retención de agua por el suelo.
- Es fuente de elementos nutritivos (nutrientes más oligoelementos).
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.

Esta última acción es fundamental en los suelos con gran déficit en materia orgánica, menos de 3%. Hasta el momento, el medio principal de enmienda orgánica de los suelos ha sido el estiércol. Dada la disminución de producción de este material, debido a la cada vez menor utilización de animales en las faenas del campo, el "compost" puede ser el sustituto adecuado para esta importante función.

Las causas de su escasa utilización y el fracaso experimentado por algunas plantas de fabricación han sido las siguientes:

- Mala calidad del producto ofrecido al agricultor.
- Inestabilidad en el tiempo de la fermentación.
- Fabricación de una sola calidad.
- Falta de información al agricultor para su uso.
- Montaje de las fábricas pensando en su rentabilidad absoluta.
- Distancias de suministro excesivas y alto costo de transporte.

- Capacidades de producción pequeñas.
- Falta de estudio de mercado.
- Presencia de metales pesados en el producto.

Si se pretende generalizar la utilización del "compost" se deben establecer unos criterios de calidad, fabricando diferentes clases para distintas utilidades; deben establecerse factores limitantes, como salinidad, condiciones sanitarias, contenido en metales pesados, etc.; se deben situar las plantas a distancias menores de 50 kilómetros de los centros de consumo; debe informarse a los agricultores de las condiciones de empleo de este material orgánico; y, por último, podrían inclusive establecerse precios subsidiados que le hagan competitivo con otros productos, considerando que como toda acción destinada a proteger el medio ambiente, tiene necesariamente un costo.

Como resumen, podemos decir del compost que:

- Tiene el carácter de enmienda orgánica.
- Es aséptico, libre de bacterias patógenas, semillas, huevos de acarios, larvas, etc., pero con intensísima vida bacteriana que activa los procesos bioquímicos del suelo.
- Sus elementos nutritivos están en forma de humus, fácilmente asimilable.
- Mejora química, física y biológicamente el suelo.

5.5. Alternativa para el Barrido de calles y áreas públicas

El barrido de calles y áreas públicas se efectúa principalmente en las vías pavimentadas de intensa circulación peatonal. En la mayoría de las ciudades latinoamericanas el rendimiento del personal es de 1,0 a 2,0 km/día de calle (o sea 2,0 a 4,0 km. De cuneta), se recogen de 30 a 90 kg de basura por kilometro barrido y se requieren entre 0,4 y 0,8 barrenderos por cada 1,000 habitantes, dependiendo del apoyo del barrido mecánico, de la proporción de calles pavimentadas y no pavimentadas, del grado de dificultad del barrido y de la educación y cooperación de la comunidad. Hay ciudades con mayor grado de dificultad, como Río de Janeiro que requiere de la limpieza de playas. El barrido mecánico tiene costos más bajos pero implica desplazamiento de mano de obra y salida de divisas del país ya que las barredoras son generalmente importadas. En Chile, 93% de las localidades urbanas (370 ciudades) cuentan con algún tipo de barrido y limpieza en vías públicas, estimándose que 80% de las calles pavimentadas son atendidas por tales servicios. El 50% de los servicios de barrido en ciudades con más de 50.000 habitantes ha sido contratado a empresas privadas. En el cuadro 3.2.6 se presentan datos sobre barrido en algunas ciudades de la Región.

El reemplazo del barrido manual por el mecánico es un aspecto crítico que se sigue discutiendo en América Latina y el Caribe por los conflictos sociales que ocasiona el despido de personal en países con altas tasas de desocupación. Más aún, cuando precisamente el barrido absorbe un elevado número de trabajadores, sobre todo mujeres, que no están calificados para otros tipos de empleo. Es frecuente que muchos servicios municipales de aseo urbano utilicen hasta 50% de su fuerza laboral en el barrido de calles y áreas públicas.

La cantidad de residuos sólidos proveniente del barrido se incrementa con basura domiciliaria o residencial cuando el servicio de recolección es ineficiente o inadecuado. Sea porque el barrido manual utiliza intensiva mano de obra o porque el barrido mecánico requiere equipo importado caro y personal operativo capacitado, este servicio de barrido es frecuentemente costoso y se convierte en un componente muy importante de los servicios de aseo urbano.

La mayoría de las ciudades con más de 200.000 habitantes utiliza personal de barrenderos y barredoras mecánicas. Las ciudades con menos de 200.000 habitantes generalmente emplean barrido manual. Las ciudades grandes cubren con barrido 100% de las calles pavimentadas del centro de ellas. La falta o deficiencias en el mantenimiento del equipo es el mayor obstáculo del barrido mecánico.

El barrido del área comercial de las ciudades es responsabilidad municipal, pero en varios países los residentes son responsables de la limpieza de la calle delante de su propiedad. Ejemplo de lo anterior ocurren las ciudades de Bolivia.

La contratación de los servicios de barrido al sector privado formal y microempresas es cada vez más frecuente en las ciudades de la Región, con ventajas interesantes en cuanto a reducción de costos y a la calidad del servicio. Pero como el traspaso al sector privado significa muchas veces reducción de personal, se suscitan conflictos sociales y violencia como los ocurridos en Lima durante 1996.

Quizá el aspecto más importante del barrido, sobre todo en las áreas de gran circulación de peatones donde además se concentra la venta callejera, se relaciona con la colocación de papeleras y con la educación ambiental de la población para cooperar con el servicio. En América Latina y el Caribe la colocación de papeleras es muchas veces arbitraria y sin un plan determinado. Las campañas de educación sanitaria y ambiental no tienen continuidad, no se planifican ni tienen un respaldo en la educación formal ni en las organizaciones civiles de la comunidad.

Cuadro 5.1
Datos sobre barrido en algunas ciudades

Ciudad	Tipo de barrido	NE de barredores S. y B mecánicas	Habs (millones)	% cobertura calles pavim.	Rendimiento (km/dfa)
San Rafael, Argentina	manual y mecánico	25 man., 2 mec	0,18	100	0,6
Rosario, Argentina	manual	7	1,1	100	2,4
San Luis, Argentina	manual	-	0,12	100	0,2
Godoy Cruz, Argentina	manual	180	0,19	100	0,5
Concordia, Argentina	manual y mecánico	2 mec	0,12	100	-
Pérez, Argentina	manual	-	0,22	100	2,4
Granadero, Bargosnia, Argentina	manual	-	0,21	100	-
Villa Mercedes, Argentina	manual y mecánico	14 man, 2 mec.	0,9	100	0,5
El Alto, Bolivia	manual	24	0,452	100	2,4
La Paz, Bolivia	manual y mecánico	1 mec	0,738	100	0,5-2
Oruro, Bolivia	manual	49	0,193	100	2,7
Potosí, Bolivia	manual	22	0,117	100	2,4
Sucre, Bolivia	manual	16	0,144	-	-
Tarija, Bolivia	manual y mecánico	20 man, 3 mec.	0,096	100	2,7
Trinidad, Bolivia	manual	13	0,062	100	-
Curitiba, Brasil	manual y mecánico	530 man., 5 mec.	2,08	100	-
Sao Paulo, Brasil	manual y mecánico	5000 man, 4 mec	11,5	60	2
Joao Pessoa, Brasil	manual y mecánico	730 man, 1 mec.	0,68	90	2
Salvador, Brasil	manual y mecánico	2 mec	2,3	56	-
Belo Horizonte, Brasil	manual y mecánico	2345 man., 2 mec	25	70	1,1
Brasília, Brasil	manual	745	1,8	25	1,3
Rio de Janeiro, Brasil	manual y mecánico	5741 man., 26 mec	5,5	90	1,6
Santiago de Cali, Colombia	manual y mecánico	535 man., 10 mec	1,85	97	2,81
Alajuela, Costa Rica	manual	300	-	10	3
Escobedo, México	manual	40	0,28	90	0,25
Benito Juarez, México	manual	2	0,05	-	2
Guadalupe, México	manual	55	0,8	-	-
Monte Rey, México	manual y mecánico	18 mec	1,1	-	-
García, México	manual	10	0,25	30	-
Santa Catarina, México	manual y mecánico	23 man, mec	0,2	20	-
Salinas Victoria, México	manual	4	0,014	80	2,5
San Nicolás, México	manual y mecánico	119 man., 1 mec	0,525	-	-
Apodaca, México	manual	10	0,35	20	-
San Pedro Garza, México	manual y mecánico	30 man, 2 mec	0,113	100	2
Asunción, Paraguay	manual y mecánico	204 man, 4 mec	0,51	60	-
Lima, Cercado, Perú	manual	256	0,33	70	-
Chiclayo, Perú	manual	116	0,3	70	1,1
Ica, Perú	manual	1	0,11	68	7,5
Mercedes, Uruguay	manual	18	0,37	70	2,4
Col. de Sacramento, Uruguay	manual	14	0,25	20	0,8
Salto, Uruguay	manual	29	0,1	3050	5
Tacuarembó, Uruguay	manual	20	0,45	40	2
Fray Benitos, Uruguay	manual	34	0,22	35	1
Durazno, Uruguay	manual	24	0,34	35	1,3
Rivera, Uruguay	manual	11	0,81	17	1
Montevideo, Uruguay	manual y mecánico	728 man, 14 mec	1,4	70	1,5
Artigas, Uruguay	manual	20	0,32	100	2,3

- Rendimiento por barrendero en Km/barrendero/turno de trabajo diario: incluye ambos lados de la calle
- Fuente: OPS. Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU, 1996

6. Evaluación de alternativas de proyectos de inversión en manejo de residuos sólidos urbanos ¹⁵ /

6.1. Introducción

La evaluación de cualquier proyecto de inversión consiste esencialmente en una comparación entre los ingresos que éste generaría y los costos que éste debería soportar a lo largo de su vida útil. Tratándose de un proyecto que se llevará a cabo con fondos públicos y con la intención de resolver un problema social, los ingresos y costos a considerar son aquellos relevantes para la sociedad.

En una primera aproximación, los ingresos y costos asociados a un proyecto de manejo de residuos sólidos podrían ser separados entre aquellos susceptibles de ser medidos o cuantificados en términos monetarios y aquellos de difícil valoración. Para los efectos de este manual, se denominará a los primeros "ingresos monetarios" y "costos monetarios" y a los segundos "impactos positivos" e "impactos negativos".

Para aclarar lo anterior, considérense los siguientes ejemplos. El ingreso que un municipio percibe por el cobro de derechos de aseo es claramente un "ingreso monetario", tal como el pago de remuneraciones que efectúa al personal de recolección representa un "costo monetario" (más bien debiera utilizarse la denominación "egreso monetario"). En cambio, los efectos positivos en la salud pública de un proyecto que mejore las condiciones de disposición constituirá un "impacto positivo" de ese proyecto, tal como el efecto medioambiental negativo de los gases emitidos por una planta de incineración representará un "impacto negativo" de tal proyecto.

¹⁵ / El contenido de este capítulo constituye un extracto o está basado en el siguiente documento: Héctor Sanín Angel "Guía Metodológica General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Social" (ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, 1995).

Este capítulo abordará la problemática de la evaluación, considerando en primera instancia una evaluación preliminar, no estrictamente económica, para luego entrar a identificar los principales impactos positivos y negativos propios de los proyectos de manejo de RSU, finalizando con la identificación de los principales componentes de ingresos y costos monetarios a considerar en una evaluación económica y explicando brevemente los indicadores de evaluación económica más utilizados.

6.2. Evaluación preliminar

La eliminación de los residuos sólidos urbanos es un problema complejo y difícil de resolver y, por lo tanto, la elección de soluciones no puede estar orientada a priori, basándose solamente en informaciones fragmentarias.

En la instancia de selección de alternativas, debiera realizarse una evaluación preliminar, no estrictamente económica, que permita descartar algunas alternativas y reducir el conjunto de alternativas que deberán ser evaluadas en términos económicos.

Una primera evaluación debiera permitir eliminar aquellos sistemas de recogida o de tratamiento que con toda evidencia no resultan convenientes para la colectividad.

Algunos ejemplos:

- para alcanzar un margen de rentabilidad interesante es necesario descartar todos aquellos procesos que requieren una cantidad mínima de residuos muy superior a la cantidad generada.
- en zona turística, los períodos de alta producción de residuos no se deben resolver mediante sistemas que exigen inversiones elevadas,

- la ausencia evidente de mercado para el vapor encarece sobremanera el sistema de incineración,
- una planta de compostaje en una región que no tiene unas necesidades constantes de realizar mejoras o enmiendas del suelo, se revela innecesaria.

La evaluación preliminar debe examinar detalladamente diversos criterios de decisión, con el objeto de evitar toda apreciación subjetiva. Dichos criterios engloban los siguientes aspectos:

Criterios económicos

- costos de explotación por tonelada,
- costos de explotación por habitante,
- cuantía de las inversiones, etc.

Criterios sociales y medioambientales

- número de empleos creados,
- grado de concentración de la población,
- molestias eventuales para ciertos habitantes,
- contaminación del aire y del agua,
- condiciones de trabajo del personal,
- ruidos,
- limpieza de las vías públicas,
- protección del paisaje y de los sitios naturales,
- compatibilidad con otros proyectos de ordenamiento, etc.

Criterios técnicos

- cantidad y naturaleza de los residuos,
- plazos de puesta en servicio,
- capacidad para enfrentar perturbaciones (huelgas, fallas, variaciones estacionales)
- evaluación de la duración de funcionamiento,
- consumo energético e hídrico,
- compatibilidad técnica con los sistemas de recogida y de tratamiento ya existentes, etc.

6.3. Identificación de impactos positivos y negativos

Tanto en la evaluación preliminar, como tras realizar la evaluación económica de alternativas deben ser considerados los impactos positivos y negativos de cada alternativa, los que -como ya se explicó- no son otra cosa que aquellos ingresos y costos difícilmente cuantificables en términos monetarios.

En la evaluación preliminar, generalmente adquieren gran importancia los eventuales impactos negativos, cuya consideración debiera conducir al descarte de algunas alternativas, especialmente cuando se comparan dos o más proyectos, que siendo muy similares entre sí difieren notablemente en estos impactos.

En la evaluación económica, si bien no son considerados en el cálculo de los indicadores, la consideración posterior de estos impactos positivos y negativos debiera ser de utilidad para resolver eventuales "empates" e -incluso- podría alterar la jerarquización de proyectos.

A continuación, sin la pretensión de que el listado sea exhaustivo, se señalan los principales impactos positivos y negativos de los proyectos de manejo de residuos sólidos urbanos.

6.3.1. Impactos positivos

- Preservación de la salud de la población.
- Atenuación de daños medioambientales.
- Mejoramiento de la estética de la ciudad.

6.3.2. Impactos negativos

En este caso, debido a su distinta naturaleza, se tratan separadamente los impactos negativos de distintas alternativas de tratamiento.

a) Impactos negativos en proyectos de relleno sanitario

- **Impactos sobre las aguas**

Los líquidos provenientes de los desechos contienen elementos contaminantes disueltos o en suspensión, los cuales provienen del ingreso de aguas lluvias en el relleno sanitario y de la misma humedad existente en el mismo. Si estos líquidos no son controlados adecuadamente, pueden contaminar tanto aguas subterráneas como las superficiales.

- **Impactos sobre la atmósfera y la salud pública**

El gas proveniente de los vertederos contiene compuestos orgánicos tóxicos que se estima son dañinos para la salud humana y también afectan la capa de ozono. Asimismo, un relleno sanitario -aunque esté absolutamente controlado- genera algún hedor proveniente de los residuos que allí se disponen.

- **Impactos por explosiones de gas metano**

La acumulación de gas metano al interior del relleno podría generar una explosión, con efectos tanto sobre la naturaleza como para seres humanos.

b) **Impactos negativos en proyectos de compostaje**

- **Impactos sobre las aguas**

Las eventuales fugas o filtraciones de aguas, con altas concentraciones de algunos elementos como nitratos y fosfatos, podrían afectar tanto aguas superficiales como subterráneas.

Impactos sobre los suelos

Los suelos pueden sufrir contaminación por ácidos, materias orgánicas y metales provenientes del proceso de compostaje.

Impactos en la salud pública

La contaminación del agua potable por nitratos puede afectar la salud de los habitantes, al igual que los elementos tóxicos presentes en el "compost" aplicado como abono. Asimismo, la presencia de gérmenes patógenos puede afectar la salud de los trabajadores.

c) **Impactos negativos en proyectos de reciclaje**

Impactos medioambientales provenientes del proceso

Problemas de contaminación provenientes del mismo procesamiento o refabricación con materiales recuperados, como -por ejemplo- por defectuosa disposición de las aguas provenientes del tratamiento, las que pueden contener elementos químicos, metales y otros elementos nocivos.

Impactos sobre el aire por aumento de tráfico

Problemas de contaminación del aire, debido a la utilización de un mayor número de vehículos de recolección para la recogida selectiva.

Impactos sobre las aguas

Posibles filtraciones de aguas peligrosas provenientes de un inadecuado almacenamiento de materiales peligrosos (por ejemplo, baterías) en los centros de reciclaje.

d) Impactos negativos en proyectos de incineración

Impactos sobre la atmósfera por emisiones

Problemas de contaminación provenientes de la emisión de materias de partículas metálicas, gases ácidos y cenizas voladoras.

Impactos sobre las aguas

Problemas de contaminación de aguas por filtraciones en la disposición de las cenizas residuales y por filtraciones de desechos líquidos remanentes del proceso.

Impactos sobre la salud pública

Problemas de enfermedades de los trabajadores al tomar contacto o inhalar cenizas.

6.4. Identificación de ingresos y costos para una evaluación económica

A fin de poder realizar una evaluación económica de alternativas, es necesario cuantificar todos aquellos ingresos y costos susceptibles de ser valorizados monetariamente, lo que implica tanto realizar cotizaciones en el momento actual como estimaciones o proyecciones de valores futuros.

Un aspecto importante a considerar es que una evaluación económica tiene implícita la noción de que el dinero tiene un valor asociado a la variable tiempo -se asigna mayor valor a \$ 1 disponible hoy que a \$ 1 disponible en el futuro- y ello implica la necesidad de que se consideren sólo ingresos que implican entradas efectivas de dinero y costos que implican egresos efectivos de dinero (no valores meramente contables).

6.4.1. Ingresos de los proyectos de manejo de RSU

Sin pretensión de ser exhaustivos, se señalan los principales ingresos que podrían obtenerse en una gestión integral de residuos sólidos. Obviamente, algunos de tales ítems sólo serán posibles en la medida que se implante la alternativa de tratamiento que los genera.

Ingresos provenientes del cobro de la tarifa ordinaria

Corresponden a ingresos percibidos por el pago de derechos de aseo efectuado por aquellos usuarios a los que se ha prestado un servicio ordinario de recolección (habitualmente, el servicio de recolección domiciliaria, más el de recolección industrial y comercial asimilable a domiciliaria tanto en volumen como en composición).

Ingresos provenientes del cobro de la tarifa por servicios especiales

Corresponden a ingresos percibidos por el pago de derechos de aseo efectuado por entidades comerciales, industriales y similares, a los que se ha brindado un servicio especial de recolección (por ejemplo, volúmenes superiores a un máximo estipulado en la ley, residuos tóxicos o peligrosos, etc.).

Ingresos provenientes de la venta de biogas

Corresponden a ingresos percibidos por los contratos establecidos con empresas que explotan comercialmente el gas metano que se produce en un relleno sanitario o vertedero controlado.

Ingresos provenientes del cobro de "derecho de entrada" al relleno sanitario

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada al relleno de determinados residuos especiales, recolectados y/o transportados por otras instituciones.

Ingresos provenientes de la venta de materiales recuperados

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de los materiales recuperados a empresas que los utilizarán como insumo de sus procesos productivos.

Ingresos provenientes de la venta de "compost"

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de "compost" a particulares o instituciones que lo requieren como recuperador de suelos, o bien, para distribuirlo como tal.

Ingresos provenientes de la venta de energía

Corresponden a ingresos percibidos por los contratos establecidos con empresas que explotan comercialmente el vapor o la electricidad que se genera en una planta de incineración.

Ingresos provenientes del cobro de "derechos de entrada" a planta de incineración

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada de residuos especiales a una planta de incineración.

Ingresos provenientes de la venta de metales ferrosos recuperados de cenizas

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de tales materiales -provenientes de una planta de incineración- a empresas que los utilizarán como insumos de sus procesos productivos.

6.4.2. Costos de los proyectos de manejo de RSU

Dada la diversidad de ítems de costos entre distintas alternativas de recolección y tratamiento, se tratará fundamentalmente el caso de un sistema de recolección y tratamiento más bien tradicional en ciudades intermedias de los países latinoamericanos: recogida en camiones sin estación de transferencia y disposición de los residuos en un relleno sanitario.

Se distinguirá entre:

Costos de inversión

Son aquellos en que se incurrirá desde el momento en que se adopta la decisión de llevarlo a cabo, hasta el momento en que se encuentra en condiciones de prestar servicios.

Costos de operación

Son aquellos en que se deberá incurrir para mantener la prestación regular del servicio.

a) Costos de inversión

Los principales ítems de costos de inversión son los siguientes:

Terrenos

Corresponde al costo del espacio físico requerido para ejecutar las obras, en especial aquellas del relleno sanitario. Para el dimensionamiento del terreno, se recomienda tener en cuenta la superficie que requiere la obra, los espacios abiertos, posibilidades de ampliación, etc.

La valoración del terreno deberá hacerse en los casos que éste sea adquirido, sea propiedad de la institución, haya sido una donación o esté cedido en comodato. Ello, dado que siempre existirá la posibilidad de dedicar el terreno a otro uso, por lo que su empleo para el fin propuesto implica un costo para la sociedad. Sin embargo, este costo debe considerarse solo para efectos de la evaluación económica y no incluirse en el presupuesto que se preparará para el financiamiento del proyecto, salvo en el caso que efectivamente sea necesario adquirir el terreno.

Cuando el terreno vaya a ser adquirido para el proyecto, deberá considerarse el costo total que dicha adquisición implica, incluyendo el valor a pagar por el terreno y todos los gastos que implique la transacción (gastos notariales, de transferencia, etc.). En el caso que el terreno este disponible o vaya a ser donado o cedido en comodato, el valor que se le imputará corresponderá al de mercado (valor en que podría ser vendido suponiendo que no hubiera impedimento para ello).

También es necesario considerar todos los gastos necesarios para la preparación del terreno, tales como despeje, drenaje, nivelación y cercado. Asimismo, si el terreno no tiene conexiones a las redes de servicios básicos (luz eléctrica, agua potable, alcantarillado) se deberá incorporar el costo de estas conexiones, junto con el costo del estudio de factibilidad de conexión cuando corresponda.

Cualquier costo que sea consecuencia de un impuesto (por ejemplo impuesto a la transferencia de bienes) se considerará para efecto del presupuesto del proyecto, pero no se incluirá para efecto de la evaluación.

Construcciones

El costo de construcciones corresponde al valor de las edificaciones y otras obras físicas necesarias para materializar la alternativa del proyecto. Incluye los costos de materiales, transporte de materiales, mano de obra, supervisión, asesoría, y otros necesarios para la construcción de la obra física.

En este punto se habla de construcción en términos genéricos, entendiendo que puede ser construcción, reparación, remodelación, etc. Lo importante es que la valoración se debe hacer tomando en cuenta el costo por m² de "construcción", diferenciado ya sea si se trata de construcción, remodelación, reparación u otros.

Además, dentro de los costos de construcción deberán incorporarse los costos de los diseños arquitectónicos y estudios de ingeniería, cuando corresponda.

En lo que respecta al relleno sanitario deben considerarse, entre otros: la excavación general, el diseño del sistema de revestimientos, el sistema de tratamiento de fugas de líquidos y el de controles de drenaje de aguas subterráneas, la red para eventual explotación del biogas, los caminos de acceso, los cierros, etc.

Por último, y al igual que en el caso de los terrenos, también deben valorarse, a sus respectivos precios de mercado, cualquier aporte de trabajo y/o insumos para la construcción del proyecto. Estos se consideran para efecto de la evaluación, pero no para el presupuesto de las obras.

Equipamiento mayor

Corresponde al valor de los bienes de capital necesarios para prestar el servicio, entre los cuales se incluyen los camiones recolectores, las camionetas de servicio, los camiones-cisterna, los bulldozer, las balanzas, los contenedores y parte del equipamiento y/o herramientas necesarias para limpieza de calles. El costo del equipamiento debe incluir el costo de prueba y puesta en marcha, cuando corresponda.

Los equipos se valorarán a su precio de mercado para efecto del presupuesto del proyecto, pero se descontarán los impuestos para la evaluación del proyecto. Los equipos que sean donados también se valoran a precio de mercado (sin impuestos) para la evaluación.

Equipamiento menor

Corresponde al valor de los bienes muebles y otros elementos necesarios para que el proyecto quede funcionando. Por ejemplo: mobiliario, computadores, sillas, etc. El costo del equipamiento debe incluir el costo de instalación, cuando corresponda.

Los equipos se valorarán a su precio de mercado para efecto del presupuesto del proyecto, pero se descontarán los impuestos para la evaluación del proyecto. Los equipos que sean donados también se valoran a precio de mercado (sin impuestos) para la evaluación.

Otros costos de inversión

Corresponde a ítems relacionados con capital de trabajo inicial y otros costos de inversión de carácter más específico (costos de puesta en marcha, costos de comunicación promocional, etc.).

b) Costos de operación

Los costos de operación corresponden a todos aquellos egresos en los que se deberá incurrir para una prestación regular del servicio asociado al proyecto.

Sin embargo, es importante destacar que se debe valorizar sólo los **costos diferenciales**, es decir aquellos **costos adicionales a los actuales**, en que se incurriría si se llevase a cabo el proyecto.

Los ítems de costos que se indican son los más habituales y debieran ser estimados para cada uno de los años de vida útil del proyecto:

Remuneraciones

Corresponde al costo de los servicios prestados por los recursos humanos necesarios para que el servicio sea prestado. En este ítem se registran los costos de remuneraciones de directivos, empleados administrativos, personal de recolección y personal de disposición, incluidos los costos por seguridad social, gratificaciones y otros.

Se deben detallar los requerimientos totales de personal, especificando si corresponde a: profesionales, técnicos, secretarías, choferes, asistentes u otros. Además, se debe especificar si se requiere contratar personal especializado en algún tema (por ejemplo un experto internacional).

Para efectos de la identificación de los costos asociados a este ítem, se deberá considerar todo el personal que involucre desembolsos adicionales para la entidad que operará el proyecto. Es decir, no debe considerarse el costo de personal existente que seguirá en funciones independientemente de la ejecución del proyecto.

Insumos

Corresponde al valor de los elementos indispensables que permiten la prestación regular del servicio y que se consumen normalmente dentro de un período anual. Entre ellos se encuentran vestuario, combustibles, aceites, materiales de oficina, materiales de apoyo, etc.

Tal como en las categorías previas, sólo debe considerarse el costo adicional atribuible a la implementación de la alternativa de proyecto.

En aquellos casos en que la alternativa de proyecto implique reemplazar algunos insumos actuales por otros nuevos, sólo deberá considerarse el costo neto incremental. Es decir, se calcula el costo de los nuevos insumos y se descuenta el costo de aquellos que son reemplazados.

Mantenimiento y reparación

Corresponde a los egresos en que se debe incurrir para mantener la capacidad de generación de beneficios de los inmuebles y del equipamiento mayor y menor, evitando su deterioro o falla prematura. Es decir, corresponde a gastos tales como pintura y reparaciones menores de los edificios, servicios de mantenimiento periódica de vehículos y equipos, reparaciones y pintura de muebles, etc.

En el caso de la mantenimiento y reparación de vehículos, se debe considerar el costo de los repuestos.

Servicios básicos

Corresponde a los gastos generales necesarios para la prestación del servicio. Estos servicios incluyen, por ejemplo, agua, luz eléctrica, teléfono, fax, entre otros. Es importante tener presente que, al igual que en el caso anterior, sólo deben considerarse los costos adicionales que implique la realización del proyecto.

Arriendos

Corresponde al pago de renta por edificaciones, terrenos, vehículos y/o equipos que se requieran para la operación del proyecto. Debe considerarse el costo total del arriendo, incluyendo comisiones, pero excluyendo cualquier impuesto para efecto de la evaluación. Si es necesario el pago de una garantía, considerarla como un costo al momento de efectuar el pago y como un ingreso cuando se estime será recuperada.

Para la estimación de estos costos, es conveniente basarse en el costo incurrido por el mismo concepto en proyectos similares recientes o en cotizaciones solicitadas a posibles proveedores. El canon de arriendo también puede estimarse como un porcentaje del valor del objeto arrendado.

Servicios prestados por terceros

Corresponde a los pagos que se debe realizar a terceros por concepto de prestaciones relacionadas con la realización de determinadas fases del servicio. Por ejemplo, si se ha entregado a un privado la recolección de residuos en determinados sectores de la ciudad, el municipio debe pagarle periódicamente por tales servicios, de acuerdo a las estipulaciones del respectivo contrato.

Costos de control medioambiental

Corresponde a aquellos costos en que se debe incurrir para evitar la contaminación ambiental que puede generar el proyecto. Por ejemplo, el monitoreo de fugas de líquidos en el relleno.

En el caso de proyectos de incineración resultan especialmente críticos los costos de control de contaminación del aire y de manejo de las cenizas.

Otros costos de operación

Dentro de este ítem se deben detallar todos los otros costos de operación necesarios para el funcionamiento del proyecto. Alguno de ellos son: comunicaciones, impresos y publicaciones, seguros, gastos bancarios y financieros, etc. Sólo se consideran los costos adicionales debidos a la ejecución del proyecto, libres de impuestos para efectos de la evaluación.

En el caso de proyectos de compostaje o reciclaje deberán considerarse los costos de comercialización de los productos obtenidos.

Es importante señalar la existencia de costos de cierre del relleno, los que incluyen -entre otros- ítems tales como: cobertura, semillas, fertilizantes y sistema de control de gases, además de los costos necesarios para su cuidado posterior al cierre (inspecciones y monitoreos en general).

6.5. Criterios para la evaluación económica de alternativas

Una vez que se ha identificado y valorizado los costos e ingresos de cada alternativa, para cada uno de sus años de vida útil, se procede a la evaluación económica de cada una de ellas, considerando para ello la comparación entre costos e ingresos.

Como ya se ha mencionado, debe considerarse el valor temporal del dinero, lo que significa que no es irrelevante en qué momento se percibe el ingreso o se incurre en el costo. Es importante acotar que ello no es un problema asociado necesariamente a la existencia de inflación, sino más bien a la existencia de usos alternativos para el dinero: en términos simples, se asigna mayor valor a \$ 1.000.000 percibidos hoy que a \$ 1.000.000 que se percibirán dentro de 1 año, debido a que los \$ 1.000.000 que se perciben hoy pueden ser "puestos a trabajar" durante todo el año, lo que permitirá contar con más de \$ 1.000.000 dentro de 1 año.

Los métodos de evaluación que se explican a continuación tienen presente el aspecto antes señalado, el cual se encuentra implícito en una tasa de interés denominada "tasa de descuento".

Básicamente, los métodos de evaluación económica de alternativas factibles de aplicar en proyectos de manejo de residuos sólidos pueden ser catalogados en dos grupos: **métodos costo-beneficio y métodos costo-eficiencia.**

A continuación, se efectúa una muy somera presentación de los principales métodos de cada grupo, sugiriendo al lector interesado en más detalles, se remita a textos especializados en evaluación de proyectos de inversión. (Ver bibliografía).

6.5.1. Métodos costo-beneficio

Los métodos costo-beneficio se utilizan en aquellos casos en que es posible expresar en términos monetarios tanto los ingresos como los costos del proyecto.

De entre una amplia gama de indicadores, los más utilizados son el **Valor Actual Neto (VAN)** y la **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, los que se presentan a continuación.

a) Valor actual neto

El valor actual neto (VAN), también conocido como valor presente neto, pretende medir cuánto será la diferencia en riqueza para quien realiza el proyecto, al comparar la "situación con proyecto" (su situación de riqueza si lleva a cabo el proyecto) versus la "situación sin proyecto" (su situación de riqueza si no lleva a cabo el proyecto), en valor actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{I_i - E_i}{(1+r)^i}$$

donde:

I_i = Ingresos del proyecto en el año i

E_i = Egresos del proyecto en el año i

r = Tasa de descuento

La tasa de descuento expresa la tasa de rentabilidad real mínima que se exige al proyecto, la que -en general- debiera ser igual al "costo de oportunidad" de los fondos invertidos en el proyecto (la rentabilidad que se podría obtener en la mejor alternativa de inversión distinta a la que se está evaluando). Por ejemplo en Chile para proyectos sociales, esta tasa la determina Mideplan.

Para que un proyecto sea considerado conveniente, debe tener $VAN > 0$, ya que ello estaría indicando que el inversionista obtendría un diferencial positivo de riqueza por el hecho de llevar a cabo el proyecto.

Ejemplo:

Un proyecto de una planta de reciclaje de RSU presenta los siguientes datos relevantes para su evaluación:

Inversión inicial (en u.m. = unidades monetarias)

Terrenos	30.000
Edificios	12.000
Maquinaria e instalaciones	88.000
Herramientas	2.000
Muebles y útiles	1.000
Vehículos	20.000
Máquinas de oficina	1.000
Capital de trabajo	26.000
	180.000

La planta será operada durante 3 años, tras los cuales se liquidará todo el activo inmovilizado en la suma de 85.000 u.m.

Los ingresos y egresos de operación relevantes para el cálculo del VAN son los siguientes (en u.m.):

	fin año 1	fin año 2	fin año 3
Ingresos	130.000	160.000	120.000
Egresos	40.000	50.000	70.000
Excedente operacional	90.000	110.000	50.000

Entonces, dada una tasa de descuento de 10% anual, para el cálculo del VAN se debe desarrollar la siguiente expresión:

$$\text{VAN} = \frac{90.000}{1,10} + \frac{110.000}{(1,10)^2} + \frac{50.000 + 85.000}{(1,10)^3} - 180.000$$

$$\text{VAN} = 274.154,77 - 180.000$$

$$\text{VAN} = 94.154,77 \text{ u.m.} > 0 \Rightarrow \text{proyecto es conveniente}$$

b) Tasa interna de retorno

En términos simples, la tasa interna de retorno (TIR) corresponde a aquella tasa de descuento que hace el VAN de un proyecto igual a cero. En esencia, la TIR refleja la "rentabilidad bruta" del proyecto por período, la que debe ser comparada con la tasa de descuento para conocer si el proyecto es conveniente o no. Usando la misma fórmula anterior, la TIR corresponderá a aquella tasa r^* tal que:

$$\sum_{i=0}^n \frac{I_i - E_i}{(1 + r^*)^i} = 0$$

donde $r^* = \text{TIR}$

Para la determinación de esta tasa se sigue un proceso iterativo, probando con distintos valores de r^* hasta encontrar aquella que cumple con la ecuación. Afortunadamente, todas las planillas electrónicas y calculadoras financieras cuentan con funciones para calcular automáticamente la TIR de un flujo de fondos.

Para que un proyecto sea considerado conveniente, debe tener $r^* > r$, ya que ello estaría indicando que el inversionista obtendría un diferencial positivo de rentabilidad por el hecho de llevar a cabo el proyecto.

Ejemplo:

Un proyecto de planta de reciclaje de RSU, con una inversión inicial de 180.000 u.m., que será operada sólo durante 2 años tras los cuales se podrá realizar el activo inmovilizado en la suma de 100.000 u.m.

Se estima que durante los dos años de operación, los excedentes operacionales relevantes para el cálculo de la TIR serían de 90.000 u.m. al fin del año 1 y de 120.000 u.m. al fin del año 2. La tasa de descuento relevante es 10% anual.

Entonces, el cálculo de la TIR implica resolver para r^* la siguiente ecuación:

$$\frac{90.000}{(1+r^*)} + \frac{120.000 + 100.000}{(1+r^*)^2} - 180.000 = 0$$

Sea $x = (1+r^*)$ y arreglando la ecuación se tiene la siguiente ecuación de 2° grado:

$$180.000 x^2 - 90.000x - 220.000 = 0$$

O bien, simplificando:

$$18x^2 - 9x - 22 = 0$$

La cual puede ser resuelta fácilmente, obteniéndose el siguiente resultado relevante para los efectos de la evaluación:

$$x = (1+r^*) = 1,383456$$

Lo que arroja una **TIR = $r^* = 0,383456$** (en tanto por uno)

Es decir, una **TIR de 38,35%**, la que se compara favorablemente con una tasa de descuento de 10%, indicando que **el proyecto es conveniente**.

Nótese que en este ejemplo se tuvo que resolver una ecuación de 2° grado debido a que se trabajó con un horizonte de evaluación de 2 años. Para un horizonte de evaluación de "n" años, la ecuación resultante es de n-ésimo grado, lo que obliga a utilizar un método iterativo para los casos $n > 2$. No obstante, las calculadoras financieras avanzadas realizan este cálculo en forma muy rápida.

6.5.2. Métodos costo-eficiencia

En aquellos casos en que no es posible expresar los ingresos de un proyecto en términos monetarios, o bien, el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande como que ello se justifique, se aplican los métodos costo-eficiencia. El objetivo de éstos es determinar qué alternativa de proyecto logra los objetivos deseados al mínimo costo (es decir más eficientemente).

a) Costo actualizado mínimo

El método de costo actualizado mínimo (VAC) se aplica para comparar alternativas de proyecto que generan idénticos ingresos. Si los ingresos son iguales, las alternativas se diferenciarán sólo en sus costos, por lo que se debiera elegir la que permite alcanzar el objetivo deseado con el menor gasto de recursos. Sin embargo, dado que los costos de las distintas alternativas pueden ocurrir en distintos momentos del tiempo, la comparación debe realizarse en valor actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$VAC = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

donde:

VAC = Valor actual de los costos

C_i = Costos del proyecto en el año i

r = Tasa de descuento

Ejemplo:

Dos proyectos mutuamente excluyentes de recolección de RSU se estima generarán a la población un servicio de la misma calidad, pero requieren distintas inversiones y generan distintos costos de operación, de tal forma que -habiéndose ya decidido que uno de ellos deberá ser implementado- se decidirá cuál de ellos llevar a cabo en base al criterio del costo actualizado mínimo.

Para un horizonte de evaluación de 20 años, tras los cuales ninguno de los dos proyectos arrojará ingresos vía recuperación de activos, se tienen las siguientes estimaciones de costos:

	Proyecto 1	Proyecto 2
Costos de inversión inicial	300.000 u.m.	400.000 u.m.
Costo anual de operación	40.000 u.m.	30.000 u.m.

La tasa de descuento relevante es 10% anual.

Se tiene, entonces:

$$VAC_1 = \frac{300.000}{1,10} + \frac{40.000}{(1,10)^2} + \frac{40.000}{(1,10)^3} + \dots + \frac{40.000}{(1,10)^{20}}$$

$$VAC_2 = \frac{400.000}{1,10} + \frac{30.000}{(1,10)^2} + \frac{30.000}{(1,10)^3} + \dots + \frac{30.000}{(1,10)^{20}}$$

Puesto que en este caso los costos de operación de cada proyecto son constantes en el tiempo, es posible reducir el tiempo de cálculo del valor actual respectivo, utilizando la fórmula de valor actual de una anualidad con pagos vencidos, la cual se encuentra incorporada en todas las calculadoras financieras.

Se tendría, entonces:

$$VAC_1 = 300.000 + 40.000 * \frac{(1 - (1,10)^{-20})}{0,10}$$

$$VAC_2 = 400.000 + 30.000 * \frac{(1 - (1,10)^{-20})}{0,10}$$

Obteniéndose:

$$VAC_1 = 300.000 + 340.542,55 = \mathbf{640.542,55 \text{ u.m.}}$$

$$VAC_2 = 400.000 + 255.406,91 = \mathbf{655.406,91 \text{ u.m.}}$$

Por lo tanto, es más conveniente el proyecto 1, ya que su costo actualizado es menor que el del proyecto 2 (el menor costo de operación anual del proyecto 2 no alcanza a compensar su mayor requerimiento de inversión inicial en relación al proyecto 1).

b) Costo anual equivalente

Otra forma de comparar alternativas que generan idénticos beneficios es mediante el método del costo anual equivalente.

Este método consiste en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al VAC de los costos del proyecto. Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$CAE = VAC * FRC$$

donde:

$$FRC = \frac{r * (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

donde:

- CAE = costo anual equivalente
 VAC = valor actual de los costos del proyecto
 FRC = factor de recuperación del capital
 r = tasa de descuento
 n = número de años

Ejemplo:

Dos proyectos mutuamente excluyentes de educación medioambiental se estima generarán el mismo resultado educacional en la población objetivo, pero requieren distintas inversiones y generan distintos costos de operación, de tal forma que -habiéndose ya decidido que uno de ellos deberá ser implementado- se decidirá cuál de ellos llevar a cabo en base al criterio del mínimo costo anual equivalente.

Cada uno de los proyectos será evaluado para un horizonte de 3 años, con el siguiente perfil de costos:

	Inversión inicial	C ₁	C ₂	C ₃
Proyecto 1	250.000 u.m.	150.000	90.000	120.000
Proyecto 2	180.000 u.m.	120.000	100.000	260.000

La tasa de descuento es 10% anual.

Primero se calcula el VAC de cada proyecto, lo que implica:

$$VAC_1 = \frac{250.000}{1,10} + \frac{150.000}{(1,10)^2} + \frac{90.000}{(1,10)^3} + \frac{120.000}{(1,10)^3}$$

$$VAC_2 = \frac{180.000}{1,10} + \frac{120.000}{(1,10)^2} + \frac{100.000}{(1,10)^3} + \frac{260.000}{(1,10)^3}$$

Lo que arroja:

$$VAC_1 = 550.901,58 \text{ u.m.}$$

$$VAC_2 = 567.077,39 \text{ u.m.}$$

Esto ya permite saber que el proyecto 1 es más conveniente que el proyecto 2, pero el cálculo del costo anual equivalente permite visualizarlo en términos de un costo anual constante.

Para calcular el costo anual equivalente, es necesario ahora calcular el factor de recuperación de capital FRC para estos proyectos:

$$FRC = \frac{0,10 (1,10)^3}{(1,10)^3 - 1} = 0,402115$$

Y entonces:

$$CAE_1 = 550.901,58 * 0,402115 = 221.525,68 \text{ u.m./año}$$

$$CAE_2 = 567.077,39 * 0,402115 = 228.030,21 \text{ u.m./año}$$

Lo que ratifica que el proyecto 1 es más conveniente que el proyecto 2.

Observación:

La tasa de descuento usualmente se expresa en términos "reales", lo que significa que debe ser aplicada sobre valores expresados en moneda de un mismo poder adquisitivo. Por lo tanto, para la valoración de costos e ingresos debe tenerse muy presente que deben ser expresados en moneda de un mismo poder adquisitivo.

Cuando en el país exista inflación, especialmente si es de dos dígitos, para que tenga sentido sumar el costo asignado a los distintos insumos, será necesario que los valores de éstos estén expresados en moneda de igual poder adquisitivo, o dicho de otro modo, moneda de una misma fecha.

Para llevar los precios de los insumos a una misma fecha se procede de la siguiente forma :

- Se elige un indicador que permita efectuar la corrección de los precios, usualmente un índice de precios al consumidor o un índice de precios al por mayor.
- Se buscan los valores del índice correspondientes a las fechas de los precios que conocemos para cada insumo.
- Se elige una fecha en términos de la cual se expresarán todos los costos y se busca el valor correspondiente del índice.
- Se calculan los precios o costos corregidos, es decir expresados en moneda de la fecha deseada, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Valor corregido} = \text{Valor conocido} * \frac{\text{Indice fecha precio corregido}}{\text{Indice fecha precio conocido}}$$

6.6. Análisis de sensibilidad

La evaluación de un proyecto a nivel de perfil tiene asociado un alto nivel de incertidumbre respecto a la efectiva materialización de los costos e ingresos estimados. Por lo general, los costos se han estimado con base en el costo de proyectos similares realizados recientemente (debidamente actualizados) o consultando con expertos en el tema. Asimismo, los ingresos esperados del proyecto, ya sean expresados en términos monetarios o a través de variables relacionadas, se basan en estimaciones efectuadas por quien preparó el proyecto y son, por lo general, optimistas.

Así pues, difícilmente los costos e ingresos efectivos del proyecto coincidirán exactamente con las estimaciones efectuadas durante la evaluación. Existe, por lo tanto, incertidumbre respecto a los resultados efectivos del proyecto.

Para enfrentar este problema se han desarrollado distintos métodos. Algunos, tratan de estimar la distribución de probabilidad asociada a los indicadores del proyecto (VAN, TIR, CAE, etc.) Para ello, se requiere de información detallada sobre las distribuciones de probabilidad de los distintos parámetros que pueden afectar los resultados del proyecto. Estas distribuciones pueden determinarse con el concurso de expertos en la materia.

Luego se aplica algún método matemático para obtener la distribución de la probabilidad asociada a los indicadores del proyecto.

Sin embargo, estos métodos son complejos de aplicar y requieren de información más detallada que la que suele ser recopilada para preparar un perfil de proyecto. Por ello, el método más utilizado para tomar en consideración la incertidumbre asociada al perfil del proyecto, es efectuar un análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad consiste en estudiar como varían los indicadores del proyecto al cambiar parámetros de los cuales éstos dependen. Es usual que este análisis se efectúe en forma bastante mecánica, estudiando sólo qué pasa con el VAN y la TIR del proyecto cuando los costos suben un cierto porcentaje o los beneficios se reducen en otra proporción.

Cabe destacar que, aún cuando el análisis de sensibilidad se asocia por lo general con el VAN o la TIR, puede ser aplicado a cualquier indicador que se esté empleando para juzgar la bondad del proyecto. También es posible estudiar dentro de que rango de variación de las variables que condicionan los resultados del proyecto la solución adoptada continúa siendo la mejor. En resumen, todo buen perfil debe incluir un detallado análisis de sensibilidad, especialmente considerando el grado de incertidumbre asociado a las estimaciones que se efectúan a nivel de perfil.

7. Evaluación del Impacto Ambiental: conceptos y categorías ^{16/}

Aún a riesgo de simplificar un tanto la realidad de algunos países de la región latinoamericana, en lo que respecta al desarrollo de sus sistemas de gestión del medio ambiente y los recursos naturales, se puede decir que existen las siguientes grandes categorías de gestión ambiental:

a) La **gestión ambiental correctiva**, que apunta a remediar o corregir ciertos comportamientos de los agentes que, como consecuencia de su propias actividades económicas (producción, consumo, transporte, distribución, etc.), inciden negativamente en la calidad del medio ambiente. A través de la fijación de **normas de emisión o de calidad ambiental**, del establecimiento de **multas o cargos** a los que transgreden las normas, de la puesta en acción de medidas de **restricción, prohibición o clausura** a actividades degradantes, de la realización de **auditorías ambientales** para comprobar el cumplimiento de las exigencias públicas en materia de calidad ambiental, de la promoción de **incentivos económicos** para que las empresas sean menos contaminantes o los consumidores menos proclives a preferir productos degradantes del medio, y otras medidas similares, se logra justamente esa corrección que se señalaba arriba.

b) La **gestión ambiental restauradora**, que intenta componer o recuperar ciertas degradaciones ambientales históricas, sobre todo cuando ponen en peligro de manera significativa la salud y el bienestar de las personas, o el desarrollo de ciertas actividades productivas o de servicios (como el turismo); en general, se trata de volver a poner ciertos recursos o aptitudes del medio ambiente en condiciones de ser utilizados para el desarrollo. En muchos países se formulan por esto **planes de descontaminación o planes de restauración ambiental**, normalmente de alta incidencia en términos de uso de recursos financieros, técnicos y humanos. Esto último debido a la gravedad que suelen alcanzar muchos de estos problemas acumulados de degradación ambiental o agotamiento de recursos.

^{16/} Este capítulo constituye un extracto del Manual "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local" de José Leal, publicada por el ILPES, (1997).

c) **La gestión ambiental preventiva**, que es otra categoría de acciones que no busca resolver un problema ambiental actual, sino que se orientan a evitar que en el futuro se produzcan situaciones similares. Se trata de no cometer de nuevo los errores del pasado, de modo de evitar los gastos de recursos que normalmente significa revertir condiciones críticas. Entre las herramientas más importantes de la gestión ambiental preventiva se halla la **evaluación del impacto ambiental de proyectos**. Otros instrumentos de gestión del mismo tipo son los **planes de prevención** y las **evaluaciones ambientales estratégicas**, aplicables a políticas, planes y programas de desarrollo. Es importante señalar que las mencionadas **normas ambientales**, una vez en aplicación, cumplen también un rol preventivo.

¿Cuál es la definición de EIA? La evaluación del impacto ambiental (EIA) es definida en un texto reciente (Gómez Orea, 1994) de la siguiente manera: “Proceso encaminado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar, por vía preventiva, el efecto de un proyecto sobre el medio ambiente; y en cuanto instrumento/procedimiento administrativo de control de proyectos que, apoyado en un estudio técnico sobre las incidencias ambientales de un proyecto (*Estudio de Impacto Ambiental*) y en un trámite de participación pública, permite a la autoridad ambiental competente emitir una *Declaración de Impacto Ambiental* rechazando, aprobando o modificando el proyecto”.

En un plano más conceptual, Conesa (1993) plantea: “Estas evaluaciones pretenden, como principio, establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa u obstruccionista, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico. Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada sobre la base de los estudios de impacto ambiental que con motivo de la ejecución de las mismas se llevarán a cabo por los técnicos pertinentes”.

Estas definiciones relativamente recientes coinciden bastante con las definiciones clásicas, formuladas al momento de aparecer los primeros desarrollos en metodologías de EIA, provenientes de los años setenta. En 1975, Munn definió a la EIA del modo siguiente: “Es una actividad diseñada para identificar y predecir el impacto en la salud y el bienestar del hombre de propuestas legislativas, políticas, programas y procedimientos operacionales, así como para interpretar y comunicar tales efectos” (Munn, 1979).

En 1978, el Instituto Battelle proponía esta fórmula: “La EIA es una evaluación de todos los efectos ambientales sociales relevantes que pueden resultar de un proyecto”. (Dee *et al.*, 1979).

Sobre la base de lo anterior, se puede llegar a la siguiente definición sintética: *“La EIA es un conjunto de técnicas y procedimientos de gestión ambiental preventivos para identificar, predecir, evaluar, interpretar, proponer correcciones y comunicar resultados, acerca de las relaciones de causa-efecto (positivas y negativas) entre un proyecto o programa de desarrollo, y el medio ambiente físico, biológico y socioeconómico que es afectado por dicha iniciativa de desarrollo”*.

Vale la pena analizar algunos aspectos particularmente significativos respecto a las ventajas y desventajas del enfoque de EIA, según estas definiciones, tanto clásicas como contemporáneas.

Alcances del concepto de EIA

En el concepto de EIA coexisten tres interpretaciones diferentes, aunque por supuesto complementarias:

- a) La EIA es un **procedimiento administrativo**, por medio del cual la autoridad ambiental de un país establece la manera en que se debe llevar a cabo el proceso de *gestión ambiental preventiva* de proyectos de desarrollo. En cuanto tal, la EIA define exigencias y responsabilidades, tanto a nivel del Estado como de los proponentes, en particular los privados.

Para impulsar esto, fija las formas específicas de cumplimiento de tales exigencias y responsabilidades: permisos, documentación, plazos, multas, o lo que corresponda.

b) La EIA es un **conjunto de metodologías de gestión ambiental**, con bastante experiencia acumulada y desarrollos constantes, para enfrentar la cuestión de las consecuencias ambientales de los proyectos y, más específicamente, las relaciones de causa-efecto entre el proyecto y el medio en que se inserta.

c) La EIA es una **etiqueta**. Más allá de los alcances lingüísticos señalados arriba, hoy en día se acepta que la EIA es un sistema de gestión y un enfoque metodológico particulares, que sirven para recopilar información sistemática, analizarla y procesarla, a fin de prever las consecuencias ambientales de un proyecto, aparte de las típicas consecuencias económicas y sociales que están ligadas a la formulación y evaluación de proyectos.

Como la formulación y evaluación de proyectos, la EIA es un intento de predicción del futuro basada en información objetiva. Opera, por lo tanto, con un modelo de la realidad; con un conjunto de posibilidades de ocurrencia de hechos en el tiempo. Tal como se hace en la planificación de proyectos, la formulación de una EIA comporta diferentes etapas que, en términos generales, se pueden hacer coincidir con la etapas de un proyecto.

En otras palabras, tal como existe un **ciclo del proyecto**, existe también un **ciclo de la EIA**. En la figura N° 1 se hace explícito lo señalado.

En las etapas llamadas de **Ingeniería básica** (Idea de proyecto, Perfil, Prefactibilidad), el énfasis se halla puesto sobre el levantamiento de información acerca de las características del medio ambiente en el cual se va a insertar el proyecto. En otras palabras, nos hallamos frente a una suerte de evaluación de la situación *sin* proyecto; lo que en la jerga de EIA se denomina la **línea de base**. También se habla de **diagnóstico ambiental**, o estudio de la situación del medio ambiente antes del proyecto.

Luego, en las etapas llamadas de **Ingeniería de detalle** (Factibilidad, Diseño) nos encontramos de lleno en el terreno de la EIA. Así como en la primera (Factibilidad), el esfuerzo mayor se concentra en el análisis de alternativas (para trabajar sobre sus implicancias ambientales) y en la identificación de impactos; en la segunda (Diseño), los desafíos son claramente la evaluación de los impactos, las propuestas de mitigación, los planes de seguimiento/monitoreo y los planes de contingencia (relacionados con riesgos de accidentes).

Se puede afirmar, de manera general, que la elaboración de una EIA es un ingrediente importante de la formulación y evaluación de proyectos y, en el límite, de la ingeniería de los proyectos. Claro que la EIA es más que esto último, aunque si el asunto se quiere ver de manera práctica, es en este contexto que deben plantearse las soluciones a los problemas ambientales involucrados, incluidas sus componentes sociales y culturales.

Figura N° 1: Ciclo del Proyecto-Ciclo de la EIA

ETAPA	ESTUDIO AMBIENTAL	TAREAS
INGENIERÍA		
IDEA DE PROYECTO	Descripción Ambiental Básica (Inicial)	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento de información ecológica y ambiental (existente y nueva) del área - Diagnósticos ambientales - Identificación de conflictos (ecológicos y sociales) entre medio ambiente y proyecto
PREFACTIBILIDAD	Descripción Ambiental Básica (Completa)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de áreas y/o especies de alto valor ecológico - Identificación de áreas de alto valor cultural, arqueológico o recreacional
FACTIBILIDAD	Identificación de Impactos Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis ambiental de alternativas - Estudios ambientales complementarios - Identificación de impactos mitigables y no mitigables, permanentes y transitorios, de largo, mediano y corto plazo
DISEÑO	Evaluación de Impactos Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de impactos ambientales (en magnitud e importancia) - Análisis técnico y económico de medidas mitigadoras propuestas - Diseño óptimo de medidas mitigadoras - Diseño del plan de seguimiento y monitoreo - Diseño del plan de contingencias
EJECUCIÓN		
CONSTRUCCION	Medidas de Mitigación Seguimiento y Monitoreo Control Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y ejecución de medidas mitigadoras - Auditorías ambientales
OPERACION Y MANTENIMIENTO	Medidas de Mitigación Seguimiento y Monitoreo Control Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Monitoreo - Plan de Contingencias - Ejecución de medidas mitigadoras - Plan de manejo ambiental - Auditorías ambientales
ABANDONO	Medidas de Mitigación Control Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecución medidas de mitigación - Auditorías ambientales

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental

Tal como se señaló más arriba, la EIA es una actividad orientada a *identificar y predecir* las consecuencias que un proyecto tiene sobre el medio ambiente; pero esto no es suficiente. La EIA debe además *interpretar* información relativa a lo anterior, así como *proponer acciones o medidas*, sean estas mitigadoras, correctivas o compensatorias.

En tal contexto, la tarea del evaluador no es preparar un tratado científico sobre el medio ambiente involucrado, ni sobre los procesos relacionados con el proyecto que se evalúa ambientalmente, sino identificar y calificar un conjunto de *relaciones de causa-efecto* que explican la interacción entre el proyecto y su medio.

El objetivo último es **apoyar la toma de decisiones** respecto al proyecto, de manera que se tomen en cuenta los aspectos ambientales cuando se trata de priorizar, de definir financiamientos, de cumplir con la normativa, de responder a necesidades ligadas a la calidad de vida y otros objetivos sociales. La EIA, en tanto instrumento de apoyo a la gestión pública, puede cumplir múltiples objetivos.

No deja de ser importante en este punto, clarificar qué se entiende por **impacto ambiental**. Siguiendo una nomenclatura que se ha hecho clásica desde que la propuso Munn (1979), se distinguen los siguientes componentes secuenciales del proceso de EIA:

ACCIÓN: se entiende por **acción** a cualquier proyecto, programa, plan o política que tiene implicaciones ambientales.

CAMBIO: se entiende por **cambio** una alteración natural o hecha por el hombre del medio ambiente a través de una **acción**. La mayoría de los proyectos implican, necesariamente, una alteración del medio ambiente, que se hace en función del cumplimiento de los objetivos del proyecto.

La magnitud o importancia de esta alteración –física y/o química– puede ser diferente, dependiendo del tipo de proyecto y del medio concreto donde se instala.

EFEECTO: se entiende por **efecto** la consecuencia, sobre las características del medio ambiente, del **cambio** inducido por una **acción**. Puede tratarse de efectos sobre los equilibrios en los ecosistemas, sobre la disponibilidad de los recursos, sobre las propiedades o capacidades del medio. La determinación de estos efectos corresponde a la ciencia ambiental.

IMPACTO: se entiende por **impacto** la variación en la calidad ambiental (positiva o negativa) como resultado de la secuencia anterior. La expresión **impacto** implica un *juicio de valor* sobre la importancia del **efecto** sobre el medio ambiente: es la sociedad la que finalmente establece qué considera **impacto** y qué no. Temas como la identificación de los sectores afectados, el nivel de conciencia, la calidad de la información, entre otros, condicionan el establecimiento de estos *juicios de valor*.

En la figura N° 2 se muestran ejemplos de la secuencia **ACCIÓN-CAMBIO-EFEECTO-IMPACTO** para los tipos de proyectos de que tratan las presentes Guías.

Figura N° 2: Proceso de EIA

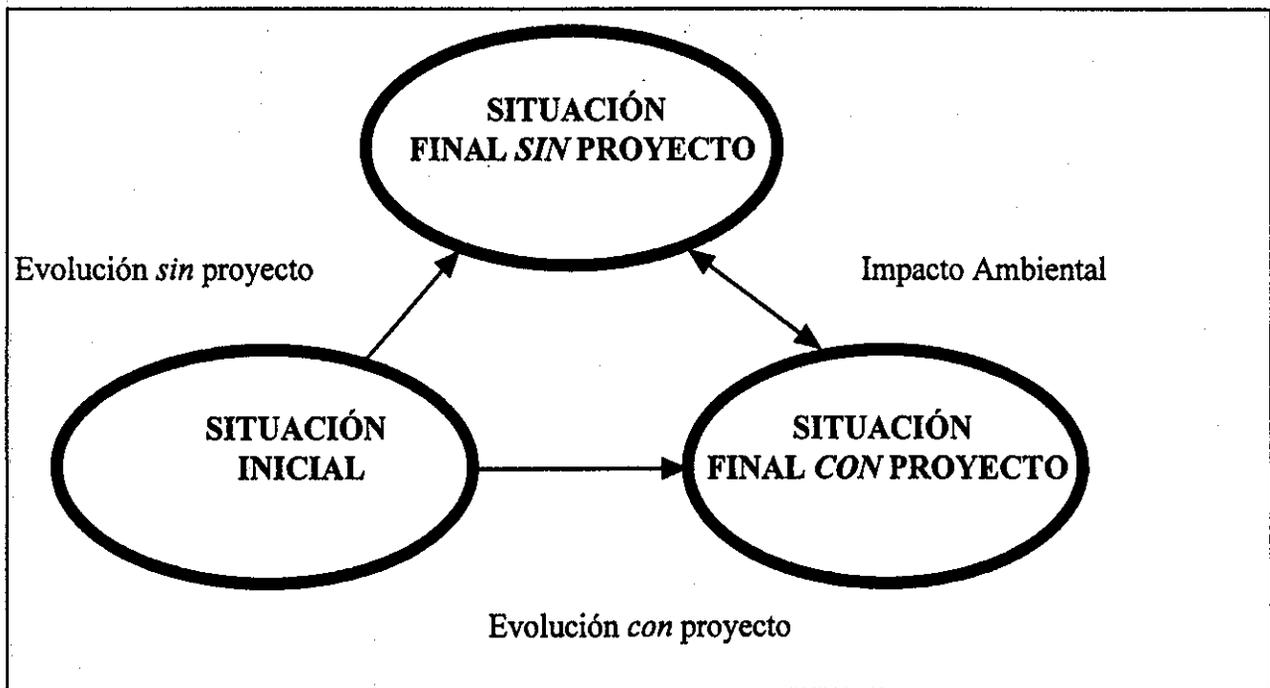
<i>Proyecto (caso)</i>	ACCIÓN	CAMBIO	EFECTO	IMPACTO (negativo)
<i>Salud</i>	Instalación de un centro de atención médica	Generación de residuos sólidos y líquidos	Basuras, líquidos corrosivos, aguas negras, sangre...	Contaminación del aire, las aguas y el suelo
<i>Residuos Sólidos</i>	Instalación de una planta de tratamiento integral	Remoción de la capa vegetal para instalar el relleno	Disminución suelo agrícola, menos especies flora	Pérdida de valor de la propiedad en el área
<i>Electrificación Rural</i>	Instalación de postación para un tendido lineal	Remoción de la capa vegetal para instalar tendido	Disminución suelo agrícola, menor hábitat de fauna	Pérdida de la diversidad biológica del área
<i>Agua Potable y Saneamiento</i>	Instalación de una planta tratamiento de orgánicos	Cambio de uso suelo área de lecho de río	Menor zona de seguridad, menor hábitat fauna	Aumento del riesgo de inundaciones
<i>Vialidad Urbana</i>	Mejoramiento de nudo vial congestionado	Ocupación de áreas verdes en zona del nudo	Corte de árboles, menor espacio jardines y paseos	Pérdida de áreas verdes en el área intervenida
<i>Turismo</i>	Instalación de una zona de <i>camping</i> público	Acceso de turistas en la temporada veraniega	Basuras, aguas servidas, pisoteo de vegetación	Pérdida de calidad del paisaje en el área
<i>Educación</i>	Instalación de centro deportivo escolar	Ocupación de área de actividad agrícola	Disminución suelo agrícola, menor hábitat de fauna...	Pérdida en disponibilidad productos agrícolas

Un par de consideraciones adicionales. En la EIA, cualquiera que sea la etapa del ciclo de proyectos donde se efectúan los correspondientes estudios, es necesario tomar como punto de partida la situación *sin proyecto*, ya que ésta siempre constituye una opción válida. Más aún, desde el punto de vista ambiental, la evolución del medio *sin proyecto* puede conducir a mantener una cierta calidad ambiental que se desea conservar. Sin embargo, no es raro que se dé el caso de que el medio evolucione hacia deterioros mayores como resultado de procesos de desertificación, contaminación acumulada, congestión, extinción de especies, etc.

En cuyo caso, la implementación del proyecto puede ser favorable para el medio en lugar de desfavorable.

Lo anterior se puede representar en la figura N° 3 que sigue:

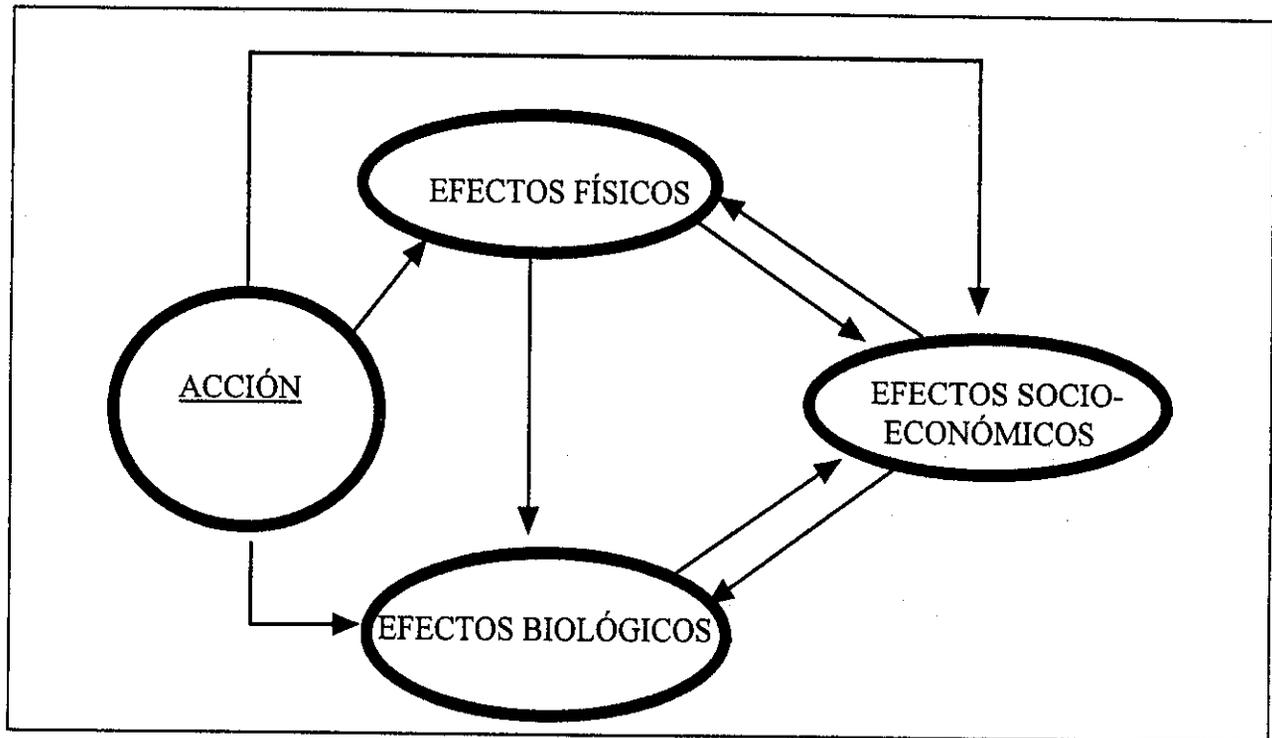
Figura N° 3: Situaciones a considerar en una EIA



En otro plano, se ha hablado aquí de aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos con relación a las características específicas de un medio ambiente. Aunque estos aspectos pueden ser distinguibles conceptualmente, en la mayoría de los casos los impactos mismos no son separables. Por ejemplo, un lago puede ser considerado como un medio acuático (medio físico), pero es también el hábitat de especies como peces, algas o moluscos (medio biológico), y ser a la vez utilizado por los moradores ribereños para pesca, recreación o fuente de agua potable (medio socioeconómico).

Esta interacción o encadenamiento de efectos ambientales se puede visualizar en la Figura N° 4 que sigue.

Figura N° 4: Encadenamiento de efectos de un proyecto



Contenidos de una Evaluación del Impacto Ambiental

El aspecto procedimental (legal & institucional) de la EIA hace que, muchas veces, la respuesta de sentido común a la pregunta acerca de cuál debería ser el contenido de una EIA sea: lo que dice la ley. Lo anterior es efectivo, porque prácticamente todos los cuerpos legales latinoamericanos contienen algún artículo donde se explicita qué partes o capítulos debe incluir una EIA.

Sin embargo, lo anterior no es suficiente para garantizar una EIA completa, relevante y técnicamente bien elaborada. Existe un conjunto de contenidos mínimos necesarios en una EIA y, sobre todo, una secuencia lógica entre sus partes componentes que van más allá de los meros requerimientos legales.

Bajo este prisma, lo que se señala a continuación constituye una suerte de síntesis de lo que sería una EIA ideal, completa, con todas sus secciones incluidas. Cabe mencionar que muchos tópicos se retoman más adelante en la presente Guía. La figura N° 5 resume los contenidos de una EIA.

Figura N° 5: Contenidos de una EIA

- | | |
|-----|--|
| 1) | Resumen Ejecutivo |
| 2) | Descripción del proyecto |
| 3) | Marco legal, normativo e institucional (en que se inserta) |
| 4) | Descripción del medio ambiente |
| a) | Estudio de línea de base |
| b) | Definición del área de influencia del proyecto |
| c) | Diagnóstico de la calidad del medio ambiente |
| 5) | Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales |
| 6) | Planes de neutralización, mitigación y compensación de impactos |
| 7) | Planes de restauración y manejo ambiental |
| 8) | Planes de seguimiento y monitoreo |
| 9) | Planes de participación ciudadana |
| 10) | Referencias técnicas y bibliográficas |

A continuación se reseña brevemente cada uno de estos “capítulos” de una Evaluación de Impacto Ambiental.

1) **Resumen Ejecutivo**

Es muy importante contar con un texto breve, de síntesis, que incluya los contenidos y los resultados básicos del estudio. En este plano, es también importante señalar que el **Resumen Ejecutivo** de una EIA debe ser un escrito con énfasis en lo substantivo, con estilo objetivo y preciso en sus planteamientos; y no puede concebirse con un enfoque de relaciones públicas o de promoción, como suelen ser muchos resúmenes ejecutivos en otros campos.

2) **Descripción del proyecto**

La EIA requiere analizar la mayor cantidad de información del proyecto, en particular la relacionada con sus efectos físicos sobre el medio. El punto no es retórico, por cuanto no siempre esta información está adecuadamente elaborada; más aún, es frecuente que no se tome en consideración, a la hora de elaborar los balances materiales, la generación y presencia de emisiones gaseosas o energéticas, de efluentes líquidos o de residuos sólidos.

Se deben describir, por lo menos, los siguientes elementos importantes acerca del proyecto en esta sección de la EIA:

- Un resumen del proyecto que incluya información técnica y financiera, tipos y características de productos y servicios, niveles de producción, necesidades de infraestructura y personal, fuentes de energía, etc.
- La localización geográfica exacta del proyecto, información que debe ser apoyada en la correspondiente cartografía.
- Una estimación de la envergadura o tamaño del proyecto, ya que este aspecto tiene relación directa con sus potenciales impactos.

- Las cantidades y tipos de insumos (materias primas y energía) que se utilizan en el proyecto.
- Las cantidades y tipos de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos asociados al proyecto.

3) **Marco legal, normativo e institucional**

La elaboración de una EIA constituye, como se ha dicho, una práctica importante en la formulación y evaluación de proyectos. En el hecho, mejora los proyectos en muchos aspectos, en particular en relación con sus alcances físicos. Sin embargo, si no existe un mínimo marco legal que sustente el proceso, estableciendo obligaciones y responsabilidades, no se ganará mucho con apelaciones puramente técnicas o fundadas en consideraciones éticas.

La base legal es fundamental, además, para que la autoridad pueda asegurarse que las acciones privadas –cada vez más relevantes para el desarrollo en nuestras economías– sean evaluadas; esto no ocurrirá a menos que estén legalmente sujetas a obligaciones y responsabilidades. En otras palabras, el Estado debe contar con *fuerza legal* para actuar, sobre todo para imponer medidas que mitiguen o eviten impactos ambientales inaceptables.

4) **Descripción del medio ambiente**

El EIA tiene entre sus objetivos fundamentales la identificación, predicción y evaluación de los **efectos e impactos** de un proyecto sobre aquellos *aspectos relevantes* del medio ambiente afectados, directa e indirectamente. De allí que sea necesario caracterizar la situación *sin proyecto*, que da una imagen del medio ambiente antes que se implante la actividad.

Esto da cabida al menos a tres tipos de análisis:

- a) **Estudio de línea de base:** por medio de ellos se caracteriza cada uno de los componentes principales del medio ambiente afectado por el proyecto.

Se trata fundamentalmente de una recolección de información relevante, tanto la existente en documentación, como la generada especialmente para el estudio. Esto comprende, entre otros factores:

- Uso de suelos.
- Recursos bióticos.
- Medio receptor (aire, agua, tierra).
- Infraestructura (medio ambiente construido).
- Sitios de valor histórico o cultural.
- Características de la población.
- Actividades económicas.
- Areas de riesgo.

b) **Definición del área de influencia:** la etapa siguiente es definir las áreas de influencia *directa e indirecta* del proyecto. En la parte metodológica de esta Guía se abunda sobre estos aspectos.

c) **Diagnóstico del medio ambiente:** consiste en un análisis de la información disponible a fin de estimar las condiciones en que se encuentra el medio antes de la instalación del proyecto. Al respecto, es raro encontrar hoy en día lugares prístinos que van a ser afectados por un proyecto. Lo normal es que nos encontremos con ambientes ya deteriorados; y no compete, por lo tanto, a la nueva iniciativa, hacerse cargo de una degradación ambiental que puede ser histórica.

5) **Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales**

A este nivel se entra ya en el establecimiento de las relaciones de causa-efecto entre actividades específicas del proyecto y factores ambientales relevantes del medio. Primero se procede a una **identificación** de las actividades potencialmente impactantes, y los factores ambientales

potencialmente impactados; enseguida se definen modelos para obtener una **predicción** de la forma que adquieren estas relaciones de causa-efecto. Para finalmente proceder a una **evaluación** –en magnitud e importancia– de tales impactos.

Esta es la parte central de la EIA y es lo que le da a este proceso su especificidad con relación a otros análisis y estudios propios de un proyecto.

6) **Planes de neutralización, mitigación y compensación de impactos**

Es la etapa necesaria tras el trabajo anterior, por cuanto no es en absoluto suficiente contar con impactos bien identificados, predecidos y evaluados, si no se proponen medidas o planes que ofrezcan una solución a esos impactos, y permitan así contar con un proyecto menos degradante del medio.

Se habla de **neutralización** cuando los impactos se anulan; de **mitigación** cuando se mitigan o reducen a niveles aceptables; y de **compensación** cuando ciertos impactos no son mitigables y se paga o compensa a la población afectada –o al medio natural afectado (**compensación verde**)– por ello. Normalmente esta **compensación** es monetaria, pero también puede tratarse de bienes o inversiones que buscan no hacer descender la calidad ambiental –y por ende la calidad de vida– de dichas personas.

7) **Planes de restauración y manejo ambiental**

En muchos proyectos, en particular los que involucran un uso importante de recursos naturales, o la afectación de medios particularmente valiosos, o la intervención de medios en profundo estado de degradación, es necesario ir más allá de un conjunto de medidas de mitigación o compensación, para proponer **planes de restauración** de medios deteriorados, o **planes de manejo** de recursos naturales. Tales planes deben ser parte componente de la EIA y dimensionarse de acuerdo a los resultados de ésta.

8) **Planes de seguimiento y monitoreo**

Se trata del **seguimiento y monitoreo** de las propuestas que emanan de la EIA, sean planes de mitigación o planes de manejo de recursos naturales, por ejemplo. Su objetivo principal es contar con una base objetiva para apoyar a la autoridad ambiental en el control del desarrollo del proyecto.

También se suele hablar aquí de **planes de vigilancia y control**, que corresponde implementar cuando se trata de situaciones de alto riesgo de accidentes ambientales que afectan, por ejemplo, a recursos naturales valiosos (ecosistemas, especies protegidas o en peligro de extinción, unidades paisajísticas y/o culturales de alto valor).

9) **Planes de participación ciudadana**

Se trata fundamentalmente de respetar las prácticas y procedimientos de involucrar a la ciudadanía –en particular a los afectados directamente por el proyecto– en todo el proceso de la EIA. Es importante que tal proceso sea transparente, y el respeto a los derechos ciudadanos a un medio ambiente limpio sea garantizado.

10) **Referencias técnicas y bibliográficas**

Todo EIA debe hacer explícitas las fuentes de información que respaldan sus afirmaciones.

7.1. **Metodologías de EIA**

En relación a los contenidos de la EIA, se mencionaron antes los llamados **Estudios de línea de base**, que constituyen un diagnóstico de la situación del medio ambiente *antes* de la realización del proyecto: el estado del medio *sin* proyecto. Estos estudios son esenciales para la definición del área de influencia del proyecto y sus características, a fin de identificar y evaluar adecuadamente los impactos.

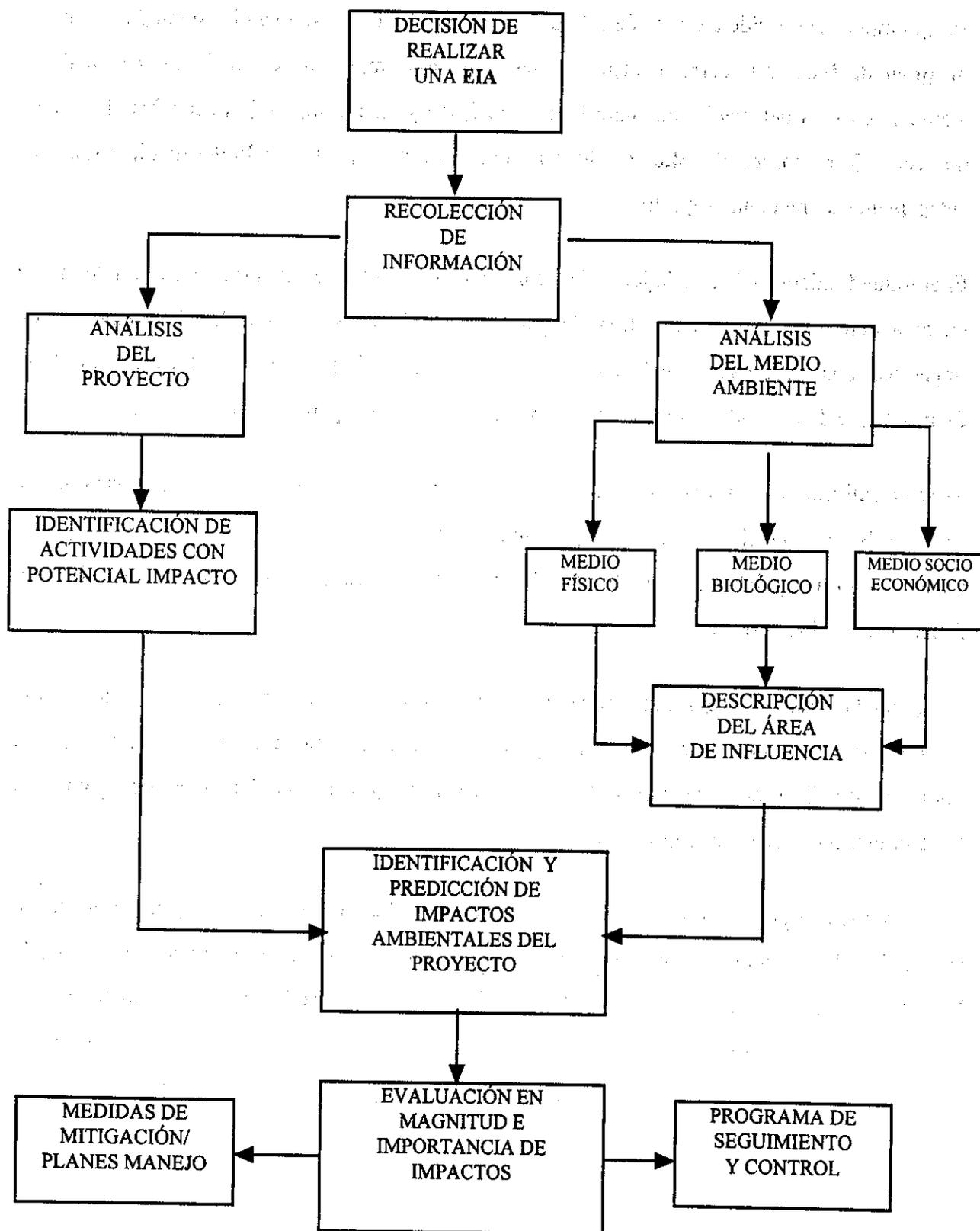
No es impropio reiterar que la EIA, tal como la formulación y evaluación de un proyecto, constituye un modelo de predicción, un simulacro del funcionamiento futuro de un proyecto, y por lo tanto las predicciones y evaluaciones que se establezcan tienen grados de incertidumbre, o probabilidades de ocurrencia, que se deben corregir y ajustar durante el desarrollo del proyecto.

Por esto, las EIA deben concebirse como un proceso dinámico, iterativo y adaptativo, confrontando permanentemente los datos de la realidad con las predicciones y evaluaciones establecidas en el estudio.

No hay que olvidar que en último término lo que se espera de las EIA es que contribuyan a hacer más sustentable la implementación de un proyecto; y por lo tanto, lograr que dicho proyecto se constituya en una contribución real para hacer sustentable el proceso de desarrollo en su conjunto.

Sin olvidar las particularidades nacionales señaladas respecto al sistema de EIA que cada país se da, se muestra en la figura N° 6 el procedimiento general –e ideal– de realización de un estudio de este tipo.

Figura N° 6: Procedimiento metodológico general de la EIA



Los estudios de línea de base

Normalmente se considera que la fase de inicio de una EIA lo constituyen los llamados **Estudios de línea de base**, que corresponden, en una definición amplia, a descripciones y análisis de algunos aspectos del medio ambiente físico, biológico y social que podría ser afectado por un proyecto. Por ello, los **Estudios de línea de base** dan cuenta del "estado del medio ambiente" antes de que se inicie un proyecto.

El enfoque fundamental es el de juntar la información disponible, o generar la necesaria dentro de un área determinada, a fin de utilizarla para la fase siguiente de la EIA: la predicción de impactos. Las preguntas que caben son: ¿Hasta dónde se debe llegar con los **Estudios de línea de base**? ¿Se debe estudiar *todo* el medio ambiente? Y si es una parte, ¿cuál?

Área de influencia del proyecto. Antes de señalar criterios para llevar a cabo los **Estudios de línea de base** en la EIA, es necesario presentar el concepto de *área de influencia* del proyecto. Se trata, en otras palabras, de los límites dentro de los cuales, para un proyecto específico, se deben estudiar los impactos.

La llamada *área de influencia* (directa e indirecta) debe ser identificada y delimitada geográficamente, con la mayor precisión posible, ya que condicionará fuertemente no sólo el volumen de la EIA, sino la cantidad de estudios y análisis básicos que deberá contener; y por lo tanto el tiempo de su ejecución y su costo.

Es en esta área específica que se debería realizar el **Estudios de línea de base** y sobre la cual se analiza la relación proyecto-entorno. De esta relación aparecen los conflictos a resolver por la EIA. Muchas veces se exagera en la realización de los **Estudios de línea de base**, incluyéndose factores que remotamente serán influenciados por la actividad que se proyecta. Por ejemplo, efectuándose enormes inventarios de especies que finalmente no cumplen ningún objetivo en la EIA.

Un problema de costos del estudio se plantea aquí, ya que el tamaño del área a considerar, o la aparición de un número alto de factores diferentes, significarán necesidades de información no todas igualmente importantes, y que implican costos diferentes. Un problema de disponibilidad y pertinencia de la información aparece también ligado esto.

Además cabe señalar que las *áreas de influencia* son de distintos tipos –locales, regionales, nacionales, internacionales, planetarias– dependiendo del tipo de proyecto. Por otro lado, para su determinación se deben considerar los efectos directos e indirectos, primarios y secundarios, etc. Es importante tener en cuenta que hay bastantes complejidades en la determinación del *área de influencia*. Se trata de considerar no sólo puntos o elementos de interacción con distintas localizaciones geográficas, sino con distintas presentaciones en el tiempo.

En suma, los **Estudios de línea de base** para los objetivos de la EIA deben ser desarrollados fundamentalmente para dar respuesta a las necesidades de información respecto de las relaciones causa-efecto producidas dentro del *área de influencia* del proyecto. Un enfoque normalmente erróneo respecto al rol de los **Estudios de línea de base** en las EIA, conduce a la realización de enormes descripciones e inventarios de factores ambientales en el área en que se inserta un proyecto, sin que haya una relación entre los efectos de dicho proyecto sobre factores específicos. Se produce así un a veces inútil documento, de alto costo e impresionante volumen, que no aporta demasiado a la EIA.

Un **Estudio de línea de base** debe contener información sobre al menos los siguientes elementos:

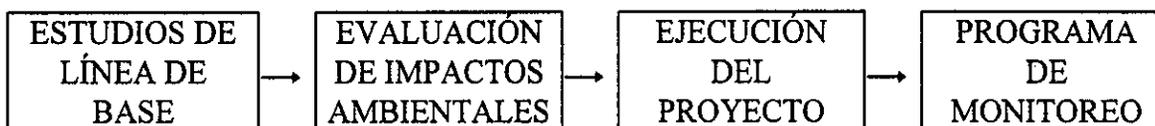
- *Medio físico*, que incluye tanto el medio *inerte* (aire, agua, clima y suelo) como el medio *perceptivo* (paisaje).
- *Medio biológico*, fundamentalmente la flora y la fauna.
- *Medio socioeconómico*, que incluye lo social, lo cultural y lo económico (actividad y población).

El objetivo es estar en condiciones de determinar la capacidad de acogida del medio frente a los efectos del proyecto, y así determinar su aptitud para soportar los cambios que van a tener lugar si tal proyecto se implementa.

Cabría señalar que muchos autores ligan los **Estudios de línea de base** a la muy posterior actividad de **Monitoreo**. La razón es que los cambios en el medio ambiente que el **Monitoreo** pretende detectar, se deben medir sobre ciertas condiciones existentes *antes* del proyecto, las que son establecidas precisamente por los **Estudios de línea de base**. Lo anterior permite además trabajar sobre los factores ambientales expuestos a modificación a causa del proyecto, y que serán posteriormente materia de los **Programas de Monitoreo**.

Esto se puede visualizar en la figura N° 7 (adaptado de Harrop, 1991):

Figura N° 7: Estudio de línea de base y Monitoreo (figura simplificada)



Factores ambientales

Se mencionó más arriba que para efectos del análisis del medio ambiente como sistema, éste se puede dividir en tres subsistemas fundamentales:

Medio físico, que corresponde básicamente al territorio y sus componentes y recursos, tanto renovables y no-renovables, como materiales y energéticos;

Medio biológico, que corresponde a los seres vivos del planeta, tanto la flora y la fauna, como los procesos que los involucran;

Medio socioeconómico, que corresponde a la población y sus atributos; incluyendo la infraestructura y los aspectos culturales y perceptuales.

De tal modo, los **factores ambientales** a considerar en la EIA se pueden resumir en la siguiente lista (adaptada de Subirá, 1986; Leal, 1990; Conesa, 1993; y Gómez Orea, 1994), que no pretende, por supuesto, ser exhaustiva:

1. MEDIO FÍSICO

1.1 Aire

- 1.1.1 Nivel de monóxido de carbono (CO)
- 1.1.2 Nivel de óxidos de nitrógeno (NO_x)
- 1.1.3 Nivel de óxidos de azufre (SO_x)
- 1.1.4 Nivel de hidrocarburos
- 1.1.5 Nivel de sólidos suspendidos
- 1.1.6 Nivel de plomo
- 1.1.7 Nivel de ruido
- 1.1.8 Nivel de radiación
- 1.1.9 ...

1.2 Agua

- 1.2.1 Cantidad
- 1.2.2 Régimen hídrico
- 1.2.3 Red hídrica
- 1.2.4 Calidad fisico-química: metales
- 1.2.5 Calidad fisico-química: no-metales
- 1.2.6 Calidad biológica
- 1.2.7 Temperatura
- 1.2.8 Dinámica de cauces
- 1.2.9 Salinización
- 1.2.10 Transporte de sólidos
- 1.2.11 Eutrofización
- 1.2.12 Sedimentación

- 1.2.13 Recarga de acuíferos
- 1.2.14 Dinámica litoral
- 1.2.15: Uso recreativo: baño, boga
- 1.2.16 ...

1.3 Suelo

- 1.3.1 Relieve y topografía
- 1.3.2 Calidad (Clase)
- 1.3.3 Minas y canteras
- 1.3.4 Contaminación superficie
- 1.3.5 Contaminación subsuelo
- 1.3.6 Drenaje
- 1.3.7 Inundaciones
- 1.3.8 Erosión
- 1.3.9 Estabilidad
- 1.3.10 Compactación
- 1.3.11 Uso agrícola
- 1.3.12 Uso ganadero
- 1.3.13 Uso forestal
- 1.3.14 Uso industrial
- 1.3.15 Espacios de conservación
- 1.3.16 ...

1.4 Clima

- 1.4.1 Régimen de temperatura
- 1.4.2 Régimen de lluvias
- 1.4.3 Régimen de vientos
- 1.4.4 Radiación
- 1.4.5 ...

1.5 Paisaje

- 1.5.1 Paisaje natural singular
- 1.5.2 Paisaje artificial singular
- 1.5.3 Lugares o monumentos históricos
- 1.5.4 Yacimientos arqueológicos
- 1.5.5 Lugares de culto
- 1.5.6 Intervisibilidad
- 1.5.7 Uso recreativo: excursiones, picnic
- 1.5.8 ...

2. MEDIO BIOLÓGICO

2.1 Flora

- 2.1.1 Especies protegidas
- 2.1.2 Especies singulares
- 2.1.3 Vegetación natural
- 2.1.4 Praderas
- 2.1.5 Pastizales
- 2.1.6 Humedales
- 2.1.7 Cultivos
- 2.1.8 ...

2.2 Fauna

- 2.2.1 Especies protegidas
- 2.2.2 Especies singulares
- 2.2.3 Especies silvestres comunes
- 2.2.4 Especies domésticas
- 2.2.5 Ganado
- 2.2.6 Corredores
- 2.2.7 Rutas migratorias
- 2.2.8 Hábitats
- 2.2.9 Uso recreativo: caza
- 2.2.10 Uso recreativo: pesca

2.3 Procesos

- 2.3.1 Cadenas alimentarias
- 2.3.2 Ciclos reproductivos
- 2.3.3 Ecosistemas especiales
- 2.2.4 ...

3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

3.1 Población

- 3.1.1 Densidad de población
- 3.1.2 Estructura etaria
- 3.1.3 Movimientos migratorios
- 3.1.4 Empleo

- 3.1.5 Estilos de vida
- 3.1.6 Tradiciones
- 3.1.7 Estructura de la propiedad
- 3.1.8 ...

3.2 **Economía**

- 3.2.1 Rentas
- 3.2.2 Sector público
- 3.2.3 Sector privado
- 3.2.4 Actividades económicas afectadas
- 3.2.5 Actividades económicas inducidas
- 3.2.6 Mercados
- 3.2.7 ...

3.3 **Infraestructura**

- 3.3.1 Densidad infraestructura vial
- 3.3.2 Accesibilidad red vial
- 3.3.3 Riesgos accidentes viales
- 3.3.4 Vialidad rural
- 3.3.5 Infraestructura hidráulica
- 3.3.6 Saneamiento y depuración
- 3.3.7 Infraestructura energética
- 3.3.8 Comunicaciones
- 3.3.9 ...

3.4 **Servicios**

- 3.4.1 Servicios comerciales
- 3.4.2 Equipamientos deportivos
- 3.4.3 Equipamientos recreativos
- 3.4.4 Equipamientos turísticos
- 3.4.5 Equipamientos educacionales
- 3.4.6 Servicios estatales
- 3.4.7 Transporte
- 3.4.8 Vivienda
- 3.4.9 Equipamiento hospitalario
- 3.4.10 Equipamiento asistencial
- 3.4.11 Estructura urbana
- 3.4.12 ...

Categorías de impactos ambientales

Los tipos de impactos más comunes que ocurren sobre el medio ambiente se pueden clasificar según diversos criterios; y son, siguiendo la literatura más reciente, y sin que esta clasificación sea exhaustiva ni excluyente, los que se señalan a continuación.

a) Criterio de la calidad ambiental

Para empezar, desde el punto de vista de las **variaciones de la calidad ambiental**, que pueden significar los impactos ambientales de un proyecto, se puede hablar de:

- *Impactos positivos (+)*. Son aquellos impactos aceptados como convenientes, tanto en su *magnitud* (porque mejoran objetivamente la **calidad ambiental**, definida científicamente); como por su *importancia* (de acuerdo al valor subjetivo que les da la comunidad).
- *Impactos negativos (-)*. Son aquellos impactos que se traducen en bajas de la **calidad ambiental**, sea por pérdidas de recursos naturales o de la diversidad biológica, por degradación estética o paisajística, por procesos de contaminación o eutroficación, etc.

b) Criterio de la intensidad

Ahora, de acuerdo a su *intensidad o fuerza relativa*, estos impactos pueden ser:

- *Impactos Altos (A)*. Se asocian a destrucción del medio ambiente o sus características, con repercusiones futuras de importancia. La destrucción completa se suele llamar *Impacto Total*.
- *Impactos Medios (M)*. Ocurren cuando hay una alteración negativa del medio ambiente importante, pero relativamente controlable.
- *Impactos Bajos (B)*. Es el caso de una destrucción o alteración mínima del factor o característica ambiental considerada.

c) Criterio de la extensión

Otro criterio de clasificación de impactos es la *extensión*, que distingue entre los siguientes impactos de acuerdo a su alcance espacial:

- *Impactos puntuales*, cuando se producen en un contexto muy localizado.
- *Impactos parciales*, cuando se supone que tienen una incidencia apreciable en el medio, pero sólo en una parte de éste.
- *Impactos totales*, cuando se manifiestan de manera generalizada en el entorno considerado.
- *Impactos críticos*, cuando cualquiera de los casos descritos arriba, se dan en una localización o contexto considerados como inaceptables.

d) Criterio del horizonte temporal

El criterio de *horizonte temporal* en el cual ocurren los impactos ambientales potenciales de una actividad, da lugar a la aparición de los siguientes tipos de impactos:

- *Impactos inmediatos*, cuando no hay plazo de tiempo entre el inicio de la actividad y la manifestación del impacto.
- *Impactos latentes*, aquéllos que se manifiestan al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad, como consecuencia de una potenciación progresiva con otras sustancias o agentes degradantes. Estos *impactos latentes* pueden manifestarse en el *corto, mediano o largo plazo*. La contaminación progresiva del suelo por la introducción de productos químicos (pesticidas, herbicidas, fertilizantes) es un ejemplo.

e) Criterio de la persistencia

De acuerdo a su mayor o menor grado de *presencia* en el tiempo, los impactos pueden ser de los siguientes tipos:

- *Impactos temporales*, cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo, y dura un lapso que puede establecerse con alguna precisión. Dependiendo de esa duración, puede hablarse de impacto *fugaz* (breve), impacto *temporal* e impacto *pertinaz* (persistente).
- *Impactos permanentes*, cuando se supone una alteración indefinida en el tiempo. Una carretera o un gasoducto, por ejemplo, significan impactos permanentes sobre el medio.

f) Criterio de la recuperación

Otro criterio de clasificación de impactos ambientales es la *capacidad de recuperación* de las capacidades del entorno, que puede incluir los siguientes casos:

- *Impactos irrecuperables*, aquellos en que la alteración o degradación del medio, sea por acción natural o acción humana, es imposible de revertir. La pérdida de la diversidad biológica es un ejemplo.
- *Impactos irreversibles*, aquéllos que suponen una dificultad extrema, sea técnica o financiera, para revertir una situación de degradación ambiental debida a acción natural o humana. La desertificación es un ejemplo.
- *Impactos reversibles*, aquellos en que la alteración puede ser asimilada naturalmente por el medio ambiente, en el corto, mediano o largo plazo. Un ejemplo puede ser la vegetación circundante alterada por un proyecto de vialidad, que puede recuperarse por acción natural.
- *Impactos mitigables*, aquéllos en los que la alteración del medio puede paliarse (recuperarse parcialmente) mediante el establecimiento de medidas correctoras o mitigadoras.
- *Impactos recuperables*, aquéllos en los cuales la alteración del medio puede eliminarse totalmente por la acción humana estableciendo medidas correctoras.

Por ejemplo, la fauna puede volver a la zona de donde fue desplazada, una vez que el medio vegetal que le sirvió de hábitat se recupera.

- *Impactos fugaces*, aquéllos cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad que los causa, y no precisan de medidas correctoras. Ejemplos típicos son el ruido o el polvo generados durante la etapa de construcción de un proyecto.

g) Criterio de la relación de causalidad

Este criterio de clasificación de impactos se refiere a la forma en que se produce la interacción entre el proyecto y el medio. Pueden darse las siguientes situaciones:

- *Impactos directos o primarios*, aquéllos que tienen una incidencia inmediata sobre un factor ambiental específico. Es el caso, por ejemplo, de la tala de árboles o el desplazamiento de la población por un proyecto de represa.
- *Impactos indirectos o secundarios*, que son aquéllos que, a diferencia de los anteriores, suponen una incidencia inmediata no sobre un factor ambiental, sino sobre la relación de un factor ambiental con otro. Por ejemplo, la degradación de la vegetación o la arquitectura como resultado de la contaminación del aire.

h) Criterio de la forma de interacción

La forma en que se da la interacción proyecto-medio ambiente puede a su vez dar origen a diversos tipos de impactos:

- *Impactos simples*, cuyos efectos se manifiestan sobre un factor ambiental único y aislado.
- *Impactos acumulativos*, cuando el efecto de la acción, al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad.

- *Impactos sinérgicos*, que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

i) **Criterio de la periodicidad**

Se refiere este criterio al modo en que se manifiesta el efecto en el transcurso del tiempo, y puede dar lugar a:

- *Impactos continuos*, cuyos efectos se presentan de manera regular (continua) durante el desarrollo de la correspondiente fase del proyecto.
- *Impactos discontinuos*, que se presentan irregularmente, y sólo en ciertas fases del proyecto. Los “episodios contaminantes” que afectan a ciertas industrias, por ejemplo.
- *Impactos periódicos*, cuando los efectos se presentan de forma continua, pero de un modo intermitente. Ejemplo, los incendios forestales veraniegos.
- *Impactos irregulares*, aquellos imprevisibles en el tiempo y que es necesario predecir y evaluar según una función de probabilidad de ocurrencia.

Los *indicadores de impacto ambiental* permiten informarse acerca de los componentes significativos del medio involucrado, reflejando su estado y tendencias. Al respecto se distinguen tres categorías:

- *Indicadores de línea de base*. Son aplicables en las etapas tempranas del ciclo de proyecto, y tienen que ver sobre todo con las condiciones ambientales existentes previas a su instalación.

- *Indicadores de efectos o impactos ambientales.* Envuelven la medición o estimación de las variables ambientales fundamentalmente durante la construcción y operación del proyecto, a fin de determinar las consecuencias de los cambios.
- *Indicadores de cumplimiento.* Buscan medir el grado de cumplimiento de las normas, de las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales ligadas al proyecto, y de otros compromisos contenidos en la EIA como planes de manejo ambiental, planes de vigilancia o planes de contingencia.

Cabe señalar por último que siempre en la definición de *indicadores* habrá un **nivel objetivo**, en el cual es posible efectuar cuantificaciones que reflejen la capacidad del medio para sostener su existencia y el goce de sus usos beneficiosos; o un conjunto de límites aceptables para contaminantes específicos.

Y un **nivel subjetivo**, que corresponde a una evaluación humana cualitativa o valórica de sus necesidades o prioridades en cuanto a calidad ambiental.

Cabe mencionar, aún a riesgo de repetición, que la lista parcial de indicadores que se ha presentado arriba puede ser objeto de revisiones, y que por cierto existen en algunos casos formas más convenientes de presentarlos.

Métodos para la identificación y evaluación de impactos ambientales

Lo que se entiende normalmente por metodologías de EIA se refiere a los enfoques que se han desarrollado para la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de un proyecto. Involucra un trabajo a dos niveles: sobre las variables características del proyecto en cuestión; y sobre los factores del medio ambiente que se verán afectados. Hay diversos grados de profundidad y alcance en las EIA, así como diversos formatos, de acuerdo a las necesidades de un proyecto específico y los requerimientos de la autoridad para su realización.

El **primer paso** de toda metodología de evaluación del impacto ambiental consiste en la *identificación* de los procesos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales que pueden ser afectados por la acción propuesta. Si un efecto importante es ignorado o subestimado en esta etapa, la EIA no podrá llegar a un resultado satisfactorio, por muy sofisticado que haya sido el cuerpo metodológico elegido.

El **segundo paso** es la *predicción*. Se trata de seleccionar entre los impactos identificados aquellos que efectivamente pueden ocurrir, y merecen una preocupación especial. Esto implica la tarea de desarrollar modelos para conocer el comportamiento de tales impactos. Por ejemplo, modelos de dispersión y difusión para emisiones gaseosas; o modelos de flujo para el medio hídrico. Este paso requiere definir o seleccionar los *indicadores de impacto ambiental*.

Una vez identificados esos efectos, se procede al **tercer paso**: la *evaluación* de los impactos, lo que significa calcular o estimar, la *magnitud e importancia* de cada impacto. Por *magnitud* se entiende el volumen o el tamaño del impacto, medido o estimado con algún tipo de indicador. La *importancia*, a su vez, es el peso, ponderación o "valor" que se le da a tal impacto.

En función de lo anterior, los métodos de EIA disponibles se pueden dividir en dos grandes categorías:

a) **Métodos de identificación de impactos.** Entre éstos, los más utilizados son los siguientes grupos de métodos:

- 1) *Listas de chequeo* o "checklists"
- 2) *Diagramas de flujo*
- 3) *Matrices de causa-efecto simples*
- 4) *Cartografía ambiental* (superposición de transparencias)
- 5) *Métodos ad-hoc*

b) **Métodos de evaluación de impactos (en magnitud e importancia).** Todos éstos se apoyan en los anteriores, ya que la etapa de evaluación presupone la identificación previa de los impactos. Los grupos principales de estos métodos son los siguientes:

- 1) *Matrices de causa-efecto* (ponderadas)
- 2) *Cartografía ambiental* (mediciones y cálculos)
- 3) *Redes* (Diagramas de flujo ampliados para los impactos primarios, secundarios y terciarios)

Los *modelos*, el *análisis de sistemas* y la *simulación* suelen ser consignados como metodologías complementarias para el análisis, predicción y evaluación de impactos. Sin embargo, estos son más bien enfoques o herramientas sofisticadas que pueden apoyar a uno u otro método. Son sobre todo útiles en la etapa de predicción de los impactos ambientales más complejos de identificar y evaluar.

7.2. Metodologías - Listas de Chequeo

Fueron los primeros métodos en desarrollarse y consisten en efectuar una lista ordenada de factores ambientales que serán potencialmente afectados por un proyecto. Generalmente van acompañados de otra lista con acciones del proyecto susceptibles de provocar impactos.

La idea de los listados es que sean exhaustivos en la identificación de los impactos ambientales. Su principal utilidad es servir de recordatorio de todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la EIA, que ningún impacto relevante sea omitido.

No puede haber un ejercicio de EIA serio si no se empieza por hacer una lista de chequeo. Para esto se puede elaborar una particular del proyecto; o bien se puede adaptar una ya existente para ese tipo de proyecto u otro similar. La literatura provee abundantes guías de este tipo.

Fedra y Winkelbauer (1991) plantean que una típica lista de chequeo debería preocuparse, al menos de los siguientes ítems:

- *Suelo*
- *Agua*
- *Aire*
- *Flora*
- *Fauna*
- *Recursos naturales*
- *Recreación*

Es decir, desde el punto de vista del medio ambiente, qué pasa con cada uno de los ítems señalados.

Hay que tener en cuenta que las listas de chequeo llevan implícitos ciertos sesgos de carácter geográfico o cultural, lo que hace necesario ir más allá de su presentación puramente lineal.

Listados simples

Contienen sólo una lista de factores, características o variables ambientales con posibilidades de impacto. O bien una lista de acciones del proyecto con posible impacto.

O mejor, ambos elementos.

Permiten asegurarse que ningún factor particular está omitido en el análisis. Son más que nada un ayuda-memoria. Pero no hay que olvidar que casi todas las metodologías más sofisticadas parten de allí.

Listados descriptivos

Estos listados dan además orientaciones para una evaluación de los parámetros ambientales impactados. Es decir, se indican por ejemplo, posibles medidas de mitigación, bases para una estimación técnica del impacto (indicadores), referencias bibliográficas o casuísticas, datos sobre los grupos afectados.

También pueden llevar una estimación gruesa de impactos señalando si es *positivo (+)* o *negativo (-)*, y algún valor referencial (de 1 a 3, por ejemplo).

En otras palabras, no limitamos el listado a una acumulación cuantitativa de efectos posibles, sino que adelantamos una reflexión o una opinión sobre ellos.

Los listados de *medidas de mitigación-tipo* que se presentan en el *Anexo VI* de esta Guía, por ejemplo, o los *indicadores de impacto* que se describieron antes, pueden ser asociados con los *listados simples* de actividades y factores ambientales para conformar un *listado descriptivo*.

Listados escalonados

Son un avance respecto a los anteriores, ya que aspiran a una interpretación de la mayor o menor significación de los impactos para así facilitar la toma de decisiones.

Consisten en una lista de elementos ambientales acompañados de criterios que expresan el valor de esos recursos, así como otra información susceptible de ser puesta en una escala de valores. En otras palabras, para cada impacto posible, adelantamos una estimación por niveles de la calidad ambiental (mayor o menor) que deriva de cada acción y sus alternativas.

Cuestionarios

Se trata de presentar los listados como un conjunto de preguntas sistemáticas sobre categorías genéricas de factores ambientales. Normalmente hay tres respuestas (Sí, No, ?) dependiendo de cuánto se sabe del impacto específico. Se puede así estimar hasta qué punto se cuenta con información sobre los impactos.

Por agregación de respuestas se puede tener una idea cualitativa de la importancia relativa de un cierto impacto, tanto negativo como positivo. La evaluación ambiental de un proyecto consistirá entonces en un procedimiento sistemático de preguntas y respuestas con la adición de información cuantitativa y cualitativa si es necesario.

Los listados, en general, tienen ventajas y desventajas que pueden resumirse así:

- * Son útiles para estructurar las etapas iniciales de un estudio de EIA o como EIA preliminar de un proyecto. Se limitan a identificar sin proporcionar resultados cuantificables. No son suficientes para una EIA en profundidad.
- * Cuando están hechos de forma sistemática, son una buena guía de trabajo y, sobre todo, permiten asegurarse que ningún factor esencial es omitido del análisis. Lo cual puede ser sumamente relevante.
- * Demandan una cantidad reducida de recursos para su aplicación y estimulan el trabajo multidisciplinario.
- * Son rígidos, estáticos, unidimensionales, lineales y encajonados en los impactos individuales, particularmente los más simples.
- * Los listados, por necesidad de simplificación, tienen que ver con un medio ambiente específico y es difícil que permitan considerar interacciones y otros elementos.

Sus deficiencias han conducido al segundo gran grupo de metodologías de impacto ambiental: las matrices de causa-efecto o matrices de interacción, que se tratan a continuación.

7.3. Metodologías - Matrices de causa-efecto

Las *matrices de causa-efecto* consisten en el cruce de un listado de acciones de un proyecto con otro de factores ambientales o indicadores de impacto ambiental, los que son relacionados en un diagrama matricial. No se trata de matrices matemáticas, por supuesto.

Las matrices son muy útiles cuando se desea identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones cuando se trata de establecer interacciones entre varios efectos, definir impactos secundarios o terciarios, y cuando se intenta realizar consideraciones temporales o espaciales.

Se han desarrollado diversos tipos de matrices de interacción. En un principio constituyeron cuerpos estáticos que había que tomar en bloque, pero con cada vez mayor asiduidad se ha consolidado la práctica de adaptarlas a las necesidades de problemas particulares, a las características de ciertos medios o a las posibilidades de los diferentes países para aplicarlas, sobre todo en el marco de información insuficiente o pobre.

Matrices de interacción simple

Las hay de todos tipos y siempre se pueden construir, según el proyecto que se esté analizando. A través de un ejemplo se muestra a continuación como es posible construir una matriz de este tipo. En el hecho, constituyen la expresión más acabada del enfoque de EIA, ya que buscan establecer **relaciones de causa-efecto** entre actividades de un proyecto o iniciativa de desarrollo (causas) y un conjunto de factores o variables ambientales que serían potencialmente alteradas (efectos). Se use o no una matriz de interacciones para establecer tales relaciones de causa-efecto, siempre será necesario llegar a establecerlas para darle un real contenido a la EIA.

Tomemos como ejemplo un hipotético proyecto de desarrollo de un "parque tecnológico-industrial" en el Departamento de Antioquía en Colombia, en una zona de bosques cercana a un pueblo, a orillas de la carretera y contiguo a una reserva ecológica. Se trata de mostrar la interacción entre las actividades del proyecto durante la fase de *operación* solamente (por simplificar) y los respectivos factores ambientales que serían afectados. En este ejemplo no hay cálculo ni estimación de los impactos, limitándose el uso de la matriz a la identificación de impactos posibles.

El parque industrial ocuparía una zona de bosques, y acogería a diversos tipos de actividades. En este caso, la matriz de interacciones busca identificar los tipos de impactos que podrían

producirse una vez que las industrias y empresas instaladas en el parque operen, y deban integrarse en dicha zona. La Figura N° 9 presenta una **matriz de interacciones** parcial para un proyecto como el señalado.

Figura N° 9: Proyecto de parque industrial, *matriz de interacciones*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Riesgo de incendio														
Residuos sólidos														
Descargas líquidas														
Polvo y partículas														
Olores														
Emisiones gaseosas														
Vibración														
Ruido														
Transporte productos														
Transporte personas														
Efectos visuales														
Empleo														
Culturas locales														
Uso de agua														
Seguridad reserva														
Eliminación bosque														
Migración fauna														
Riesgo accidentes														
Uso suelo agrícola														
Topografía														
Acumulación material														
Calidad del paisaje														
Aguas servidas														
Migración														
Valor propiedades														
Valor turístico														

Factores ambientales (definición)

A	=	Clima	B	=	Suelo
C	=	Agua	D	=	Aire
E	=	Flora y fauna	F	=	Población humana
G	=	Turismo	H	=	Paisaje
I	=	Empleo	J	=	Economía local
K	=	Tráfico	L	=	Calidad del agua potable
M	=	Saneamiento	N	=	Recursos renovables

En la matriz se marcan con una X los casilleros donde se supone que hay impactos, con el propósito de decidir si se hacen necesarios estudios posteriores y en mayor profundidad.

Es un método útil para emplearlo en estudios ambientales preliminares, así como para definir modelos de manejo y gestión ambiental en proyectos múltiples tipo el mencionado "parque tecnológico-industrial".

7.4. La matriz de Leopold

Esta metodología de EIA de amplia aplicación data de los años 70 y consiste en una lista horizontal de **actividades de un proyecto** contra, en la vertical, una lista de **factores ambientales**. Es, pues, un cuadro de doble entrada o matriz de interacción.

La matriz sirve fundamentalmente para identificar impactos y su origen, sin proporcionar un valor cuantitativo de ese impacto. Permite, sin embargo, estimar *importancia* y *magnitud* de ese impacto con la ayuda de un grupo de expertos y otros profesionales implicados en el proyecto. En este sentido, es un paso adelante con respecto a las matrices de interacción simple.

Esta matriz fue desarrollada por el Dr. Luna Leopold y otros, del *United States Geological Survey*, para ser aplicada en proyectos de construcción, y es especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos en los que se prevén grandes impactos ambientales.

La matriz de Leopold consiste en un listado de 100 acciones de un proyecto que pueden causar impactos ambientales, que se contraponen a otro listado de 88 características ambientales relevantes. Esta combinación produce una matriz con 8.800 casilleros de interacciones posibles.

En cada casillero, a su vez, se distingue entre *magnitud* e *importancia* del efecto, en una escala que va de uno a diez. Todo esto produce un total de 17.600 números a ser interpretados.

Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo se la utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los efectos considerados de mayor importancia. Por lo demás, cuando se entra a la particularidad de los proyectos, se comprueba que muchos ítems de la matriz de Leopold son superfluos. De la misma forma que no se aplican a cada proyecto todas las acciones señaladas en los listados, también puede ocurrir que en determinados proyectos las interacciones no estén señaladas en la matriz de Leopold, perdiéndose así la identificación de ciertos impactos peculiares. Al hacer las identificaciones debe tenerse presente que en esta matriz los impactos no son exclusivos o finales, y por ello hay que identificar impactos de primer grado de cada acción específica para no considerar un impacto dos veces o más.

- i) Selección de todas las *acciones* (ubicadas horizontalmente en la matriz) que forman parte del proyecto en estudio. Esto puede ir acompañado de la construcción de la respectiva matriz reducida.
- ii) Para cada *acción del proyecto* previamente identificada, se coloca una línea diagonal en el casillero de intersección con cada *característica ambiental*, donde es posible un impacto. Esta división del casillero en dos áreas tiene por objeto separar la evaluación de la **magnitud** y de la **importancia** del impacto. Los casilleros que permanecen vacíos revelan que *no hay impacto*.
- iii) Habiéndose completado la matriz, en el extremo superior izquierdo de cada casillero con diagonal, se estima la **magnitud** del impacto con una nota de 1 a 10. Se entiende que 10 representa el mayor impacto y 1 el menor. Delante de cada valor, se coloca un signo + si el impacto es positivo.
- iv) En el extremo inferior derecho de cada casillero con diagonal, se coloca una nota de 1 a 10 para calificar la **importancia** del posible impacto, con 10 como valor mayor y 1 como menor.

- v) El informe de la matriz debe ser una discusión acerca del *significado* de estos impactos, señalando los casilleros con valores mayores, así como las columnas y filas con mayor número de impactos identificados.

Las principales precauciones que es importante tener en cuenta al hacer uso de la matriz de Leopold son las siguientes:

- a) Se caracteriza por un sesgo físico-biológico, en detrimento de los aspectos socioeconómicos. Es recomendable por esto llevar a cabo un estudio socioeconómico aparte, o bien procurar que se complemente la matriz con estudios adicionales.
- b) No distingue entre impactos reversibles e irreversibles, ni entre impactos probabilísticos e impactos determinísticos. Por esto los impactos principales –que el método por cierto identifica y estima– deben ser materia de un análisis separado y cuan detallado como se requiera.
- c) No es eficiente para identificar interacciones. Vale el mismo comentario que el punto anterior.
- d) No identifica grupos afectados por los impactos. Esto se relaciona con la recomendación relativa a los estudios socioeconómicos.
- e) No provee criterios basados en valores numéricos, sino sólo apreciaciones más o menos subjetivas de impactos posibles. De allí que sea importante el trabajo multidisciplinario y la convocatoria de los mejores expertos para usar el método.
- f) No discrimina el ámbito espacial de los impactos. De allí que sea importante utilizar otras metodologías.
- g) No sintetiza las predicciones en un valor único.

7.5. El sistema de Battelle

Fue diseñado por el *Battelle Memorial Institute* para evaluar el impacto de acciones relacionadas con la planificación de recursos hídricos. También se le utiliza en la evaluación de proyectos de autopistas, plantas nucleares, instalaciones industriales y otros proyectos de gran envergadura.

Es una especie de matriz de causa-efecto que permite una cuantificación del impacto utilizando índices de calidad ambiental. Estos provienen de gráficos donde se establece la relación entre un parámetro ambiental y la calidad ambiental, semejantes a *funciones de transformación*. El método permite ponderar esos valores y hacer cálculos por columna o por fila que conducen a indicadores con los cuales se pueden establecer impactos cuantitativos que, luego, son analizados para proponer acciones.

Es un enfoque esencialmente **cuantitativo** de la EIA y persigue en último término llegar a determinar un indicador final que refleje las características ambientales del proyecto; de modo de utilizarlo para la toma de decisiones en relación a ese proyecto y sus alternativas.

El método parte por dividir las áreas de interés humano en cuatro grandes categorías:

- 1) **Ecológicos**
- 2) **Físicos y químicos**
- 3) **Estéticos**
- 4) **Sociales**

Estas categorías se dividen en 17 componentes, los que a su vez, utilizan un total de 78 factores ambientales.

Los pasos del sistema de Battelle consisten en:

i) Obtener el valor efectivo de cada uno de los 78 factores ambientales, sin considerar el proyecto. Estos valores, al ser cuantificados, se convierten en parámetros constantes y la base de comparación entre las situaciones “sin” y “con” proyecto.

ii) Obtener información acerca de la relación entre cada parámetro y la calidad ambiental. Fijar la ordenada (escala de calidad ambiental), de modo que el valor más bajo sea 0 y el más alto 1. Dividir la abscisa en intervalos iguales entre un mínimo y un máximo, y determinar el valor apropiado del parámetro en cada intervalo. Se obtiene una serie de curvas, para cada parámetro, como las que se muestran en el *Anexo V*.

iv) Si se justifica, (por falta de confianza en la información disponible, por ejemplo), repetir los pasos anteriores con distintos especialistas, hasta llegar a una curva promedio que se considere aceptable.

v) Predecir luego el valor de cada uno de estos parámetros, en cada una de las alternativas del proyecto, incluyendo la alternativa de no hacerlo como base de referencia.

vi) Traducir todos los valores estimados a una misma unidad, con el objeto de permitir su comparación. La unidad utilizada es un *índice de calidad ambiental*. Para llegar a estos índices, se requiere una escala de calidad ambiental. Los autores del método definen *funciones de calidad ambiental* para cada uno de los 78 parámetros utilizados.

Dichas funciones establecen para un determinado rango de variación de cada parámetro, una escala o índice de calidad ambiental que va de 0.0 a 1.0 (este valor corresponde a 100% de calidad ambiental).

vii) Establecer la *ponderación* o *peso relativo* de cada unidad de impacto. La importancia relativa de cada factor (o la significación de cada parámetro) se logra a través de un grupo de

especialistas. El ejercicio contempla, por supuesto, la presencia de juicios subjetivos. Esto es razonable porque la mayor o menor importancia de ellos es un concepto social.

viii) Si se justifica, también se puede repetir el ejercicio de *ponderación* con diferentes grupos de especialistas.

Existe abundante bibliografía donde aparece explicado el método. Lo que importa, en todo caso, es que se trata de un enfoque que exige mucha información y la elaboración de modelos de comportamiento para cada parámetro ambiental. Cabe señalar que estos parámetros tienen comportamientos particulares para cada medio específico y deben ser construidos para cada aplicación del método. Igualmente deben establecerse las ponderaciones o pesos relativos para cada proyecto en cuestión.

7.6. Valoración económica de los impactos

Las técnicas para la valoración económica de los impactos ambientales se agrupan bajo los siguientes métodos:

- Métodos basados en el mercado.
- Métodos basados en valores sustitutivos del mercado.
- Métodos basados en erogaciones potenciales o voluntad para pagar.

Métodos basados en el mercado.

Se basan directamente en la productividad o los precios de mercado. Son aplicables cuando un cambio en la calidad ambiental afectan a la producción real o a la capacidad de producción.

A) Cambio en la productividad.

Los proyectos de desarrollo pueden afectar a la producción o a la productividad de forma positiva o negativa. Por ejemplo un proyecto de manejo de suelo que implica medidas de conservación del suelo, puede dar lugar a una mayor producción agrícola. La mayor producción puede valorarse mediante el uso de precios económicos normales. Se están reconociendo en la actualidad los costos ambientales de la recuperación de tierras pantanosas o de la contaminación del agua. Cuando las anteriores afectan a la captura de peces, puede calcularse directamente el valor de la captura de peces mediante el uso de precios de mercado reales o proyectados.

B) Pérdidas de ganancias.

Los cambios en la calidad ambiental pueden tener efectos de importancia en la salud humana produciendo impactos negativos. De manera ideal, el valor monetario de los impactos sobre la salud deben determinarse mediante la voluntad que muestran los individuos para pagar por concepto de una mejor salud, o eliminación del posible impacto considerado como negativo.

C) Gastos en defensa y prevención.

Gran parte de los gastos pueden en ocasiones, destinarse a evitar o reducir los efectos ambientales indeseables. Los daños ambientales son con frecuencia difíciles de evaluar, pero los gastos en la protección o defensas pueden determinarse con mayor facilidad. Los gastos de esta índole pueden llegar a considerarse como una valoración mínima de los beneficios.

Métodos basados en valores sustitutos del mercado

Estos emplean la información del mercado de forma indirecta. Estos métodos toman en cuenta el valor de las propiedades, las diferencias de los suelos, costos de viajes y usos de los productos comercializados como sustitutos de productos no comercializados. Cada técnica tiene sus ventajas y sus desventajas específicas, así como los requerimientos diferentes de datos y de recursos.

A) Valor de las propiedades.

Este método es una variación al del valor de la tierra que es más general. Su objetivo es determinar los precios implícitos de características específicas de las propiedades.

Asignan un valor a las mejoras o deficiencias en la calidad ambiental, es utilizado con frecuencia para analizar la contaminación de la atmósfera. Así cuando la contaminación esta determinada se comparan las casas de esta zona de estudio con otras zonas en cuanto a precios, siendo todas de igual tamaño y características, el método consiste en la superposición de que existe un mercado competitivo de vienes raíces. Es necesario la aportación de muchos datos.

B) Diferencias de sueldos.

Este método se basa en que en un mercado competitivo la demanda de mano de obra es igual al valor del producto marginal y que la oferta de mano de obra varía con las condiciones de trabajo y de vida en una zona. Un sueldo más alto es por lo tanto necesario para atraer a los trabajadores para que se ubiquen en zonas contaminadas o para aceptar un trabajo de riesgos.

C) Costos de viaje.

Este método se emplea con mayor frecuencia para analizar los beneficios económicos de las instalaciones recreativas en los países industriales (parques, lago, bosque, zonas silvestres...). El área circundante se divide en zonas concéntricas de distancia creciente que representan niveles crecientes de costos de viaje. Debe llevarse a cabo una encuesta de usuarios en el sitio para determinar la zona de origen, las tasas de visita, los costos de viaje y diversas características socioeconómicas.

D) Productos comercializados como sustitutos de productos no comercializados.

Hay situaciones en que los productos ambientales tienen sustitutos cercanos que se comercializan y por lo tanto el precio de mercado puede aproximarse al valor asignado al producto ambiental en cuestión. Por ejemplo el valor de una variedad de pescado no comercializado puede valorarse al precio del pescado más similar que se vende en los mercados locales.

Métodos basados en erogaciones potenciales o voluntad de pagar.

Hay ocasiones en que la estimación de los beneficios de la protección a la calidad ambiental es complicada. En algunos de estos casos es posible estimar beneficios mediante el cálculo de la sustitución de los servicios ambientales que han sido destruidos o que podrían ser destruidos por un proyecto, o mediante la estimación de lo que la gente estaría dispuesta a pagar para proteger un bien ambiental.

a) Costos de sustitución.

Se estiman los costos de sustitución de un bien dañado. Es una técnica apropiada en caso de que haya una razón apremiante para restaurar el bien dañado, o la certeza de que se restaurará. Se ha destinado este método entre otros para estimar los beneficios de las medidas de prevención de la erosión mediante el cálculo del costo del fertilizante que se requeriría para remplazar los nutrientes perdidos a través de la erosión del suelo.

b) Proyecto sombra.

Empleado para evaluar proyectos con impactos ambientales negativos, este método implica el diseño y el cálculo de costos de uno o más proyectos "sombra" que proveerían servicios ambientales sustitutos para compensar la pérdida del bien original. Supone una restricción para mantener el capital ambiental intacto y por lo tanto podría ser mas pertinente cuando haya bienes ambientales "críticos" en riesgo.

c) Valoración contingente

En ausencia de información de mercado sobre las preferencias de la gente, el método trata de identificarlas mediante el planteamiento directo de pregunta a la gente que esta dispuesta a pagar por un beneficio y/o que esta dispuesta a aceptar como compensación por tolerar un costo. Este proceso de preguntas puede ser a través de un cuestionario/encuesta de carácter directo o por medio de técnicas experimentales en las que los sujetos responden a varios estímulos en condiciones de laboratorio.

Lo que buscan son valoraciones personales por parte de la persona que responde con respecto a aumentos o disminuciones en la calidad de algún bien, contingente sobre un mercado hipotético.

Análisis de riesgo ambiental

A continuación en la siguiente tabla representamos las técnicas que actualmente están siendo empleadas y que en la actualidad son desarrolladas.

Algunas técnicas en uso para las evaluaciones del riesgo ambiental

(Environmental risk assessment: Dealing with uncertainty in EIA. Environment Paper nº7. Office of the environment. Asian Development Bank. December 1990)

TÉCNICA	USO	ENFOQUE	REQUERIMIENTO
Proceso, sistema, lista de verificación.	Cumplimiento de normas mínimas. Identificar áreas que requieren mayor valoración	Responde a preguntas previamente preparadas.	Lista de verificación detallada.
Revisión de seguridad.	Inspección periódica sobre seguridad o inspección de pérdidas.	Listas de verificación, entrevistas a obreros, revisión de registros, inspección visual	Lista de verificación detallada
Ordenamiento relativo, índices de peligro Dow y Mond	Suministra para una planta un ordenamiento relativos de peligros y una estimación de consecuencias.	Procedimientos de escala basado en créditos y penalidades sobre condiciones observadas	Parámetros calculados con base en accidentes previos.
Análisis preliminar del peligro	Precursor de subsecuentes análisis sobre prevención de peligros.	Etapas tempranas en el diseño, identificar grandes categorías del peligro y potenciales eventos iniciadores	Diseño preliminar de la planta.
Método " que pasa si "	Identificación de escenarios sobre accidentes potenciales.	Formular posibles desviaciones en la operación y consecuencias del proyecto	Información detallada del diseño de planta.

Estudio de peligro y operatividad (HazOps).	Investigación de posibles desviaciones del diseño original.	Reuniones formales del grupo de análisis para revisar el diseño de la planta.	Características detalladas del diseño y operación de la planta.
Análisis de árbol de fallas.	Evaluación de secuencias alternativas de fallas y consecuencias.	Los accidentes se evalúan en "reversa" para identificar las posibles causas.	Información detallada del diseño de planta. Fallas probables del equipo.
Fallas, efectos y análisis críticos.	Identificar consecuencias por fallas en el equipo y posibles mejoras en el equipo.	Se evalúan y ordenan las consecuencias de cada falla, independientemente de otras.	Información detallada del diseño de planta. Fallas probables del equipo.
Análisis de árbol de evento.	Evaluación de secuencias alternativas de fallas y consecuencias.	Eventos individuales y combinados son evaluados "adelante" para identificar consecuencias.	Información detallada del diseño de planta. Fallas probables del equipo.
Análisis causa consecuencia.	Evaluación de secuencias alternativas de fallas y consecuencias.	Combina análisis de "reserva" y adelante de las técnicas anteriores.	Información detallada del diseño de la planta. Fallas probables de equipo.
Análisis de error humano.	Evalúa el rol del error humano como factor contribuyente en un escenario de eventos	Varias técnicas. Usualmente interactiva con otras técnicas de análisis de peligro.	Rol de la intervención humana en operaciones específicas. Nivel de capacitación.

ANEXO 7.1

Listado de actividades del proyecto por fase

1. Fase de Planificación y proyecto.

1.1 Planeamiento y diseño.

1.1.1 Planos y cálculos de la obra.

1.1.2 Objetivos y alcance del proyecto.

1.1.3 Permisos ambientales.

1.2 Localización

1.2.1 Localización de la obra: expropiación o compra.

1.2.2 Instalación de faenas.

1.2.3 Instalación de agua y luz requerida por la obra.

1.2.4 Levantamiento de construcciones provisionarias.

1.2.5 Apertura o acondicionamiento de vías.

2. Fase construcción

2.1 Municipios afectados.

2.2 Movimiento de tierras.

2.2.1 Características de perfil longitudinal y transversal.

2.2.2 Voladuras.

2.2.3 Transporte de Materiales.

2.2.4 Vertido de materiales.

2.2.5 Faenas en desmontes, terraplenes y alturas medias de los mismos.

2.2.6 Eliminación de cubierta terrestre y vegetal.

2.2.7 Alteración hidrológica.

2.2.8 Alteración del drenaje.

2.3 Necesidades de suelo.

2.3.1 Para la propia estructura.

2.3.2 Para operaciones auxiliares (acopio de materiales, funcionamiento de las plantas de tratamiento y montaje, otros.

2.4 Recursos humanos.

2.4.1 Obreros.

2.4.2 Profesionales y técnicos.

2.4.3 Transporte de personal.

2.5 Construcción de edificios auxiliares.

2.6 Instalación de plantas de tratamiento.

2.7 Vías de acceso.

2.8 Desvíos y canalizaciones de cauces de agua.

2.8.1 Provisionales.

2.8.2 Definitivos.

2.9 Edificios y terrenos a expropiar.

2.10 Cierros.

2.11 Retiro de hombres, materiales y máquinas.

3. Fase de operación

3.1 Transporte de materiales peligrosos.

3.1.1 Radioactivos.

3.1.2 Químicos peligrosos.

3.1.3 Circulación de desechos sólidos urbanos.

3.1.4 Circulación de desechos sólidos industriales.

3.1.5 Circulación de residuos industriales líquidos.

3.1.6 Circulación de gases industriales.

- 3.2 Vertido.
- 3.3 Disposición.
- 3.4 Lixiviación.
- 3.5 Recubrimiento de tierras.
- 3.6 Pretratamiento de residuos.
- 3.7 Tratamiento de residuos.
- 3.8 Funcionamiento de planta incineradora.

4. Fase de abandono

- 4.1 Levantamiento de las instalaciones.
- 4.2 Movimiento de tierras.
- 4.3 Reacondicionamiento de terreno.
- 4.4 Interrupción del tráfico peatonal y vehicular.
- 4.5 Polvos y ruidos.
- 4.6 Cerrado de vertederos.

Listado de factores ambientales

1. Medio físico natural

1.1 Medio inerte

1.1.1 Aire

1.1.1.1 Nivel de monóxido de carbono.

- Humo proveniente de quema de basura en sitios de eliminación en tierra.

1.1.1.2 Nivel de hidrocarburos.

- Gases provenientes de sitios de eliminación en tierra.

1.1.1.3 Nivel de óxido de nitrógeno.

- Gases provenientes de sitios de eliminación en tierra.

FUENTE: ILPES, "Guías para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F., Chile, 1998.

1.1.1.4 Nivel de polvo

- Desechos al lado de los caminos, esparcidos por vehículos recolectores de basura.
- Levantamiento de polvo durante descargas de basura de recipientes comunitarios estacionarios.
- Operaciones de descarga y esparcimiento nivelación en sitios de eliminación.

1.1.2 Suelo

1.1.2.1 Relieve y carácter topográfico.

1.1.2.2 Obstrucción de drenajes y alcantarillados.

1.1.2.3 Recursos culturales.

- Deterioro de sitios por vectores de enfermedades (moscas, ratas, cucarachas).

1.1.2.4 Contaminación del suelo y subsuelo.

- Deterioro por fosas espontáneas de vertido de materiales (recipientes comunitarios estacionarios, fundas plásticas, canastas, etc.).

1.1.3 Agua

1.1.3.1 Calidad físico química.

1.1.3.2 Contaminación del agua subterránea y/o superficial por lixiviación de sistema de eliminación en tierra.

1.2 Medio Biótico

1.2.1 Flora

1.2.1.1 Unidad de vegetación sin valor natural, productora de biomasa.

1.2.1.2 Pérdida de vegetación con raíces profundas (p.ej. árboles debido a los gases de relleno.)

1.3 Paisaje

1.3.1 Calidad de paisaje global.

1.3.2 Degradación estética por esparcimiento de basura y basureros clandestinos.

1.3.3 Pérdida de valor de las propiedades por esparcimiento de basura y basureros clandestinos.

2. Medio socioeconómico

2.1 Infraestructura y Servicios.

2.1.1 Equipamiento.

2.1.1.1 Equipamiento sanitario.

- Mal funcionamiento de disposición de recipientes comunitarios.
- Conflicto sobre uso de la tierra.

2.1.1.2 Servicios oficiales.

- Ineficiencia del servicio y equipos de recolección de desechos.

2.1.1.3 Equipamiento sanitario.

- Respuesta tóxica debido a gases de relleno acumulados en edificios.

2.1.1.4 Equipamiento turístico.

- Desincentivos por acumulación de residuos en lugares públicos y concurridos.

2.1.2 Infraestructura no viaria.

2.1.2.1 Infraestructura hidráulica.

- Restricción de usos beneficiosos de aguas receptoras (lixiviación).

2.2 Población

2.2.1 Características culturales.

2.2.1.1 Estilos de vida.

- Falta de cooperación por parte de residentes.
- Conflictos generados por residentes.

- Desadecuación al sistema de recolección de los residentes.

2.2.1.2 Aceptabilidad social del proyecto.

- Oposición pública a instalaciones propuestas para desechos sólidos.

2.3 Economía

2.3.1 Actividades y relaciones económicas.

2.3.1.1 Actividades económicas afectadas.

- Pérdida de materiales de bajo costo por sistemas ineficientes de recolección selectiva para industrias.

2.3.1.2 Areas de mercado

- Aumento del consumo de energía del país por una baja circulación de materiales reintegrados al sistema productivo.

ANEXO 7.2

Matrices de importancia.

Matriz de importancia M-1

La primera matriz o matriz de importancia se realiza a partir de criterios de importancia de impactos.

Para ello consideraremos los siguientes aspectos:

- a) Tipo de Impacto: Positivo(+); Negativo(-); De difícil calificación (x).
- b) Efecto: Directo (D); Indirecto (IN).
- c) Carácter: Simple (S); Acumulativo (A).
- d) Reversibilidad Natural: Reversible(R), Irreversible(I).
- e) Plazo de manifestación: Corto (C), Medio plazo (M), Largo plazo (L).
- f) Recuperabilidad: Recuperable (r), Mitigable (mi), Irrecuperable (ir)
- g) Duración del impacto: Temporal (T), Permanente (Pr), Aparición irregular(Ai).
- h) Certidumbre del impacto: Cierto(c), Probable (P), Improbable (i).

Con ello realizaremos la construcción de una matriz, en donde hemos reflejado los factores del medio y las acciones del proyecto

Ejemplo Matriz M-1.

Supongamos que vamos a realizar la construcción de un vertedero, para ello consideramos la siguiente matriz M-1:

Construcción del Vertedero:

<i>Acciones</i>	<i>Factores del medio</i>		
	<i>Geomorfología</i>	<i>Suelos</i>	<i>Calidad del aire</i>
<i>Ocupación del suelo</i>	- D,S,R,M,mi,T,c	- D,S,I,M,mi,P,c	
<i>Deforestación</i>			
<i>Pistas de acceso</i>	- D,S,I,L,ir,P,c		
<i>Movimie. de tierras</i>	- D,S,I,L,ir,T,M		
<i>Estructuras y obras</i>			
<i>Reasentamientos</i>			
<i>Movim. de maquinaria</i>			
<i>Extracción de áridos</i>			
<i>Alteraciones planeamiento</i>			
<i>Expropiaciones</i>			
<i>Necesidad de mano de obra</i>			
<i>Servicios afectados</i>			
<i>Tráfico(IMD)</i>			- D,S,I,C,ir,T,c

Esta tabla es orientativa y únicamente tiene valor explicativo, siendo necesaria la confección de las acciones y los factores del medio dependiendo del proyecto concreto que estemos evaluando. Realicemos la explicación de una de estas casillas para su mejor comprensión. Analicemos la acción del tráfico respecto de la contaminación atmosférica.

Diremos que en la realización de un vertedero afecta el tráfico de la maquinaria de construcción del vertedero a la calidad ambiental de la siguiente forma:

- i) Tipo de Impacto: Negativo(-).
- j) Efecto: Directo (D).
- k) Carácter: Simple (S).
- l) Reversibilidad Natural: Irreversible (I).
- m) Plazo de manifestación: Corto (C).
- n) Recuperabilidad: Irrecuperable (ir).

- o) Duración del impacto: Temporal(T).
- p) Certidumbre del impacto: Cierto(c).

Matriz de magnitud M-2

La matriz M-2, se calcula asignando un valor (entre 1 y 5) a cada nodo de la matriz, de forma que refleje la magnitud y será valorada de la siguiente forma.

MAGNITUD	VALORACIÓN
Muy alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy bajo	1

Ejemplo Matriz M-2

Operación construcción:

<i>Acciones</i>	<i>Factores del medio</i>		
	<i>Geomorfología</i>	<i>Suelos</i>	<i>Calidad del aire</i>
<i>Ocupación del suelo</i>	4	3	
<i>Deforestación</i>			
<i>Pistas de acceso</i>	1	2	
<i>Movimie. de tierras</i>	3	3	1
<i>Estructuras y obras</i>			
<i>Reasentamientos</i>			
<i>Movim. de maquinaria</i>	4	2	2
<i>Extracción de áridos</i>			
<i>Alteraciones planeamiento</i>			
<i>Expropiaciones</i>			
<i>Necesidad de mano de obra</i>			
<i>Servicios afectados</i>			
<i>Tráfico(IMD)</i>			2

Es el nodo de estudio, se considera que la influencia del tráfico durante la construcción del vertedero sobre la calidad ambiental es baja debido a la escasa duración y a las estrictas normas que debería tener la maquinaria sobre la emisión de contaminantes.

Matriz cuantitativa final:

Se calcula a partir de la matriz anterior M1, asignando unos valores arbitrarios (entre 0 y 1) que reflejen la importancia de cada impacto. Estos valores se suman dando un único valor que refleja la importancia conjunta de los diferentes efectos. Posteriormente este valor de cada nodo de matriz es multiplicado por el valor de magnitud establecido en la matriz M2.

Ejemplo Matriz M-3

Operación construcción:

<i>Acciones</i>	<i>Factores del medio</i>		
	<i>Geomorfología</i>	<i>Suelos</i>	<i>Calidad del aire</i>
<i>Ocupación del suelo</i>	-12,2	-16,2	
<i>Deforestación</i>			
<i>Pistas de acceso</i>	-6,1	-6,1	
<i>Movimie. de tierras</i>	-17,4	-15,6	-4.2
<i>Estructuras y obras</i>			
<i>Reasentamientos</i>			-8.6
<i>Movim.de maquinaria</i>	-10,2	-7,6	-5.2
<i>Extracción de áridos</i>			
<i>Alteraciones planeamiento</i>			
<i>Expropiaciones</i>			
<i>Necesidad de mano de obra</i>			
<i>Servicios afectados</i>			
<i>Tráfico(IMD)</i>			- 5,8

En el análisis de la casilla en estudio tendremos :

- q) Tipo de Impacto: Negativo(-).
- r) Efecto: Directo (D) con valor 0,3.
- s) Carácter: Simple (S) con valor 0,3.
- t) Reversibilidad Natural: Irreversible (I), con valor 0,5
- u) Plazo de manifestación: Corto (C). Con valor 0,5
- v) Recuperabilidad: Irrecuperable (ir), con valor 0,3
- w) Duración del impacto: Temporal(T) con valor 0,4.
- x) Certidumbre del impacto: Cierto(c) con valor 0,6.

Luego tendremos que el valor de se obtiene:

- Sumando:

$$0,3 + 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,3 + 0,4 + 0,6 = 2,9$$

- Multiplicado este valor por el valor de magnitud establecido en la matriz M2 (2).

$$2 * 2,9 = 5,8$$

- Como el impacto es considerado negativo se le coloca el signo negativo, con lo que llegamos al valor de - 5,8

Este valor obtenido es comparable con los demás, dando lugar a la prioridad de atención y mitigación del impacto analizado.

ANEXO 7.3

Ejemplo de aplicación de la matriz de Leopold

Matriz de Leopold

Esta metodología de EIA de amplia aplicación data de los años 70 y consiste en una lista horizontal de actividades de un proyecto contra, en la vertical, una lista de factores ambientales. Es pues, un cuadro de doble entrada o matriz de interacción. La matriz sirve fundamentalmente para identificar impactos y su origen, sin proporcionar un valor cuantitativo del impacto. Permite, sin embargo, estimar importancia y magnitud de ese impacto con la ayuda de un grupo de expertos y otros profesionales implicados en el proyecto.

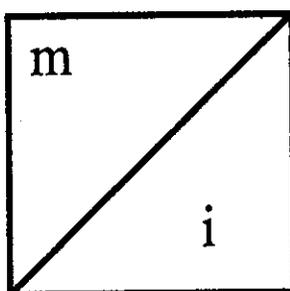
La matriz consiste en un listado de 100 acciones de un proyecto que pueden causar impactos ambientales, que se contraponen a otro listado de 88 características ambientales relevantes. Esta combinación produce una matriz con 8800 casilleros de interacciones posibles. En cada casillero, a su vez se distingue entre magnitud e importancia del efecto, en una escala que va de uno a diez. Todo esto produce un total de 17600 números a ser interpretados. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo se utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los efectos considerados de mayor importancia.

Construcción de una matriz de Leopold

- a) Selección de todas las acciones (ubicadas horizontalmente) que forman parte del proyecto en estudio. Esto puede ir acompañado de la construcción de la respectiva matriz reducida.
- b) Para cada acción del proyecto previamente identificada, se coloca una línea diagonal en el casillero de intersección con cada *característica ambiental* donde es posible un impacto. Esta división del casillero en dos áreas tiene por objeto separar la evaluación de la *magnitud* y de la *importancia* del impacto. Los casilleros que permanecen vacíos revelan que no hay impacto.

c) Habiéndose completado la matriz, en el extremo superior izquierdo de cada casillero con diagonal, se estima la *magnitud* del impacto con una nota de 1 a 10. Se entiende que 10 representa el mayor impacto y el 1 el menor. Delante de cada valor, se coloca un signo + si el impacto es positivo.

d) En el extremo inferior derecho de cada casillero con diagonal, se coloca una nota de 1 a 10 para calificar la *importancia* del posible impacto, con 10 como valor mayor y 1 como menor.



e) El informe de la matriz debe ser una discusión acerca del significado de estos impactos, señalando los casilleros con valores mayores, así como las columnas y filas con mayor número de impactos identificados.

Las principales precauciones que hay que tener en cuenta al hacer uso de la matriz de Leopold son las siguientes:

1) Se caracteriza por un sesgo físico-biológico, en detrimento de los aspectos socioeconómicos. Es recomendable por esto llevar a cabo un estudio socioeconómico aparte, o bien procurar que se complemente la matriz con estudios adicionales.

2) No distingue entre impactos reversibles e irreversibles, ni tampoco entre impactos probabilísticos y determinísticos - que el método por cierto identifica y estima - deben ser materia de análisis separado y con el nivel de detalle que se requiera para cada caso.

- 3) No es eficiente para identificar interacciones. Vale el mismo comentario que en el punto anterior.
- 4) No identifica grupos afectados por los impactos. Esto se relaciona con la recomendación relativa a los estudios socioeconómicos.
- 5) No provee criterios basados en los valores numéricos, sino sólo apreciaciones más o menos subjetivas de impactos posibles. De allí que sea importante el trabajo multidisciplinario y la convocatoria de los mejores expertos para usar el método.
- 6) No discrimina el ámbito espacial de los impactos. De allí que sea importante utilizar además otros métodos.
- 7) No sintetiza las predicciones en un valor único.

Ejemplo de utilización de matriz de Leopold.

A continuación se presenta un ejemplo de la utilización de una matriz de Leopold reducida para el caso de un relleno con tres alternativas de localización.

Primer caso: Localización Lugar I

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR I			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES								
			MODIFICACION DEL REGIMEN			TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION		ALTERACION DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SITUACION Y TRATAM. RESIDUOS	
			ALTERACION CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DRENAJE	ALTERACION CARRETERAS Y CAMINOS	ALTERACION BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	ALTERACION PAISAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES	
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISTICAS FISICO/QUIMICAS	AGUA	CONTINENTALES								
			MARINAS								
			SUBTERRANEAS	5 / 5	6 / 6	6 / 8				7 / 7	
			CALIDAD	4 / 2	6 / 5	7 / 7				7 / 7	
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES				4 / 2				
			COSECHAS				3 / 2				
		FAUNA	ANIMALES TERRESTRES								
	FACTORES CULTURALES	USO TERRITORIO	ESPACIOS ABIERTOS Y SALVAJES								
			AGRICULTURA								
			ZONA RESIDENCIAL								
		RECREATIVA	CAMPING								
			EXCURSION TURISMO								
		SERVICIOS E INFRAESTR.	RED DE TRANSPORTE								
	ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS										
	RELACIONES ECOLÓGICAS	VECTORES ENFERMEDADES INSECTOS									

□ IMPACTOS NEGATIVOS

■ IMPACTOS POSITIVOS

Segundo caso: Localización **Lugar II**

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR II			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS								
			MODIFICACION DEL REGIMEN			TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION		ALTERAC. DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SITUAC. Y TRATAM. RESIDUOS	
			ALTERACION CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DRENAJE	ALTERACION CARRETERAS Y CAMINOS	ALTERACION BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	ALTERACION PAISAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES	
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISSTICAS FISICO/QUIMICAS	CONTINENTALES									
		AGUA	MARINAS	6 5	4 3					5 5	
		SUBTERRANEAS									
		CALIDAD		4 2	5 3					4 4	
	ATMOSFERA	CALIDAD									
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES								
			COSECHAS								
		FAUNA	ANIMALES TERRESTRES								
	FACTORES CULTURALES	USO TERRITORIO	ESPACIOS ABIERTOS Y SALVAJES								
			AGRICULTURA								
			ZONA RESIDENCIAL						7 7		
		RECREATIVA	CAMPING								
			EXCURSION TURISMO								
		SERVICIOS E INFRAESTRUC.	RED DE TRANSPORTE								
	ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS										
	RELACIONES ECOLOGICAS	VECTORES ENFERMEDADES INSECTOS									



IMPACTOS NEGATIVOS



IMPACTOS POSITIVOS

Tercera alternativa: Localización **Lugar III**

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA LUGAR III			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES							
			MODIFICACION DEL REGIMEN			TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION		ALTERAC. DEL TERRENO	CAMBIOS TRAFICO	SITUAC. Y TRATAM. RESIDUOS
			ALTERACION CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DRENAJE	ALTERACION CARRETERAS Y CAMINOS	ALTERACION BARRERAS INCLUYENDO VALLADOS	ALTERACION PAISAJE	CAMIONES	VERTIDO DE RESIDUOS MUNICIPALES
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISSTICAS FISICOQUIMICAS	AGUA	CONTINENTALES							
			MARINAS							
			SUBTERRANEAS							
			CALIDAD							
	ATMOSFERA	CALIDAD								
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBOLES							
			COSECHAS							
		FAUNA	ANIMALES TERRESTRES							
	FACTORES CULTURALES	USO TERRITORIO	ESPACIOS ABIERTOS Y SALVAJES							
			AGRICULTURA							
			ZONA RESIDENCIAL							
		RECREATIVA	CAMPING							5
			EXCURSION TURISMO							4
		SERVICIOS E INFRAESTRUC.	RED DE TRANSPORTE							5
			ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS							2
	RELACIONES ECOLOGICAS	VECTORES ENFERMEDADES INSECTOS								



IMPACTOS NEGATIVOS



IMPACTOS POSITIVOS

La matrices de Leopold presentadas muestran una evaluación cualitativa de tres alternativas de localización con impactos y magnitudes. La información que debe contener el análisis de estas matrices es la indicada en el punto e) y comparar los resultados entre las diferentes situaciones, a continuación se presenta a modo de ejemplo un aspecto del análisis.

Análisis:

Respecto de los factores ambientales con mayores impactos podemos ver, para la alternativa **Lugar I**, en la fila de las **aguas subterráneas**, en las columnas de **alteración del drenaje** (con 6 en magnitud y 8 en importancia) y **vertido de residuos municipales** (con magnitud e importancia de 7 en una escala de 1 a diez), para la fila de **calidad del agua** las acciones más impactantes están en las mismas columnas mencionadas anteriormente, **alteración del drenaje** y **vertido de residuos municipales**, con magnitud e importancia de 7 en una escala de uno a diez. Para la segunda alternativa de localización **Lugar II**, los factores impactados **aguas marinas** y **calidad del agua**, donde los impactos más relevantes están en la columna de **vertido de residuos municipales** con importancia y magnitud de un nivel 5 y en la fila de **factores culturales, uso del territorio, zona residencial**, para la columna **cambios de tráfico, camiones**, con importancia y magnitud igual a 7. En la tercera alternativa vemos que los impactos son inexistentes para los factores considerados en las otras alternativas siendo el más importante el de la fila de **áreas recreativas, camping**, con valores de 5 para magnitud e importancia.

La presentación anterior no es exhaustiva, pero, cumple con la función de dar una ayuda respecto de los análisis que pudieran hacerse, también debe incluirse una recomendación de cual alternativa es la mejor (en primera instancia se ve como más recomendable la tercera opción de localización) desde el punto de vista del ambiente o indicar donde se producen aspectos positivos, etc.

FUENTE: "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos", Un Enfoque de Política Integral. CEPAL, GTZ. (1997).
ILPES, "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F. (1998).

ANEXO 7.4

Ejemplo de la matriz de interacción

Matriz de interacción

Otro tipo de matriz es la de interacción la cual pasaremos a describir y mostrar a continuación.

1. Las matrices de interacción están estructuradas por columnas de factores ambientales que corresponden a un listado de factores ambientales, en las filas se presentan las distintas fases de desarrollo del proyecto (actividades).
2. Cada matriz debe desarrollarse para cada variable de análisis en particular. Estas variables se explican a continuación.
3. **Horizonte.** Se pueden presentar tres posibilidades: **(L)** Largo plazo, **(M)** Mediano plazo y **(C)** Corto plazo. Cada una de éstas da la idea del tiempo que transcurriría entre una acción que tiene impacto ambiental y la manifestación de ésta sobre cierto medio sometido a análisis por el evaluador.
- 4) **Reversibilidad.** Corresponde a la capacidad del entorno natural, afectado por un proyecto, de restituir las condiciones previas a los efectos ambientales a que ha sido expuesto, sin que ello signifique la intervención humana o la generación de medidas correctivas o compensatorias. Se distinguen cuatro situaciones de reversibilidad de las condiciones naturales, las de largo plazo **(L)**, mediano plazo **(M)**, las de corto plazo **(C)** y la situación de irrecuperabilidad **(I)**, que contempla impactos sobre el medio que no son posibles de reparar por la acción natural del entorno afectado.
- 5) **Persistencia.** Da la idea del tiempo que el efecto ambiental va a permanecer en el entorno afectado, desde que éste aparece. Se dan dos categorías para definir la persistencia del impacto de un factor ambiental, **(T)** temporal, donde los efectos ambientales permanecen como

máximo durante el período de un año y **(P)** permanente cuando la duración estimada va a superar el año.

6) **Extensión.** Por extensión se comprende el área de influencia del proyecto y sus potenciales deterioros dentro de límites espaciales. Existen tres categorías: puntual **(P)**, total **(T)** y parcial **(p)** que dicen directamente del alcance geográfico de los impactos generados por el proyecto.

7) **Medidas correctivas.** Por medidas correctivas tipificamos una serie de situaciones que dan respuesta al tipo de intervención que el proyecto va a generar (área de afectación). Para cada proyecto existirán medidas puntuales que deberán evaluarse. La matriz presta utilidad en este caso para identificar en que fase del proyecto hay que introducir medidas que corrijan el impacto por factor ambiental. De ello se desprenden cinco medidas de corrección: **(P)** durante la fase de planificación; **(C)** durante la fase de construcción; **(O)** durante la fase de operación; **(M/A)** durante la fase de mantenimiento y abandono; y **(N)** no hay posibilidades, que se refiere a la imposibilidad de intervenir en el proyecto con algún tipo de compensación al entorno del proyecto.

8) **Intensidad.** Finalmente, las matrices pueden tener valores de intensidad de factores por fase de proyecto, pudiendo ser estos beneficio **(B)** para el entorno o dañino **(D)**, de igual forma se puede considerar neutra **(n)** la acción de cierto factor sobre las acciones que se lleven a cabo durante alguna fase en particular.

A continuación se presenta una matriz de interacción la cual es igual para cada una de las variables y su análisis es similar a la matriz presentada anteriormente. Se debe indicar los casilleros con mayor relevancia señalando como están afectadas las diferentes variables de acuerdo con la nomenclatura acordada.

FUENTE: "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos", Un Enfoque de Política Integral. CEPAL, GTZ. (1997). ILPES, "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F. (1998).

ANEXO 7.5

Sistema de Battelle - Columbus.

Las listas de escala y peso se ha desarrollado para permitir evaluar todos los impactos sobre el ambiente asociados a un proyecto o para la comparación de varias alternativas de un proyecto a través de índices cuantitativos. El resultado es la implantación de un método cuasi matemático, donde los impactos son pesados en términos de su importancia relativa, transformados en unidades comunes y manipulados matemáticamente para formar índices de impacto.

Este sistema de evaluación de Battelle (la lista de escala y pesos más conocida), fue elaborado por los Laboratorios de Battelle-Columbus, por encargo de la Oficina de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EUA/EPA), y se centró principalmente en la planificación de la gestión de recursos de agua, pero es aplicable a muchos otros proyectos con la misma eficacia.

La base del sistema es la definición de una lista de 78 caracteres o parámetros ambientales que representan una unidad o aspecto del ambiente que merece ser considerado separadamente y que además, su evaluación es representativa del impacto ambiental derivado de las acciones del proyecto en consideración. Los parámetros están ordenados en categorías ambientales, los que a su vez se distribuyen en 4 categorías ambientales, con el objeto de establecer los niveles de información requeridos.

Esquemáticamente se plantea de la siguiente manera:

- Categorías ambientales-componentes-parámetros, siendo la evaluación de los parámetros el último nivel de información.
- Los parámetros ambientales cuentan con las características de representar la calidad del ambiente. Son fácilmente medibles sobre el terreno y responden a la exigencias del proyecto a evaluar.

Los pesos de ponderación por temas son los siguientes:

Contaminación ambiental	402 puntos
Interés Humano	205 "
Estéticos	153 "
Ecología	240 "

TOTAL	1000 puntos

Una vez establecida la lista de parámetros, el modelo establece un sistema en el que dichos parámetros se evalúan en unidades conmensurables asignándoles unidades numéricas denominadas unidades de importancia del parámetro. Después, a estas unidades se les asigna un índice de calidad que se obtiene de multiplicarlas por un número que va de 0 a 1, siendo el 0 el que representa a la mala calidad y el 1 la buena calidad, obteniéndose así las unidades de evaluación del impacto ambiental.

Se suman estos valores y el proyecto (o alternativa de proyecto), cuya suma de valores de el valor más alto, indica el que conviene realizar.

Las relaciones aritméticas que se aplican son las siguientes:

UIA : Unidades de Impacto Ambiental de 0 a 1,000.

ECA : Escala de Calidad Ambiental de 0 a 1.

CIR : Coeficiente de Importancia Relativa de cada una de las 78 variables "i" de 2 a 31.

Alternativa "j"

$$UIA^j = \sum CIR "i" * ECA^{ij}$$

Si tenemos "n" alternativas la que se recomienda es la que tenga mayor UIA

En el siguiente cuadro reflejamos los pesos para cada uno de los parámetros del análisis.

Contaminación ambiental 402

A) Contaminación del agua 318

Perdidas en las cuencas hidrográficas	20
DDO	25
Oxígeno disuelto	31
Coliformes fecales	18
Carbono inorgánico	22
Nitrógeno inorgánico	25
Fosfato inorgánico	28
Plagicidas	16
PH	18
Variaciones del flujo de corriente	28
Temperatura	28
Sólidos disueltos totales	25
Sustancias tóxicas	14
Turbiedad	20

B) Contaminación atmosférica 52

Monóxido de carbono	5
Hidrocarburos	5
Oxidos de nitrógeno	10
Partículas sólidas	12
Oxidantes fotoquímicos	5
Oxidos de azufre	10
Otros	5

C) Contaminación del suelo 28

Usos del suelo	14
Erosión	14

D) Contaminación por ruido 4

Ruido	4
-------	---

Interés humano

205

E) Valores educacionales y científ. 48

Arqueológicos	13
Ecológicos	13
Geológicos	11
Hidrológicos	11

F) Valores históricos 55

Arquitectura	11
Acontecimientos	11
Personajes	11
Religiones y culturas	11
"Frontera del oeste"	11

G) Estilo de vida 37

Oportunidad de empleo	13
Vivienda	13
Interacciones sociales	11

H) Culturas 28

Indios	14
Otros grupos étnicos	7
Grupos religiosos	7

I) Sensaciones 37

Admiración	11
Aislamiento	11
Misterio	4
Integración con la naturaleza	11

Estéticos 153

J) Suelos 32

Estructura geológica	6
Caract. Topográficas	16
Extensión y alineaciones	10

K) Aire 5

Olor y visibilidad	3
Sonidos	2

L) Agua 52

Presencia de agua	10
Interfase suelo-agua	16
Olor y materiales flotantes	6
Area de las super. del agua	10
Márgenes arboradas y geológicas	10

M) Biota 24

Animales domésticos	5
Animales salvajes	5
Tipos de vegetación	9
Variedad dentro de los tipos de vegetación	5

N) Objetos artesanales 10

Objetos artesanales	10
---------------------	----

Ñ) Composición 30

Efectos de composición	15
Elementos singulares	15

Ecología

240

O) Especies y poblaciones 140

Pastizales y praderas	14
Cosechas	14
Vegetación natural	14
Espacios dañinas	14
Aves de caza continentales	14
Pesquería comerciales	14
Vegetación natural	14
Espacios dañinas	14
Pesca deportiva	14
Aves acuáticas	14

P) Hábitats y comunidades 100

Cadenas alimentarias	12
Usos del suelo	12
Especies en extinción	12
Diversidad de especies	14
Cadenas alimentarias acuáticas	12
Especies acuáticas en extinción	12
Características fluviales	12
Diversidad de especies acuáticas	14

FUENTE: "Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos", Un Enfoque de Política Integral. CEPAL, GTZ. (1997).
 ILPES, "Guías para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local", José Leal, Enrique Rodríguez F. (1998).

ANEXO 7.6

Instrumentos económicos en la gestión de residuos sólidos

El campo de la aplicabilidad efectiva de instrumentos económicos para la gestión ambientalmente sustentable de los residuos sólidos, en particular los industriales, pareciera estar bastante condicionada, aunque haya un ambiente favorable para su aceptación.

A modo de síntesis, se podría afirmar que tal aplicabilidad debe cumplir estos requisitos (propios de los instrumentos económicos).

- * Instrumentos que utilicen fuerzas de mercado para inducir comportamientos, en lugar de ordenar para luego controlar.
- * Instrumentos que creen mercados, donde las fallas del sistema no permiten intercambios.
- * Instrumentos que asignen precios a recursos o procesos que no los tienen; o los tienen en forma parcial o distorsionada (como es el caso de los residuos sólidos).
- * Instrumentos que establezcan derechos de propiedad (públicos, privados o comunitarios) sobre bienes libres, o sobre los cuales no se reivindica propiedad.
- * Instrumentos que busquen compatibilizar las políticas económicas con las políticas ambientales.
- * Instrumentos más eficientes desde el punto de vista de su gestión financiera.
- * Instrumentos de mayor aceptabilidad social, particularmente entre los sectores productivos.

En este marco, los instrumentos de posible uso serían:

Derechos de propiedad

Establecimiento de la plena propiedad del generador de desechos sólidos sobre sus residuos, que implican:

- * Responsabilidad del generador
- * Principio contaminador pagador (aplicación)
- * Potenciación de la minimización
- * Valorización económica de los desechos

Establecimiento de uso restringido sobre ciertos bienes públicos, lo que implica:

- * Disposición adecuada de residuos sólidos.
- * Control público.

Creación de mercados

- * Permisos de uso transable de bienes públicos con uso restringido

Instrumentos fiscales

- * Impuestos a la generación de residuos
 - Por cantidad
 - Por tipo
- * Impuestos al uso del suelo para disposición de residuos

Sistema de cargos (tarifas)

- * Cargos por recolección
- * Cargos por disposición
- * Cargos por contaminación

Instrumentos financieros

- * Fondos ambientales
 - Para mejoramientos tecnológicos
 - Para fomento del reciclaje
 - Para transporte y disposición adecuada
- * Créditos blandos
 - Para proyectos con objetivos "ambientales"

Sistemas de responsabilidad

- * Por daño a los recursos naturales
- * Seguros de responsabilidad
- * Incentivos al cumplimiento de normas

Sistemas de garantías (bonos y depósitos)

- * Bonos de cumplimiento de normas
- * Sistemas de depósitos reembolsables

FUENTE: José Leal, Proyecto CEPAL / GTZ (1996)

ANEXO 7.7

Ejemplo de impactos de sistemas de captación y evacuación de desechos sólidos y posibles medidas de mitigación

(Environmental Evaluation System for water resources planing. Final report, Battelle-Columbus Laboratories, Columbus, Ohio, 1972)

IMPACTOS DIRECTOS

IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Contaminación del aire.	
La carga de desperdicios que se dejan en recipientes comunales estacionarios produce polvos.	Reducir al mínimo la manipulación adicional y aumentar al máximo la capacidad en la medida de lo posible.
Producción de polvo y residuos en las rutas seguidas por los vehículos de recolección de residuos.	Suministrar vehículos cerrados y lonas para los vehículos abiertos.
Producción de polvo a causa de la descarga en las estaciones de transferencia.	Cubrir los puntos de descarga y carga, ventilar el aire.
Producción de polvo a causa de la descarga en los puntos de vertido.	Establecer un cinturón de salvaguardia en torno del punto de descarga final. Pavimentar los caminos de acceso. Diseñar la ubicación del frente de la labor. Rociar con agua para minimizar las emisiones de polvo.
La quema a cielo abierto de desperdicios no recogidos produce humos.	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano.
La quema a cielo abierto de desperdicios en los vertederos produce humos.	Distribuir y compactar los desperdicios que se retiren, cubriéndolos diariamente con tierra, e instalar sistemas de control de gases.
Producción de olores en los vaciaderos.	Idem anterior.
Producción de olores en los sistemas de elaboración de fertilizantes orgánicos.	Mantener condiciones aeróbicas durante la operación de elaboración de fertilizantes orgánicos.
Contaminación atmosférica debido a la actividad de incineradores o planta de recuperación de recursos.	Establecer sistemas de control.
Contaminación del agua	
Contaminación de aguas subterráneas o superficiales debido a los lixiviados del vertedero.	Ubicar los vertederos en lugares donde los suelos sean relativamente impermeables, tengan propiedades atenuantes, permitan que exista una profundidad entre el piso del vertedero y las aguas superficiales.
Las aguas receptoras contaminadas por lixiviados solo se pueden utilizar en aplicaciones benéficas.	No ubicar los vertederos en laderas arriba de fuentes de aguas subterráneas o superficiales cuya utilización pueda verse afectada por la contaminación.
Los desperdicios que no se recogen obstruyen los orificios de los drenajes abiertos y alcantarillas.	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano.
Perdida de vegetación por la acción de los gases del vertedero.	Establecer sistemas de control de gases en el vertedero.

Contaminación del suelo	
Contaminación del suelo y posible absorción biológica de productos químicos tóxicos por la aplicación de fertilizantes orgánicos(compostaje).	Evaluar la cantidad de fertilizante admisible antes de producirse niveles fitotóxicos.
Salud ocupacional	
Accidentes de trabajo cuando los recipientes están sobrecargados.	Suministrar recipientes diseñados para la basura recibida, situar tapas en los recipientes, para disminuir el peso en épocas de lluvia.
Riesgos debido a la mala manipulación en origen de los residuos hospitalarios.	Efectuar una recolección por separado en vehículos especiales, reservando un área especialmente dedicada a este fin en los vertederos.
Riesgos debido a la mala manipulación de los desechos peligrosos.	Encuesta a las industrias para determinar la cantidad de desechos peligrosos Efectuar una recolección por separado en vehículos especiales, reservando un área especialmente dedicada a este fin en los vertederos, previo análisis de la compatibilidad de los desechos antes de su evacuación.
Salud de la población	
Aumento de las poblaciones de vectores de enfermedades, cuando no se recogen los residuos o se vuelcan a cielo abierto.	Prestar un servicio integral de recolección de residuos en el medio urbano.
Aspectos estéticos	
La acción de los animales distribuyen los desperdicios que se dejan en los recipientes.	Educar a los residentes para que saquen la basura en un horario definido además de adecuar los recipientes con medidas de protección (tapas, cierres, durabilidad, etc.)

IMPACTOS INDIRECTOS

IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Problemas sociales	
Declinación del orgullo cívico y la motivación pública cuando los desperdicios degradan visiblemente el medio urbano.	Sensibilizar al público para lograr su cooperación en cuanto al manejo de los residuos así como disponer de un servicio de recolección y vertido adecuado.
Los recipientes que no están bien ubicados o diseñados dan lugar a una pérdida de tiempo y energía por parte de los residentes.	Examinar patrones de movimiento de los residentes y estudiar el diseño idóneo de los recipientes según las necesidades.
Se plantean conflictos sobre el uso de la tierra cuando las plantas de tratamiento y disposición final no están bien ubicadas.	Planificación de la ubicación. Establecer zonas de protección para reducir el impacto estético de la ubicación.
Oposición del público a la construcción de las plantas de los desechos sólidos propuestas.	Velar por el funcionamiento correcto de las plantas dispuestas. Ofrecer demostraciones del funcionamiento, tanto visuales como técnicas.
Problemas económicos.	
Perdidas de ingresos para los recolectores y pérdidas de materias primas de bajo costo para la industria cuando se impide la recuperación de materiales secundarios.	Diseñar los sistemas de recolección, transferencia y/o evacuación de modo de permitir la continuación de reciclaje. Aumentar la separación de productos en la fuente y la recuperación de materiales secundarios antes de que los desechos sean descargados para la recolección. Dar adiestramiento en el empleo a los recolectores de residuos que pierden sus trabajos.
Desvalorización de las propiedades por la presencia de desperdicios y el abandono clandestino de desperdicios.	Idem. Además, efectuar una limpieza periódica de calles, caminos, y lugares urbanos frecuentados comúnmente por los turistas.
Derroche de las rentas municipales cuando el equipo de recolección es inapropiado y el equipo de recolección ineficiente.	Poner a prueba antes de implementar el sistema de recolección. Evaluar regularmente los costos de recolección. Diseñar la rutas y verificar las optimas. Utilizar sistemas de transferencias cuando las distancias sean excesivas y no resulte económico el transporte directo.(20-25 Km.).
El desarrollo industrial se ve impedido cuando las industrias atentas a sus obligaciones ambientales carecen de instalaciones adecuadas para la disposición de residuos peligrosos.	Construir instalaciones especiales para recibir desechos peligrosos.
Se incrementa el desequilibrio de la balanza comercial del país y el consumo de energía, cuando disminuye el reciclaje de materiales derivados de los desechos que se podrían usar como materias primas en la industria.	Dar incentivos al sector privado para recuperar materiales del reciclaje. Sensibilizar al público para alentar el reciclaje. Facilitar la separación en la fuente, de productos reciclables y efectuar su recolección por separado. Diseñar sistemas de transferencia y/o disposición para separar el reciclaje de los residuos mezclados.

8. Participación y educación del público.

8.1. Generalidades

Existen muchos casos donde, a pesar de haberse formulado una propuesta de manejo de los R.S.D. técnicamente correcta, la falta del componente participación y educación del público, ha ocasionado resultados negativos, por cuanto el apoyo del público es fundamental en lo que se refiere a la separación en el origen o políticas de promoción relativas a disminuir las emisiones.

En cualquier tipo de plan de gestión de residuos sólidos, la educación y participación del público jugará un rol significativo, tanto antes como después de la implementación del plan.

Los términos educación del público y participación del público abarcan una amplia gama de actividades y técnicas diseñadas para conseguir que los ciudadanos participen en la toma de decisiones, obtener información respecto a las inquietudes de los ciudadanos, aumentar la toma de conciencia del público y motivar la participación en los programas.

Un buen programa de educación y participación en la gestión de los desechos sólidos aprovecha y utiliza los grupos cívicos, comercio, colegios, iglesias y los medios de comunicación para que participen en la toma de decisiones y promuevan una ética positiva en el área de los desechos sólidos, mediante reuniones, eventos especiales, conferencias, materiales promocionales, boletines, exhibiciones, concursos y actividades de recolección.

Las personas encargadas de tomar decisiones deben intentar involucrar al público a través de todo el proceso de planeamiento de la gestión de los desechos sólidos municipales. Es particularmente importante que el planificador trabaje junto con la comunidad, especialmente en el proceso inicial de planeamiento.

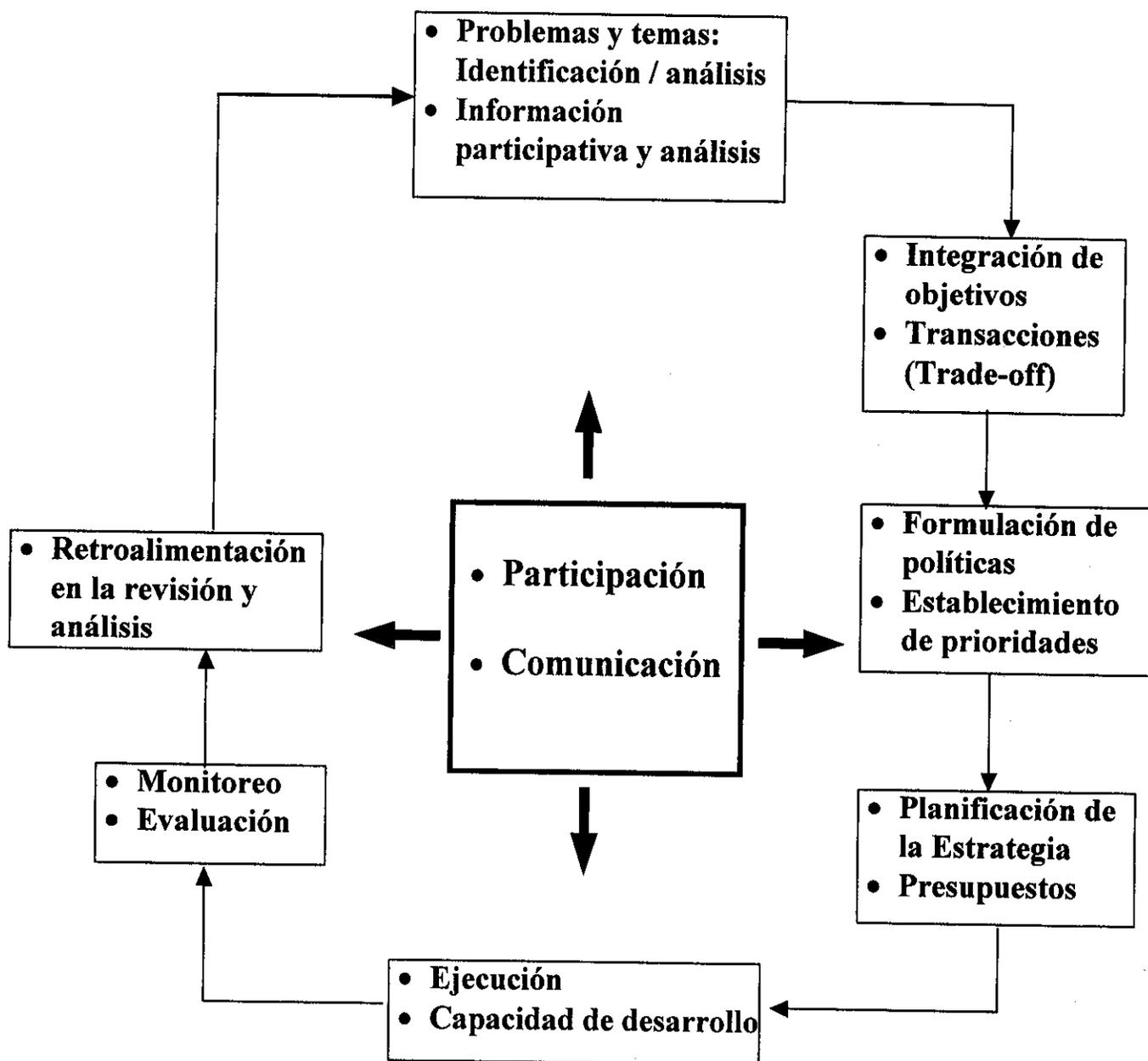
Es deseable establecer un consejo asesor o un grupo de trabajo específico para proveer un marco organizacional a la participación de los ciudadanos.

Este grupo podría incluir ciudadanos, hombres de negocios, miembros de grupos locales del medio ambiente, grupos comunitarios de los diversos vecindarios y organizaciones religiosas.

Debe educarse al grupo asesor en todos los aspectos concernientes a la situación de la gestión de los desechos sólidos locales, todos los costos y responsabilidades asociadas con la gestión de los desechos y las opciones disponibles de gestión y disposición.

8.1.1. Ciclo estratégico de la participación

Los vínculos de la participación comunitaria integral pueden ser visualizados de acuerdo con el siguiente flujograma.



FUENTE: EDIEN Political Economy of the Environment; Module 4 Participation in National Environmental Strategies (World Bank 1997/. Traducción no oficial).

8.1.2. Dificultades para institucionalizar la participación

Integrar activamente a la población en la gestión de los RSD, no es una tarea fácil, especialmente cuando se desea que esta sea permanente, integral y dinámica. El siguiente recuadro sintetiza las barreras para materializar dicho objetivo.

POR QUÉ ES DIFÍCIL INSTITUCIONALIZAR LA PARTICIPACIÓN

Si tiene tantos méritos, ¿por qué es difícil institucionalizar la participación? Las siguientes parecen ser algunas de las restricciones.

- En la fase inicial de una estrategia, la participación requiere considerable tiempo y trabajo adicional en el desarrollo de los recursos humanos. Generalmente no se provee de incentivos adicionales a los miembros del equipo por el esfuerzo extraordinario requerido. La introducción de la participación requiere recursos financieros adicionales y en la fase inicial es más costosa comparada con programas convencionales. La mayoría de las instituciones y programas se sienten restringidas de hacer tales inversiones, dado que ellas son evaluadas principalmente por el criterio de logros en los objetivos físicos y financieros.
- La participación exige una mayor retroalimentación en el papel de los profesionales externos, desde la gestión hasta la facilitación. Esto exige cambios en conducta y actitudes y tiene que ser gradual. También exige un significativo entrenamiento y usualmente los recursos para este trabajo son inadecuados.
- La participación también desafía a los profesionales convencionales; éstos sienten pérdida de poder al tratar como iguales a las comunidades locales y al incluirlas en la toma de decisiones. Esto inhibe a los profesionales de asumir riesgos y desarrollar relaciones de colaboración con las comunidades.
- La participación y el desarrollo institucional son difíciles de medir y requieren el uso simultáneo de indicadores cualitativos y cuantitativos. Los sistemas existentes de monitoreo y evaluación no pueden medir dichos aspectos y, por lo tanto, los indicadores físicos y financieros, que son más fáciles de medir, dominan la evaluación de resultados y el proceso de análisis de impacto.
- Mientras que muchos programas iniciados por las agencias externas tienden a usar métodos participativos de planificación, ellos no hacen los correspondientes cambios en los mecanismos de asignación de recursos a las instituciones locales y ellos tienden a retener el poder en la toma de decisiones financieras. Este hecho frena el crecimiento de las instituciones locales y conduce a una pobre sostenibilidad de los programas.

- La participación es un proceso de largo plazo y necesita ser iterativo en un período inicial de dos a cinco años antes de remontar y replicarse. La mayoría de los programas de desarrollo tienden a dejar en el papel las fases iniciales del proceso de participación y desarrollo institucional sin suficiente experimentación e iteración. Como resultado, las modalidades institucionales que surgen son a menudo inefectivas.
- La participación está también directamente ligada a la equidad. Muchas estrategias para implementar programas, a pesar de comenzar con consultas y participación de grupos, fracasan en monitorear aspectos de equidad. Esto hace que los resultados de la gestión y los beneficios sean usurpados por los grupos elitistas de la comunidad y en la mayoría pierdan su interés. Las instituciones externas necesitan jugar un papel preponderante en catalizar prácticas equitativas dentro de las instituciones locales.

Cualquier política o proceso de formulación de estrategias debería tomar en cuenta los esfuerzos existentes al nivel local y utilizarlos como base para la estrategia de preparación. El proceso de formulación de la estrategia depende altamente de los éxitos alcanzados previamente. El crecimiento orgánico de una estrategia a través de insumos locales y regionales, que se base en la experiencia y en las acciones positivas aprendidas, aumenta las posibilidades de que todos los miembros desarrollen un interés de largo plazo en la ejecución.

Fuente: "Participation in national environmental strategies" (Module 4) EDIEN Political Economy of the Environment. World Bank (98). Traducción no oficial

8.2. Elementos que deben tomarse en cuenta en la participación para una gestión integral de los RSD.

A continuación se presentan algunos lineamientos generales para desarrollar un programa de participación y educación del público.

8.2.1. Presentación de los principales resultados del estudio.

Como ya se ha sostenido anteriormente, la participación del público es de vital importancia y una forma de activar esta participación, y a la vez motivar la discusión respecto del tema, es la presentación de los principales resultados del estudio.

Con respecto a los principales resultados del estudio, los mensajes para el público deben ser al menos los siguientes:

- Generación en origen (domicilios): cantidad, composición.
- Pre-recogida uso de recipientes adecuados para el acopio de basuras y respeto de horarios de recolección y transporte.
- Recolección y transporte: modalidades de operación, cobertura, eficiencia, aspectos ambientales, sanitarios y costo asociado.
- Tratamiento y disposición final: Vida útil y problemas ambientales y sanitarios de los actuales rellenos, requerimientos de (incineración, compostaje, etc.).
- Microvertederos ilegales: mencionar cantidad existente en cada ciudad, sus problemas ambientales y sanitarios y los costos asociados a su limpieza.
- Costos de un plan de gestión y manejo integral de residuos sólidos, técnica y ambientalmente adecuado.

Se debe sensibilizar a la población respecto de los beneficios que recibe la comunidad, los costos reales y los déficits que se producen en la municipalidad. Indicar qué acciones se pueden realizar en educación, salud, deportes, etc. si las municipalidades no tuvieran que afrontar dicho déficit económico.

Implantación de un programa de recuperación/reciclaje con clasificación en origen.

Se deben presentar los beneficios directos que recibe la comunidad y la forma de participación en el programa, esto es:

- Reducción de costos globales en el manejo del flujo de basura, tanto por concepto de recolección y transporte como por disposición final.

- Mayor vida útil de los rellenos sanitarios.
- Apoyo y ayuda solidaria a sectores necesitados de la población, ya sea directamente a través de la recolección y comercialización por parte de los segregadores, o bien indirectamente a través de la participación de organizaciones de beneficencia.
- Qué elementos se recuperarán de las basuras y por qué.
- Qué elementos no se recuperarán de las basuras y por qué.
- Cómo acopiar los materiales recuperables.

8.2.2. Estrategias de comunicación: Grupos objetivos de la población y canales de comunicación.

La comunicación con el público y la promoción de los programas debe ser un proceso continuo. Los eventos en medios de comunicación, los pósters publicitarios, los boletines, etc., son todas buenas herramientas y medios para ser usados en un programa continuo de educación. Un programa efectivo de educación y promoción debe ser planeado teniendo en mente las necesidades de la comunidad. Se puede ahorrar una cantidad significativa de tiempo y energía analizando actividades de educación del público que han sido desarrolladas en otras comunidades, sacando provecho de sus éxitos y aprendiendo de sus fracasos.

Los encargados de tomar decisiones pueden revisar actividades y materiales educacionales utilizados en otros programas para la toma de conciencia del público, tales como campañas para uso de cinturón de seguridad en los automóviles, campaña para evitar accidentes en la vía pública, etc. Las técnicas usadas en estas campañas para promover una idea o incentivar un nuevo comportamiento pueden ser modificadas para expresar la idea del tema de los desechos sólidos municipales.

8.2.3. Grupos objetivos de la población.

El primer paso de la planificación de un programa de educación es comprender los diferentes públicos que existen dentro de la comunidad y determinar cómo reciben la información estos diversos grupos. Entre los temas que se deben resolver se pueden destacar los siguientes:

¿Cuáles son algunos de los sub grupos existentes en la comunidad?

¿Cuál es el nivel del lenguaje a ser utilizado en el material a ser entregado a la comunidad?

¿Cuáles son las inquietudes de los ciudadanos?

¿Cuáles programas en los medios audiovisuales de comunicación local escuchan y ven los residentes de la comunidad?

¿Cuáles medios escritos de comunicación, a nivel nacional, regional, comunal o comunitario, lee la población y qué secciones son las preferidas?

¿Responden bien los ciudadanos a noticias públicas incluidas en las cuentas de servicios que reciben?

¿Son los afiches publicitarios colocados en las tiendas un método efectivo de conseguir una imagen que les llegue?

¿Existen ya grupos cívicos conduciendo alguna campaña de educación respecto a la basura o algún otro tema relacionado?

La respuesta a este tipo de preguntas ayudará a que se utilicen los mensajes apropiados, se realicen las actividades adecuadas y se ocupen los medios de publicidad correctos.

La mejor forma de responder estas interrogantes, es efectuar entrevistas con líderes de la comunidad, llevar a cabo encuestas de opinión y también trabajar junto con los grupos asesores de ciudadanos existentes, para recopilar esta información.

Un exitoso programa de educación y participación de la población compromete importantes recursos humanos, técnicos, materiales y económicos, por lo que se prevé que el diseño y operación

del programa sea contratado a especialistas en comunicación y educación. Las municipalidades serán las encargadas de proporcionar los objetivos, metas, supervisión, coordinación y apoyo logístico a dicho programa.

Por el motivo anterior resulta muy beneficioso segmentar la población en dos grandes grupos:

- Niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad,
- Adultos de 21 años y más.

Frente a restricciones presupuestarias puede privilegiarse la educación de niños y jóvenes.

Educación de los niños y jóvenes

Enseñar a los niños y jóvenes sobre la gestión, el valor del reciclaje y de reducir la cantidad de basura generada, desechos peligrosos domésticos y la necesidad de contar con sitios de disposición adecuados para manejar el problema de los desechos sólidos, es un elemento esencial para desarrollar una ética de responsabilidad entre los futuros residentes de la comunidad respecto a los desechos sólidos. Además de los potenciales beneficios futuros, los programas orientados a los niños y jóvenes pueden tener una recompensa inmediata al llevar a casa, a sus padres, los mensajes referentes a reciclaje y otros métodos de gestión de desechos sólidos.

8.2.4. Canales de comunicación: estrategias de medios

El programa de educación y participación debe ser estructurado en base anual de manera que sus objetivos sean manejables. Algunos aspectos que deben ser incluidos en estos planes son:

- Temas o desafíos principales que deben ser enfrentados.
- Metas a ser alcanzadas.
- Actividades y eventos para lograr cada una de estas metas.
- Recursos disponibles (fondos, voluntarios y apoyo de la comunidad) para cada actividad y evento.

Cronograma de trabajo que coordine los esfuerzos de educación del público con la implementación del programa y considere actividades y eventos estacionales.

Existe una amplia gama de actividades y eventos posibles que pueden ser incluidos en un plan de educación al público. Las actividades escogidas deben promover y complementar las opciones específicas de gestión de los desechos sólidos que están siendo consideradas o implementadas como parte del programa de la comunidad en este campo. Por ejemplo, si la primera prioridad es la implementación de un programa de recuperación y clasificación en origen de materiales reciclables, entonces debe darse énfasis a los programas de educación dirigidos a este fin.

Las actividades propuestas dentro de un programa de educación deben también satisfacer las necesidades de información de la comunidad y deben encontrarse dentro de los límites presupuestarios y de recursos de la comunidad. En algunos casos, será recomendable considerar llevar a cabo proyectos pilotos de educación del público a más pequeña escala. Este tipo de iniciativas puede ser un perfecto campo de prueba para la generación de nuevas ideas. Las enseñanzas sacadas de estos proyectos pueden ser incorporadas a proyectos de mayor envergadura en la medida que el programa consiga el apoyo del público.

Los medios de comunicación específicos que se pueden emplear en las ciudades en estudio los podemos dividir en "medios troncales" y "medios directos", a saber:

8.2.4.1. Medios troncales

Como medios troncales podemos considerar los periódicos, radioemisoras, TV. A nivel local es posible desarrollar estrategias de acuerdo con los medios disponibles en periódicos de circulación local o radioemisoras locales, con programas o publicaciones desde el municipio.

8.2.4.2. Medios directos

Entre los medios directos y sus características se pueden mencionar los siguientes:

Afiches informativos

En una primera etapa se elaborarán afiches con información general sobre la gestión integral de residuos sólidos. Para en una segunda etapa, informar al público sobre la futura puesta en marcha de un programa de recuperación y clasificación en origen de materiales reciclables.

La distribución se hará en grandes tiendas, supermercados, en sedes de organizaciones sociales y deportivas, municipalidades y en general en lugares de gran afluencia de público.

Folletos informativos

Estos deben informar mostrando las problemáticas antes enunciadas. La primera etapa de la campaña debe ser distribuida en la calle (por ejemplo, en esquinas de gran afluencia automovilística o peatonal en horas claves), centros de afluencia de público, hogares e instituciones. En la segunda etapa de la campaña, éstos deben concentrarse en lugares públicos al alcance de todas las personas, como por ejemplo, hospitales, consultorios, oficinas públicas, centros comerciales, etc.

Exposiciones explicativas

Montar exposiciones en centros comerciales, sedes sociales, museos y en general centros culturales, especialmente la casa de la cultura de cada municipio.

Dichas exposiciones deben ser muy gráficas, con muestras fotográficas y videos, explicando los alcances de los programas de gestión integral de residuos sólidos y de los programas de recuperación/reciclaje.

Participación de las autoridades locales

Para llegar a los clubes deportivos, juntas de vecinos, centros de madres, hogares de niños y otras organizaciones sociales de las distintas comunas, se hace necesaria la participación de autoridades locales, a través de un consejo asesor o un grupo de trabajo específico para proveer un marco organizacional para instruir y hacer participar a la ciudadanía agrupada.

El grupo comunitario puede identificar las inquietudes públicas y asistir a los encargados de tomar decisiones en la integración de soluciones en un plan para la gestión de los desechos sólidos y un futuro plan de reciclaje.

Se sugiere que dentro de las autoridades locales que participen deben estar los máximos representantes de las unidades de Aseo y Ornato, Medioambiente, Cultura, Educación y Servicio de Salud, entre otros.

Charlas y exposiciones en escuelas y colegios

Las charlas y exposiciones están orientadas a educar y sensibilizar a niños y jóvenes, según objetivos descritos en párrafos anteriores.

Se deberán formar monitores y líderes dentro de los profesores y alumnos, de manera que participen en las charlas y exposiciones y las mantengan en el tiempo.

Para el desarrollo de las charlas se propone distribuir entre las distintas escuelas y colegios de un video explicativo y demostrativo del manejo de residuos sólidos además de distribuir boletines informativos-educativos.

Las exposiciones y muestras escolares deberán contar con la participación de profesores y alumnos. Se propone la realización de distintos proyectos por parte de los alumnos relativos al

tema de manejo integral de basuras y recuperación/reciclaje. Se puede aprovechar trabajos de asignaturas tales como Artes Plásticas, Artes Manuales, Ciencias Naturales, Biología, etc.

Las exposiciones se montarán en paneles móviles, verticales y horizontales, usando material gráfico y material volumétrico. Se expondrán los mejores trabajos presentados.

Concurso de afiches

Se propone la creación de un concurso de afiches a nivel de educación básica, media y universitaria exclusivamente dedicado al tema de recuperación en origen y reciclaje de materiales de desechos.

Los afiches ganadores serán los que servirán de base para el lanzamiento de la campaña de recuperación/reciclaje. Los alumnos ganadores deberán tener un premio y existirán menciones honrosas.

8.3. Costos y financiamiento de los programas

Los programas de educación y participación del público para la gestión de los desechos sólidos municipales no deben ser necesariamente muy costosos. No obstante, se requiere de un compromiso determinado de parte de las autoridades locales respecto a fondos y tiempo necesario de personal para planificar y coordinar un programa exitoso. Este costo es pequeño cuando se consideran los beneficios que recibirá la comunidad de la participación en los programas de educación al público, que promueven una gestión integrada de los desechos sólidos: disminución de los costos de disposición, un ambiente más limpio, una vida útil mayor del relleno, así como también la perspectiva de mejores relaciones comunitarias.

A pesar que la competencia por conseguir contribuciones en dinero de la comunidad es difícil, siempre que sea posible los planificadores deben buscar ayuda en ella.

Las ideas novedosas, un planteamiento estratégico, una cantidad pequeña de dinero y una cantidad grande de aporte en servicios, pueden producir un buen resultado. Por ejemplo, el imprimir las bolsas de las basuras con un mensaje cívico, tal como el anuncio de un día de recolección de desechos domésticos voluminosos, es un servicio comunitario que frecuentemente lo proveen las tiendas o supermercados. Alguna empresa publicitaria puede tomar para sí la tarea de producir un video que muestre a los residentes cómo se produce la separación en los hogares. Este mismo video puede ser mostrado a grupos cívicos por miembros de un grupo voluntario. Muchos clubes y organizaciones cuentan con boletines e información sobre eventos comunitarios. Muchos negocios que entregan material publicitario a sus clientes a menudo están dispuestos a anunciar eventos especiales y exhibir mensajes promocionales.

Una gran cobertura en medios de comunicación, tales como artículos en los periódicos, entrevistas radiales y anuncios en los servicios públicos, son maneras de bajo costo de comunicarse con cientos y hasta miles de miembros de la comunidad, e informar sobre la planificación de eventos especiales de recolección y metas conseguidas. A pesar que la contratación de espacios publicitarios es también un método posible, aunque bastante más costoso, la publicidad cuidadosamente diseñada y bien planificada puede bien valer su costo. En algunos casos es posible que el comercio local suscriba los costos de publicidad si se menciona debidamente este hecho.

A modo de ejemplo se incluye en el anexo 4 un proyecto piloto de Educación Ambiental para el tratamiento en origen de los RSD.

BIBLIOGRAFIA

Affoyon, L., Rettenberger, G., and Tabasaran, O., (1979), "Einsatz von Biofiltern zur Deponiegasdesodorierung". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

AICE Consultores, (1972), "Evacuación y Disposición Final de la Basura en el Area Metropolitana de Santiago". Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Chile.

Allison, F.E., (1973), "Soil Organic Matter and its role in Crop Production". Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

Alvaro, A., y Palacios, M. V., (1987), "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios A2: Alfoz de Lloredo, Comillas y Ruiloba (Cantabria)". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Alvaro, A., y Palacios, M. V., (1987), "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios A3: Herrerías, Polaciones, Rionansa, San Vicente de la Barquera, Tudanca, Valdaliga y Val de San Vicente (Cantabria)". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Artiola, Fortuny, J., Fuller, W.H., (1982), "Phenols in Municipal solid waste leachates and their attenuation by clay soils". Soil Sci: 133(4), 218-27.

Ballardini, P., (1995), "The Environmental Regeneration of Landfill Site: Inventory Of The Arboreal Patrimony". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, S Margherita di Pula, Cagliari Italia, 2-6 October.

Bravo, D., y Montero, E., (1992), "Proyecto y Construcción de un Relleno Sanitario". Memoria para optar al título de Constructor Civil, Universidad Católica de Chile, Chile.

Bruckmann and Mülder, (1982), "Der Gehalt an organischen Spurenstoffen in Dieponiegasen". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Campamá, S., (1990), "Exposición Sobre Rellenos de Santiago de Chile y la Producción de biogás". Tercer Ciclo de Conferencias Tecnológicas 1990, 5 de Septiembre de 1990, Boletín Estadístico de la Cámara Chilena de la Construcción, Chile.

Cancelli, A., (1991), "Soil and refuse stability in sanitary landfills". Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact. Academic Press, pp. 483-507.

Cancelli, A., y Cossu, R., (1984), "Problemi di stabilità negli scarichi controllati". Ingegneria Ambientale, 13, oct.-dic., pp. 632-642.

Cariqueo, C., y González S., (1997), "Desarrollo de un proyecto de relleno sanitario para una población menor de 500.000 habitantes". Tesis para optar al título de Ingeniero en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Cartier, G., y Baldit, R., (1983), "Comportement Géotechnique des Décharges de Residus Urbains". Bull. Liaison, Lab. Central des Ponts et Chaussées, 128, Nov-Dec, pp. 55-64.

Casanovas, J., (1989), "Mejora de un relleno de vertidos de residuos urbanos". Revista Obras Públicas, Diciembre, pp 909-916.

Casanueva, R., (1971), "Informe Sobre Factibilidad Técnico - Económica de la Disposición Final de las Basuras Producidas por las 5 Comunas del Sur de Santiago (La Cisterna, San Miguel, Puente Alto, San Bernardo y La Granja), en el periodo 1970-2000". CORFO, Chile, enero.

CEPAL (1991) (a), Informe del Seminario ZOPP sobre "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos industriales" realizado en San José, Costa Rica, 18 al 24 de mayo de 1991, Doc. N° LC/G.1689, Santiago, 7 de noviembre.

CEPAL (1991) (b), Informe del Seminario ZOPP sobre “Políticas para el control y fiscalización de la contaminación urbana e industrial” realizado en Quito, Ecuador, 25 - 27 de marzo de 1991, Doc. N° LC/G.1666, Santiago, 26 de julio.

CEPAL (1992), “Los Instrumentos de control de la contaminación. Una discusión sobre la eficacia y eficiencia de la regulación directa e indirecta”, En: CEPAL, Doc. N° LC/R.1138, Santiago.

CEPAL (1995), “Innovación en Tecnologías y Sistemas de Gestión Ambientales en Empresas Líderes Latinoamericanas”. Santiago de Chile, 1995.

CEPAL (1995), “Informe del II Seminario Regional Sobre Avances y Perspectivas de la Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos Urbanos”, organizado por el proyecto CEPAL/GTZ y llevado a cabo entre los meses de agosto-septiembre de 1994 en Santiago de Chile.

CEPAL (1996), “Aspectos económicos y sociales de la gestión de los residuos sólidos urbanos. Situación y perspectivas en América Latina”, CEPAL, Doc. N° LC/R1618, Santiago.

Cepeda, F., (1995), “Situación del Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe”. Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad, OPS/OMS; Lima, Perú, 6-10 de febrero.

Cernuschi, S., y Giugliano, M., (1991), “Assesment methods for gas emission and dispersion from waste landfills”. Sanitary Landfilling: Process, Technology and Enviromental Impact. Academic Press, pp. 437-454.

Charles, J.A., (1984), “Settlement of Fills”. Ground Movements and their Effects on Structures, Ed. by P.B. Attewell and R.K. Taylor. Surrey Univ. Press, New York, pp.25-45.

Código Sanitario, decreto 725, Ministerio de Salud, editorial Jurídica de Chile, octava edición, aprobada por Decreto N° 967 del 30 de julio de 1992 del Ministerio de Justicia.

COE, j.j., (1970), “Effect of solid waste disposal on grownd waste quality”. Journal American Public Assn Vol. 62, pp. 776-783.

Commission of the European Communities, (1992), "Lanfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

CONAMA - RM, (1996), "Marco de acción para el manejo de residuos sólidos domiciliarios, caso Región Metropolitana". Chile, marzo.

CONAMA - RM, (1996), "Propuesta política para el manejo de residuos sólidos domiciliarios, caso Región Metropolitana". Chile, noviembre.

Concha, M., y Szczaranski, J., (1977), "Técnica de Muestreo de Residuos Sólidos e Investigación en Relleno Sanitario piloto". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

Cubillos, Gonzalo (1994), "Aplicabilidad de los principios 'el que contamina, pago' y el 'precautorio' para la gestión ambiental de los residuos industriales sólidos de la ciudad de Quito, Ecuador. Un enfoque legal", CEPAL, Doc. N° LC/R.1433, Santiago.

D.S. 4740, Ministerio del Interior (9-10-47).

Daniel, D.E., (1993), "Geotechnical practice for waste disposal".

Del Pozo, M., (1991), "Selección del Emplazamientos para Vertederos Controlados". Informes de la Construcción, Vol 42 n° 412, pp 23-40.

Díaz, P., (1991), "Sellado de Vertederos Incontrolados en la Comunidad Autonoma de Cantabria". Revista Medio ambiente- Retema, España, noviembre-diciembre.

Dirección General de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, (1984), "Programa Coordinado de Actuación de Residuos Sólidos Urbanos". Madrid, España.

Dobson, M.C., Moffat, A.J., (1995), "A re-evaluation of objections to tree planting on contamination landfills". Waste Management and Research, pp. 579-600.

Doty, M.E., Swetman M.B., y Bergstrom, W.R., (1987), "Field measurements of landfill surface settlements". Proc. Spec. Conf. on Geotechnical practice for waste disposal '87, Univ. of Michigan, ASCE, pp. 406-417.

Duane, F (1972), "Golf Course from Garbage". The American city 87, pp. 58-60.

Dunn, W.L., (1957), "Landfill gas burned for odor control". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Duplancic, N., (1990), "Landfill deformation monitoring and stability analysis". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, ASTM, Philadelphia, pp. 303-316.

Durán, Ana Luz (1993), Evaluación técnico-económica de los procesos de reciclaje de desechos domésticos: los casos del vidrio, papel y plásticos", CEPAL, Doc. N° LC/R.1354, Santiago.

Durán, H., (1994), "Políticas para la Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos: el Caso de los Residuos Urbanos e Industriales en Chile a la Luz de la Experiencia Internacional". CEPAL, Chile, Agosto.

Ehrig, H.J., (1991), "Leachate Quality". Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact. Academic Press, pp. 213-229.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1995), "Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en las Ciudades Valparaíso y Viña del Mar". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1996), "Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos para la ciudad de Arica". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1995), "Proyecto Ampliación Vertedero de Residuos Sólidos el Molle Segunda Etapa". Chile.

Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso, (1993), "Proyecto habilitación Parque La Feria". Chile.

Espinace, R., (1983), "Compresibilidad de los vertederos sanitarios". V Congreso chileno de Ingeniería Sanitaria y del Ambiente, Temuco, Chile.

Espinace, R., Díaz, I., Palma, J.H., Szanto, M., (1992), "Experiencias en Chile del relleno sanitario como suelo de fundación". Proc. V Congreso Iberoamericano de Residuos Sólidos, Madrid, pp. 1-11.

Espinace, R., et al., (1990), "Problemas Geotécnicos de los Rellenos Sanitarios". Revista Ingeniería Civil, CEDEX-MOPU, 77, diciembre, pp. 77-83.

Espinace, R., et al., (1991), "Comportamiento mecánico del relleno sanitario de Limache". Proc. IX Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, Viña del Mar - Chile, pp. 1091-1104.

Espinace, R., González, D., Szanto, M., (1995), "Recuperación del parque del relleno La Feria de Santiago". Informe Técnico, Santiago.

Espinace, R., Palma, J.H., Szanto, M., Olaeta, J.A., Prado, O., (1988), "Utilización de Vertedero Controlados". Informe final, presentado al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), proyecto Fondecyt N° 408, Santiago de Chile.

Espinace, R., Palma, J.H., Szanto, M., Olaeta, J.A., Prado, O., (1991), "Utilización de Vertedero Controlados II Parte". Informe final, presentado al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), proyecto Fondecyt N° 127/89, Marzo, Santiago de Chile.

Fabris, (1995), "The Architectural and Landscaping Aspect in Landfill Planning: Examples in Italy". Sardinia95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, 2-6 October.

Fajardo, M., (1989), "Edificación en rellenos artificiales formados por basuras". VIII Congreso chileno de ingeniería sanitaria y ambiental. La Serena, Chile.

Farquar, G.S., and Rovers, F.A., (1973), "Gas Production during Refuse Decomposition". Dept. of Civil Eng., Ontario, Canada.

Fasset, J.B., Leonards, G.A., and Repetto, P.C., (1994), "Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Landfill Design". Proceedings, WasteTech '94 -Landfill Technology Conference, Charleston SC, National Solid Waste Management Association, 31 pp.

Flower, (1982), "The origin of landfill gas and the problems it causes". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Frechen, (1989), "Odour emissions and controls". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Fundación Leonardo Torres Quevedo, (1990), "Informes de seguimiento. Asesoría geotécnica para la construcción y explotación de vertederos y otras obras asociadas al Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de Cantabria". Universidad de Cantabria.

Gallardo, L.F., Nogales, R., (1987), "Effects of the application of Town refuse compost on the soil-plant system, a review". Biological wastes.

Gandolla, M., Dugnani, L., Bressi, G., y Acaia, C., (1992), "The determination of subsidence effects at municipal solid waste disposal sites". Proc. Int. Solid Waste Association Conference. pp. 1-17 (sin paginar), Madrid, Junio.

Geotecnia Consultores Lahmeyer International, (1995), "Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en las Ciudades Puerto Montt". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

German Geotechnical Society for ISSMFE., (1991), "Geotechnics of Landfills and Contaminated Land Technical Recommendations GLC". Ernest y Sohn, Berlín.

Gil, J.L., et al., (1991), "El Plan de Gestión de residuos sólidos urbanos de Cantabria". Revista Técnica de Medio Ambiente, edición Julio-Agosto, pp. 63-68.

Gilman, E., Flower, F.B., Leone, I.A., Arthur, J.J., (1979), "Vegetation Growth in Landfill Envirous". Proceeding of the Fifth anual Research Symposium Municipal waste land disposal.

Giordano, P.M., Mays, D.A., (1981), "Plants nuttients from Municipal sewage". Ind. Eng. drem Prod. Res. Dev.

Goic, P., (1996), "Problemas y desafíos para un manejo racional de residuos sólidos en Chile" Ministerio de Planificación Cooperación, Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos, Chile.

Grantham, G., and Young, P, (1993), "Practical Experience in Landfill Remediation". Sardinia 93. Fourth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Guidi, G., Plaglai, M., Giachett, M., (1982), "Modifications of some physical and chemical soil properties following sludge and compost applications". In the influence of sewage sludge applications on physical and biological proyecties of soils, Dordrasht, the me Neatherland.

Guimaraes, Roberto (1995), "El papel del Estado en una estrategia de desarrollo sustentable", En: Desarrollo Sostenible y Reforma del Estado, Primer Foro de Ajusco, PNUMA y El Colegio de México, México, D.F.

Guiordano, P.M., Mays, D.A., (1981), "Plants nutrients from Municipal sewage". Ind. Eng. drem Prod. Res. Dev. 20(2), pp. 212-216.

Hinkle, R.D., (1990), "Landfill site reclaimed for commercial use as container storage facility". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 331-344.

Hirata, T., Hanashima M., Matsufuji, Y., Yanase, R., and Maeno Y., (1995), "Construction of facilities on the closed lanfills". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volumenos I, II y III, editorial CISA, Italia.

Hook, D.D., Grown, C.L., and Kosmanik, (1971), " Inductive flood tolerance in Swamp tufelo (Nyssa sylvatica)". Journal of Exp., Bot. 22, pp. 78-89.

ILPES, Guía para la Identificación de Proyectos y Formulación de Estudios de Prefactibilidad para Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, Marcel Szantó N., LC/IP/123, (1996).

Ingeniería y desarrollo de proyectos, (1995), "Diagnóstico y Aplicación de Metodologías para determinar Producción de Residuos Sólidos Industriales y Evaluación de la Calidad Ambiental de su Disposición final". Estudio CONAMA-BIRF, junio.

Instituto Nacional de Estadística (INE), (1996), "Chile estimaciones de población por sexo, regiones, provincias, comunas, 1990-2005". Editado por el Departamento de comunicaciones, INE.

James, S.C., Kinman, R.N., and Nutini, D.L., (1985), "Toxic and flammable gases". Commission of the European Communities, (1992), "Lanfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Jesionek, K.S., Dunn, R.J., y Daniel D.E, (1995), "Evaluation of Landfill Final Covers". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Kraiger, H., (1995), "A case study of landfill remediaton in Austria". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volumen I, II y III, editorial CISA, Italia.

La Marca, O., Sanesi, G., and Gambi, L., (1995), "Study of the Vegetation in Landfill Restoration Project: First Result". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

LaGrega, M., Buckingham, P., y Evans, J., (1996), "Gestión de Residuos Tóxicos". Volumen I y II, editorial McGRAW-HILL, Madrid, España.

Landva, A.O., y Clark, J.I., (1990), "Geotechnics of waste fill". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 86-103.

Leal, José (1996), "Aspectos económicos de la gestión de residuos", CEPAL, Doc. N° LC/R.1694, Santiago de Chile, diciembre.

Leal, José (1995), "Instrumentos económicos para la gestión ambiental. Experiencias internacionales", Selección de lecturas (Informe de consultoría), CEPAL, Santiago.

Maliokas, V., (1995), "Practical experiences in landfill remediation". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volúmenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Maturana, N., (1982), "Utilización del Gas Metano Proveniente de Rellenos Sanitarios". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

McEntee, J., (1991), "Site Investigation". Recycling derelict land, edited by George Fleming, Institution of Civil Engineers, London , pp. 64-87.

Ministerio de Planificación Cooperación, (1996), "Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos", Chile.

Ministerio del ambiente y calidad de vida de Francia, (1985), "Les Residus Urbains", Ed. Lavoisier, Francia.

Mitchell, R.A., and Mitchell, J.K., (1992), "Stability Evaluation of Waste Landfills". Stability and Performance of Slope and Embankments - II ASCE Geotechnical Special Publication N° 31.

Monreal, J., (1996), "Estructuración de un sistema de gestión de residuos peligrosos". Ministerio de Planificación Cooperación, Políticas Públicas en el Manejo de Residuos Sólidos, Chile.

Municipal refuse Disposal, (1966), "Accelerates solid waste stabilization and leachate treatment by leachate recycle through sanitary landfills". Progress in Waster Technology, vol. 7, N° 3/4.

- Nogales, R., Gómez, M., Gallardo, L.F., (1986), "Influencia de la fertilización con compost de basura urbana para la disponibilidad de potasio asimilable". *Agroquímica* 30 (1-2), pp. 45-55.
- Oeltzschner, (1984), "Emissionen aus Hausmülldeponien: Erfassung und Behandlung von Sickerwasser und Deponiegas in der Deponiepraxis". Commission of the European Communities, (1992), "Lanfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.
- Olalla, C., (1991), "Comportamiento geotécnico de rellenos artificiales". Curso Cimentar en Madrid, CEDEX, (sin paginar), Madrid, junio.
- Oliden, J., (1987), "Vertederos de basuras y escombros. Problemas y tratamientos". Curso sobre Obras de Materiales Suelos no Convencionales, Cedex, MOPT, Madrid.
- Oteo, C., y Sopeña, L., (1992), "Introducción a la Geotecnología Ambiental". *Residuos, Revista Técnica*, año III, Nº 8, pp. 30-31.
- Oweis, I.S., y Khera, K., (1990), "Geotechnology of waste management". Ed. Butterworths, London.
- Oyarzún, A., y Rojas, L., (1979), "El Relleno Sanitario y la Posibilidad de Recuperación y Utilización de un Suelo". Síntesis para optar al título de Constructor Civil, Universidad Católica de Valparaíso, Chile, octubre.
- Palacios, M. V., y Alvaro, A., (1989), "Vertederos Clandestinos de Cantabria", *Revista Equipamiento y Servicios Municipales*, edición septiembre-octubre, pp. 75-80.
- Palacios, M. V., y Alvaro, A., (1990), "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios D1 y D2: Cabezón de Liebana, Potes, Camaleño, Castro-Cillorigo, Lamason, Peñarrubia, Pesaguero y Vega de Liebana (Cantabria)". Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Diputación Regional de Cantabria.
- Palma J.H. (1995). "Comportamiento geotécnico de vertederos controlados de residuos sólidos urbanos". Tesis doctoral, Universidad de Cantabria, Santander, España.

Prado, O., Olaeta, J., Espinace, R. y Szantó, M., (1988), "Comportamiento preliminar de algunas especies vegetales en un relleno sanitario controlado I. Evolución de la vegetación natural". Revista Técnica Medio Ambiente (RETEMA), septiembre-octubre.

Prado, O., Olaeta, J., Espinace, R. y Szantó, M., (1988), "Comportamiento preliminar de algunas especies vegetales en un relleno sanitario controlado II. Evolución de la vegetación introducida". Revista Técnica Medio Ambiente (RETEMA), septiembre-octubre.

Purves, D., Mckenzie, E.J., (1974), "Phytotoxicity due to boron in municipal compost". Plant soil 40, pp. 231-235.

Rao, S.K., Moulton, L.K., Seals, R.K., (1977), "Settlement of refuse landfills". Proc. Conf. on Geotechnical practice for disposal of solid waste materials, Univ. of Michigan, ASCE, pp. 574-598.

Resolución 02444, Ministerio de Salud (31-07-80).

Resolución Exenta 335, Ministerio de Agricultura (05-02-81).

Resolución Exenta 687, Ministerio de Salud.

Rovers, et al, (1978), "Procedures for landfill gas monitoring and control". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Russo, M.A.T., y Vieira, J.M.P., (1995), "Old Mines Landscape Recovery by Adequate Landfill Architecture". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Saarela, J., (1991), "Landscaping Aspects of Sanitary Landfills in Finland". Sardinia 91, Third International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Sánchez Alciturri, J.M., Palma, J.H., Sagasetta, y C., Cañizal, J., (1991), "Aspectos geotécnicos del vertedero sanitario controlado de Meruelo". Revista técnica del Medio Ambiente, 25 Nov.-Dic., pp. 101-108.

Sánchez Alciturri, J.M., Palma, J.H., Sagasetta, y C., Cañizal, J., (1993), "Post-Closure Bearing Capacity of a Sanitary Landfill". Proc. Colloque International, Environnement et Geotechnique, abril 6-8, París.

Sardinia 93. Fourth International Landfill Symposium, (1993), Proceedings, volumenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium, (1995), Proceedings, volumenes I, II y III, editorial CISA, Italia.

Shuput, (1985), "Landfill gas recovery: should your community consider it?". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Siegel, et al, (1990), "Slope stability investigations at a landfill in southern California". Geotechnics of waste fills - theory and practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 259-284.

Sing, S., y Murphy, B., (1990), "Evaluation of the stability of sanitary landfills". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 240-258.

Sohn, K. C., Lee, S., (1994), "A Method for Prediction of a Long Term Settlement of a Sanitary Landfill". Proceedings of The First International Congress on Environmental Geotechnics, Edmonton, 11 - 15 de julio, pp. 807-812.

Souza, O., y Rodríguez, M., (1980), "Aterro Sanitário Aspectos estruturais e ambientais". Boletín de la Asociación Brasileña de limpieza pública, pp. 7-94.

Sowers, G.F., (1968), "Foundation Problems in Sanitary Landfills". Journal of the sanitary division, ASCE, vol. 94, N° SA1, pp. 103-116.

Sowers, G.F., (1973), "Settlement of waste disposal Fills". 8a Int. Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol. 2, Moscú, pp. 207-210.

Straub, W., Lynch, D., (1982), "Models of landfill leaching: organic strength". ASCE 108, pp. 251-268.

Szantó, M., (1986), "Optimización del aprovechamiento energético del vertedero controlado frente a la contaminación de aguas". Tesis doctoral, E.T.S.I.C.C.y P. Universidad Politécnica de Madrid.

Tabasaran, (1982), "Recovery and utilization of landfill gas". Commission of the European Communities, (1992), "Landfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S., (1994), "Gestión integral de residuos sólidos". McGraw-Hill, Inc. EE.UU.

Tejero, I., Szanto, M., Díaz, R., (1990), "Tratamiento de los lixiviados de vertederos controlados". Revista técnica del medio ambiente, pp. 65-73. Madrid.

TESAM, (1995), "Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Antofagasta". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

TESAM, (1995), "Estudio y Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en las Ciudades Concepción - Penco - Talcahuano". Subprograma Plan de Manejo de Residuos Sólidos 634/PRE/2 del Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID, Chile.

Tieman, G.E., et al, (1990), "Stability consideration of vertical landfills expansions". Geotechnics of Waste fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Arvid Landva, G. David Knowles, editors, ASTM, Philadelphia, pp. 285-302.

Trellez, R., (1976), "Aspectos sobre la selección, implantación y mantenimiento del tapiz de cobertura de rellenos sanitarios". Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

Valenzuela, A., y Henríquez, J., (1994), "Recuperación de Areas Impactadas por Residuos Sólidos Urbanos". Tesis para optar al título de Ingeniero Constructor (2 tomos), Universidad Católica de Valparaíso, Chile, julio.

Van Vossen, W. J., et al., (1995), "Masterplan for the aftercare of abandoned landfills". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Volrien, P.F., and Mathing, W.H.S., (1969), "Anaerobic Digestion I. The Microbiology of Anaerobic Digestion". Pergamonpres, Great Britain.

Wallace, R.B., Ulrich, C.M., (1995), "Closure of landfills: future land use". Sardinia 95. Fifth International Landfill Symposium S Margherita di Pula, Cagliari Italia, October.

Yuong, P., and Parker, A., (1984), "Origin and control of landfill odours". Commission of the European Communities, (1992), "Lanfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

Yuong, P., and Parker, A., (1983), "Vapors, odors, and toxic gases from landfills". Commission of the European Communities, (1992), "Lanfill Gas From Environment to Energy". Published by the Commission of the European Communities.

BIBLOGRAFIA DE REPIDISCA

Id: MRS/6200/159/299

Ai: Brasil - Instituto de Pesquisas tecnológicas - IPT

Ti: Lixo Municipal - Manual de gerenciamiento integrado

Fu: 1995

Ub: CEPIS

Id: 010250 - 6700/M47/18866

Ai: M,xico. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Ti: Criterios para la determinación del factor de nivelación para los estudios de tiempos y movimientos.

Fu: Especificaciones técnicas para la elaboración de proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de residuos sólidos municipales. M,xico, D.F, SEDUE, 1985. p.256-64. Tablas.

Re: Determina las categorías de rendimiento del trabajador, indicando

las características de cada una de ellas (superhabilidad, excelente, buena, promedio, regular y deficiente) en lo que respecta a habilidad y esfuerzo. Clasifica y examina los diversos tipos de demoras. Muestra una tabla de valores sobre el desempeño.

De: Administración de personal / Personal de operación / M,xico /
Ub: CEPIS

Id: 037931 - 6000/T27/11750

Ap: Tchobanoglous, George; Theissen, H.; Eliassen, R.

Ai: CIDIAT.

Ti: Desechos sólidos; principios de ingeniería y administración.
Fu: M,rida; CIDIAT; 1982. 546 p. Ilus., tablas. (CIDIAT Serie Ambiente y Recursos Naturales Renovables, AR-16).

Re: Trata sobre la producción de residuos sólidos, la evolución en el manejo de los desechos sólidos, aspectos legales y agencias gubernamentales encargadas de administrar los residuos sólidos, manejo, almacenamiento y procesado in situ, recolección, transferencia y transporte de residuos sólidos. La segunda parte se refiere al equipo y técnicas de procesado, la recuperación de recursos, disposición de desechos sólidos y el último capítulo comprende a los desechos peligrosos.

De: Residuos sólidos /
Ub: CEPIS

Id: 046640 - 6000/U42/11201

Ap: Collazos Peñalosa, Hector

Ti: Barrido y limpieza de vías.

Fu: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Sección de Ingeniería Ambiental. Manual del curso I: Recolección y transporte de basuras. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia', 1981. p.1.

Co: Presentado en: Curso Intensivo sobre Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Bogotá, 17-22 Ago. 1981.

Re: Describe las responsabilidades de las empresas de aseo urbano y menciona algunas malas acciones desarrolladas en localidades de Colombia. Trata del barrido manual, refiriéndose a los instrumentos utilizados y al rendimiento de los obreros con cada uno de ellos, en determinadas zonas. Considera un ejemplo de cálculo de rendimiento. Trata del rendimiento y equipos utilizados en el barrido mecánico. Señala los usos de estos equipos y considera un ejemplo para estimar el número de obreros y equipo necesario para el barrido y limpieza de vías.

De: Barrido y limpieza de vías /
Ub: CEPIS

Id: 046643 - 6000/U42/11201

Ap: Bernal, J.R.

Ti: Salud ocupacional y el manejo de los residuos sólidos.

Fu: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Sección de Ingeniería Ambiental. Manual del curso I: Recolección y

transporte de basuras. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1981. p.1-42.

Co: Presentado en: Curso Intensivo sobre Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Bogotá, 17-22 Ago. 1981.

Re: Trata brevemente de la actividad industrial, los elementos de producción y su relación con la salud ocupacional. Señala conceptos importantes y consecuencias indeseables al no prevenir accidentes, describiendo sus costos directos e indirectos. Menciona los objetivos y aspectos fundamentales para su desarrollo efectivo en la organización del programa de prevención de los riesgos profesionales. Trata de la investigación de las causas de los accidentes de trabajo, su metodología, de la apreciación cuantitativa de la accidentalidad y hace un análisis de los riesgos. Estudia la acción correctiva - control de los accidentes y describe los procedimientos para la investigación de las causas de las enfermedades profesionales, indicando los riesgos en las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos. Contiene una guía ergonomica para el manejo manual de cargas.

De: Recolección de residuos sólidos / Salud ocupacional /
Ub: CEPIS

Id: 047891 - 0100/U42/17948

Ap: Unda Opazo, Francisco; Salinas Cordero, S.M.

Ti: Composición, recolección, transporte y disposición final de basuras y desperdicios.

Fu: Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. M,xico, D.F, Hispano Americana, 1969. p.459-622.

Re: Presenta una clasificación de las basuras por grupos. Trata de la cantidad, calidad, humedad y fuentes de producción de basuras y de su disposición inicial. Aborda diversos aspectos de la recolección y de los métodos de disposición final.

De: Limpieza urbana /
Ub: CEPIS / SUNASS

Id: 048398 - 6011/C44/12012

Ap: Sakurai, Kunitoshi.

Ai: CEPIS.

Ti: Diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos.

Fu: Lima; CEPIS; 1980. 16 p. Ilus.

Co: Presentado en: Taller sobre Residuos Sólidos. Lima, 19-30 Ene. 1981.

Re: Presenta una metodología de trabajo para diseñar rutas de recolección de basura siguiendo un método manual. Los propósitos del diseño de rutas son dividir la ciudad en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo; y desarrollar una ruta para cada subsector, de modo que facilite a cada equipo llevar a cabo el trabajo con una menor cantidad de tiempo y recorrido. Trata sobre la sectorización, diagramación, verificación, implantación, y evaluación de rutas.

De: Rutas de recolección / Recolección de residuos sólidos /
Ub: CEPIS

Id: 048830 - 6701/H13/11980

Ap: Haddad, Jos, Felicio.

Ai: CEPIS.

Ti: Aseo urbano; disposición final de residuos sólidos; manual de instrucciones.

Fu: Lima; CEPIS; 1981. 67 p. Ilus, tablas.

Pr: Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano.

Re: Muestra en síntesis las formas de procesamiento y disposición de residuos sólidos. Expone las bases de la selección del terreno y del proyecto de un relleno sanitario, el cual es presentado con todos sus componentes y especificaciones complementarias, examinando los puntos que ofrecen mayores dificultades a los proyectistas y a los operadores de la obras. Detalla los equipos más usuales utilizados en la construcción de rellenos y de

- mantenimiento de los accesos y sistemas drenantes del relleno. Comprende modelos de sistemas de control que son aplicados a operaciones, costos, construcciones y medio ambiente.
De: Rellenos sanitarios /
Ub: CEPIS / ECO / ANESAPA
- Id:** 049641 - 6500/A68/14921
Ap: Arvelo, Aida; Briceño Picón, R.
Ai: CEPIS.
Ti: Gerencia del servicio de aseo; selección y diseño de unidades recolectoras de residuos sólidos, compactadoras y no compactadoras.
Fu: Lima; CEPIS; 1983. 107 p. Ilus, tablas.
Pr: Programa Regional OPS/HPE/CEPIS de Mejoramiento de la Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos.
Re: Presenta un an lisis general de los tipos de unidades mas comunes en el ambiente latinoamericano, como son: las de reducción volum,tricas de carga trasera y las de tipo volquete compactadores y no compactadores. Establece una metodología para la selección racional de los vehiculos recolectores, desde el aspecto operacional hasta el mec nico. Contiene: selección y diseño de las unidades recolectoras; aplicación de las normas establecidas en los formatos; an lisis de los estudios; implicaciones de orden económic; unidades no compactadoras; conclusiones y recomendaciones.
De: Recolección de residuos sólidos / Compactadores /
Ub: CEPIS / ANESAPA
- Id:** 053931 - 6700/S21/17890
Ap: Sánchez Gómez, Jorge; López Sánchez, Felipe; López Garrido, Pedro A.
Ti: Impacto ambiental en la selección de sitios para disposición final de residuos sólidos municipales.
Fu: México; SEDUE; 1985. 36 p.
Co: Presentado en: Congreso Nacional de la Asociación Mexicana contra la Contaminación del Agua y del Aire; sobre Evaluación y Control de la Contaminación Ambiental. Tlaxcala, ago. 1985.
Re: Metodología que proporciona elementos para lograr una adecuada toma de decisiones en el control del impacto que puede tener sobre el ambiente el sitio escogido para un relleno sanitario, para tomar medidas preventivas o correctivas. Señala criterios de calificación sobre los efectos que podrían tener ciertos factores de campo sobre los elementos del ambiente. Analiza los sitios supuestos para la construcción de un relleno sanitario.
De: Rellenos sanitarios / Impactos ambientales / Toma de decisiones (Administración) / Selección del sitio / Evaluación /
Ub: CEPIS
- Id:** 067713 - 6800/B23/25691
Ap: Bartone, Carl R.
Ai: Banco Mundial; PNUD.
Ti: Gestión, recuperación y reciclaje de los desechos municipales; estrategia para la autosuficiencia en los países en desarrollo.
Fu: Washington, D.C; Banco Mundial; 1987? 13 p.
Re: Sostiene que las municipalidades en los países en desarrollo pueden mejorar su capacidad de gestión de desechos mediante una estrategia de recuperación de recursos y reciclaje. Describe los esfuerzos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Banco Mundial para demostrar los logros, haciendo hincapi, en técnicas de reciclaje sencillas y de bajo costo. Señala ejemplos de ciudades del Tercer Mundo. Considera que en combinación con el desarrollo institucional, una mejor gestión financiera y el uso generalizado de tecnologías apropiadas, la estrategia de recuperación y reciclaje de recursos puede llevar a la autosuficiencia municipal en la recolección y eliminación de desechos.
De: Uso de residuos sólidos / Cooperación técnica / Recolección de residuos sólidos / Disposición de residuos sólidos / Desarrollo institucional / Tecnología de bajo costo / Gestión /
Ub: CEPIS
- Id:** 069952 - 6702/E33/26930
Ap: Ehrig, Hans-Jürgen.
Ti: Cantidad y contenidos de lixiviados de rellenos de desechos domésticos.
Fu: San José; GTZ; 1992. 14 p. Ilus, tab. Traducción interna del Proyecto CEPIS/GTZ "Fortalecimiento Técnico de CEPIS".
Re: Compendia información relativa a la cantidad y contenido de lixiviados de rellenos de desechos domésticos. Discute las causas de las desviaciones de estos valores.
De: Rellenos sanitarios / Líquido percolado /
Ub: CEPIS / CETESB / CAPRE
- Id:** 073951 - 6604/C44/11131
Ap: Cantanhede, Alvaro Luiz Gonçalves; Monge Talavera, Gladys; Wharwood, Gina.
Ai: CEPIS; Empresa de Servicios Municipales de Limpieza de Lima; OPS.
Ti: Proyecto de investigación compostificación de residuos de mercados; informe final.
Fu: Lima; CEPIS; 1993. 86 p. Ilus., tab.
Re: El proyecto está orientado a determinar la factibilidad técnica de la producción de compost utilizando residuos de mercados; y evaluar la relación costo/beneficio de la producción de compost considerando las ventajas ecológicas y agrícolas que se obtendrán. Describe los fundamentos del proceso de compostificación, aplicaciones y beneficios de la producción de compost, la investigación, monitoreo y control del proceso, control de moscas y emanación de olores, aspectos de salud relacionados con el procesamiento y uso del compost, especificaciones referenciales de calidad, an lisis de costos, evaluación de resultados y conclusiones y recomendaciones.
De: Compostificación / Residuos orgánicos / An lisis de costo-beneficio / Perú / Lima /
Ub: CEPIS
- Id:** 075106 - 6701/U42/28342
Ai: Universidad Nacional Autónoma de México; OPS.
Ti: Curso internacional diseño de disposición final de residuos sólidos (relleno sanitario) 1994.
Fu: México, D.F.; UNAM/OPS; 1994. 1 v. p. Ilus., tab.
Co: Presentado en: Curso Internacional Diseño de Disposición Final de Residuos Sólidos. México, D.F., 14-18 mar. 1994.
Co: Presentado en: Curso Internacional Diseño de Disposición Final de Residuos Sólidos. México, D.F., 14-18 mar. 1994.
Re: Contiene: Mitos y realidades sobre los residuos sólidos/Arturo D vila Villareal -- Aspectos sociales del manejo de los residuos sólidos/Rosalba Cruz Jimenez -- Determinación de parámetros de diseño para Latinoamérica/Jorge Sánchez Gómez -- Estudios previos/Ricardo Estrada Nuñez -- Diseño de relleno sanitario/Felipe Lopez -- Interpretación de las características del sitio en el diseño de un relleno sanitario/Roberto K. Ham -- Water balance and leachate quantity/Peter Lechner -- Sistemas de control en la operación del relleno sanitario/Arturo D vila Villareal -- Metodología para el emplazamiento de rellenos sanitarios/Jorge Sánchez Gómez -- Selección de sitios, aspectos geológicos y no geológicos/Isabelle A. Paris -- Características de los residuos sólidos y procedimientos para su aceptación/Leon Van Arendonk -- Legislación mexicana en materia de rellenos sanitarios/Gustavo Solórzano Ochoa -- Sistema de clasificación mediante el empleo de estándares para rellenos sanitarios de ciudades en desarrollo/Geoffrey Blight -- Clausura del relleno sanitario y su cuidado a largo plazo/Luis F. Díaz -- Desarrollo institucional/Jesús Barrera Lozano -- Impacto y monitoreo ambiental/Domingo Cobo Pérez -- Generación y cuantificación de biogas/Humberto Vidales Albarrán -- Costos en rellenos sanitarios/Francisco Zepeda -- Situación regional del aseo urbano -- OPS/OMS División de Salud y Ambiente -- Legislación sobre rellenos sanitarios en los Estados Unidos/Francisco Zepeda -- Modelos de predicción de movimientos de contaminantes/Adrián Ortega Guerrero -- Impacto y monitoreo ambiental/Domingo Cobo Pérez -- Muestreo, an lisis e interpretación de los resultados de pruebas de laboratorio/Domingo Cobo Pérez.

De: Disposición de residuos sólidos / Rellenos sanitarios / Características de residuos sólidos / Desarrollo institucional / Limpieza urbana / Impactos ambientales / Diseño / Aspectos legales / Costos y an lisis de costo / Selección del sitio / Cursos /
 Ub: CEPIS

Id: 075123 - 6200/U42/28343

Ap: Cantanhede, Alvaro Luiz Gonçalves

Ti: Desarrollo institucional y manejo de residuos sólidos municipales.

Fu: Universidad Nacional autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Ambiental. Curso sobre técnicas y procedimientos actualizados para el manejo de residuos sólidos municipales y peligrosos. México, D.F., UNAM, 1993. p.1-45. Ilus., tab.

Co: Presentado en: Curso sobre Técnicas y Procedimientos Actualizados para el Manejo de Residuos Sólidos Municipales y Peligrosos. México, D.F., 3-5 jun. 1993.

Re: Señala el problema de los residuos sólidos, las tendencias del crecimiento de la población en América Latina y la generación de residuos, elementos funcionales de un sistema de manejo de residuos sólidos, organigrama para controlar las operaciones, diseño organizacional para las cooperativas de aseo y aspectos institucionales. Incluye información sobre rellenos sanitarios.

De: Residuos sólidos / Desarrollo institucional / Rellenos sanitarios / Gestión /

Ub: CEPIS

Id: 076084 - 6701/L86/28412

Ap: Lottner, Ulrich.

Ai: GTZ.

Ti: Búsqueda de sitios apropiados para rellenos sanitarios, saneamiento y recultivo de botaderos.

Fu: San José, GTZ; 1994. 100 p. Ilus., tab.

De: Rellenos sanitarios / Botaderos a cielo abierto / Evaluación / Costa Rica /

Ub: CEPIS / CAPRE

Id: 091690 - 6701/C44/29447

Ap: Zepeda Porras, Francisco

Ti: Situación del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.

Fu: CEPIS. Memorias del Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Lima, CEPIS, 1995. p.[397-429]. Tab.

Co: Presentado en: Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Lima, 6-10 feb. 1995.

Re: Analiza aspectos técnicos, operativos e institucionales que influyen en el manejo de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Trata aspectos de la generación, composición, recolección, transferencia, disposición final y reciclaje. Comenta el caso del manejo de residuos peligrosos en estas regiones.

De: Residuos sólidos / Uso de residuos sólidos / Disposición de residuos sólidos / Residuos peligrosos / Desarrollo institucional / Evaluación / América Latina / Caribe /

Ub: CEPIS / OPS/OMS-HN

Id: 094925 - 6800/J24/8582

Ap: Jaramillo Villegas, Germán Alberto.

Ai: Cooperativa Recuperar.

Ti: Acerca del reciclaje o la economía de los desechos.

Fu: Bogotá; Recuperar; 1995. 25 p.

Co: Presentado en: Seminario Taller sobre Minimización de Residuos. Bogotá, 15-20 ago. 1995.

De: Uso de residuos sólidos / Reciclaje (Salud ambiental) / Aspectos económicos /

Ub: CEPIS

Id: 095716 - MRS/6200/C44/7232

Ai: CEPIS.

Ti: Programa de costos según servicios prestados (COSEPRE) para el sistema de limpieza pública : manual del usuario COSEPRE 1.0.
 Fu: Lima; CEPIS; 1995. iii,52 p. Tab. Incluye un diskette (3.5). (OPS/CEPIS/PUB/96.17).

Re: Presenta manual del usuario del programa COSEPRE que brinda a las

entidades encargadas de los servicios de limpieza una herramienta para controlar los costos de los servicios que prestan. Explica en forma amplia y detallada los módulos que aparecen en el menú principal del programa. Los módulos se refieren a la información diversa que proporciona el programa, al ingreso de información para cada una de las etapas del sistema, a las consultas de los resultados de la ejecución y a la necesidad de equipo para las etapas de barrido y recolección.

De: Limpieza urbana / Costos y an lisis de costo / Programas de computación /

Ub: CEPIS / AIDIS-AR / ECO

Id: 095717 - MRS/6200/C44/19723

Ai: CEPIS.

Ti: Programa de costos según servicios prestados (COSEPRE) para el sistema de limpieza pública : guía técnica.

Fu: Lima; CEPIS; 1995. iv,46 p. Tab. (OPS/CEPIS/PUB/96.16).

Re: Explica sobre el programa de computación COSEPRE (Costos según servicio prestado) el cual determina los costos anuales de cada servicio y costos unitarios, tomando como base determinada información que el usuario debe ingresar. El programa analiza los siguientes servicios: barrido manual y mecánico, recolección, transferencia y transporte y disposición final. Examina la necesidad de implementar una estación de transferencia tomando como base un an lisis de costo unitario, incluye un flujo de caja para la instalación de un relleno sanitario que ofrece al usuario la posibilidad de estimar la vida útil del mismo, entre otros datos.

De: Limpieza urbana / Costos y an lisis de costo / Programas de computación /

Ub: CEPIS / ECO

Id: 103514 - 6200/Ch53/31064

Ai: Chile. Ministerio de Planificación y Cooperación.

Ti: Manual instructivo de apoyo a los municipios para la fijación de tarifas por servicios ordinarios de aseo, en el contexto de la nueva ley de rentas municipales.

Fu: Santiago; MPC; 1996. 131 p. Tab.

Re: El objetivo central es brindar un apoyo a la toma de decisiones de los municipios, en lo relativo a la formulación de tarifas del servicio ordinario de aseo, el establecimiento de exenciones, rebajas o subsidios y la selección de modalidades de cobro de la tarifa, en el contexto de la ley de Rentas Municipales de 1995, mediante la publicación y distribución de este manual-instructivo.

De: Limpieza urbana / Tarifas (Servicios de saneamiento) /

Administración municipal / Manuales / Aspectos legales / Chile /
 Ub: CEPIS / AIDIS-AR / ECO

Id: 105007 - RESTRINGIDO/6702/C18/31514

Ai: CalRecovery, Inc.

Ti: Guía para rellenos sanitarios en países en desarrollo.

Fu: Buenos Aires; CalRecovery; 1997. 323 p. ilus., tab. Preparado por encargo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

Co: Presentado en: Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Mar del Plata, 17-21 mar. 1997.

Re: Contenido: Cap. 1: Introducción.- Cap. 2: Principios básicos de los rellenos sanitarios.- Cap. 3: Legislación sobre rellenos sanitarios.- 4: Características de los residuos sólidos.- 5: Impactos en los rellenos sanitarios de la desviación de residuos sólidos.- Cap. 6: Selección del sitio.- Cap. 7: Infraestructura.- Cap. 8: Diseño y construcción.- Cap. 9: Selección del equipo.- Cap. 10: Operación.- Cap. 11: Procesos del relleno sanitario.- Cap. 12: Formación de lixiviado y balance hídrico.- Cap. 13: Sistemas de colección y manejo de lixiviado.- Cap. 14: Extracción

y uso del gas del relleno sanitario.- Cap. 15: Recuperación y utilización de recursos.- Cap. 16: Administración y registro de datos.- Cap. 17: Clausura, postclausura y acción correctiva.- Cap. 18: Consideraciones económicas.

De: Rellenos sanitarios / Rellenos de seguridad / Selección del sitio / Gestión / Costos y análisis de costo / Países en desarrollo /
Ub: CEAMSE / CEPIS / AIDIS-AR

Id: 113733 - 6000/C79/4082

Ap: Costa Leite, Luiz Edmundo.

Ti: Modelos de privatización del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina.

Fu: Washington, D.C; OPS; 1997. 30 p. Tab. (Serie Ambiental, 17).

Re: Analiza los procesos de privatización en el sector de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Señala que estos procesos no son aislados, sino una consecuencia de la globalización de la economía y de los modelos neoliberales de desarrollo que la mayoría de países de la

Región está adoptando.

El objetivo de la investigación es proporcionar orientación a las municipalidades que desean privatizar sus servicios e iniciar un proceso de evaluación para observar si este proceso está cerrando o ampliando la brecha de inequidad existente en la prestación de servicios a las comunidades más pobres de las ciudades.

De: Residuos sólidos/Residuos domésticos/Privatización/Gestión/
Ub: CEPIS

Residuos Sólidos Municipales - Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios, Manual, Septiembre, 1991 - Jorge Jaramillo. Programa de Salud Ambiental, Serie Técnica N° 28, OPS - OMS.

Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud, Ing. Henryk Weitzenfeld, OPS / OMS, México 1996.

ANEXO N° 1
SELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO PARA
RELLENO SANITARIO
(Criterios y propuesta metodológica)

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
(CEPIS / de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Selección de emplazamientos de rellenos sanitarios

1. Introducción

La elección del lugar de emplazamiento del relleno es un elemento determinante en todo proyecto de vertedero controlado, puesto que va a condicionar el funcionamiento y la explotación del mismo, tanto desde el punto de vista técnico como desde el ambiental e higiénico.

En la selección del emplazamiento hay que tener en cuenta, por una parte, los factores económicos, técnicos y constructivos, y por otra parte los factores ambientales.

Los factores económicos, técnicos y constructivos a tener en cuenta en la selección del emplazamiento son:

- Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos.
- Volumen útil o capacidad del vertido.
- Sistema de accesos del posible emplazamiento.
- Disponibilidad de material de cobertura y sellado.
- Existencia de infraestructuras, agua, electricidad, teléfono.
- Morfología.
- Características geotécnicas del sustrato.
- Costo del terreno.
- Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales.

Los factores ambientales a tener en cuenta están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el vertedero puede generar sobre diferentes elementos del medio:

- Distancia a núcleos habitados.
- Aguas subterráneas.
- Aguas superficiales.
- Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración.
- Suelos.
- Vegetación.
- Fauna.
- Usos del suelo.
- Riesgos geológicos: inundaciones, movimiento de laderas, erosiones, sismicidad.
- Calidad del paisaje.
- Incidencia visual.
- Espacios naturales o de interés cultural y/o científico.

Es recomendable que estos estudios se lleven a cabo por grupos interdisciplinarios.

2. Consideraciones previas

Una vez nombrado los diferentes factores que influyen en la implantación de un relleno, diremos que la identificación y selección final del sitio tiene que hacerse en principio siguiendo cuatro pasos principales.

FASE 1: Proceso de clasificación del sitio (excluyendo áreas negativa).

FASE 2: Identificación de áreas para rellenos.

FASE 3: Estudio del sitio.

FASE 4: Decisión final.

Este proceso de estudio está destinado por una parte, a la captación de información y por otra, a reducir paso a paso el número de áreas y sitios potenciales.

2.1. FASE 1: Proceso de clasificación de sitios

La selección de un sitio adecuado para la ubicación de un relleno depende de varios criterios. Algunos criterios excluyen absolutamente la posibilidad de construir un relleno en un área determinada. Otros tienen que ser considerados como factores negativos cuando se evalúa la situación de un sitio. Especialmente los estudios relacionados con la hidrología, geología, geotecnia. Como factores básicos de la investigación en el proceso de selección, se deben seguir los siguientes criterios:

Los criterios excluyentes

- Áreas de protección y captación de agua potable existente o prevista.
- Áreas de grandes inundaciones.
- Suelos cársticos y áreas con condiciones de suelos de alta permeabilidad que permite una rápida penetración del agua o una posible lixiviación hacia el siguiente acuífero.
- Áreas con suelo inestable, como pantanos, brezales y/o marjales.
- Áreas con morfología extrema (pendientes pronunciadas, peligro de deslaves/avalanchas, etc.).
- Áreas amenazadas por depresiones, hundimientos, excavaciones profundas.

Además de las siguientes áreas deben excluirse de futuros trabajos de planificación:

- Áreas a menos de 200 metros de zonas pobladas o a distancias reguladas por cada país.
- Áreas a menos de 2-5 Km. de un aeropuerto. (sujeta a regulaciones en los países e internacionalmente)

- Parques nacionales, áreas de protección de la naturaleza y monumentos naturales; áreas con importantes cantidades de flora y fauna.
- Sitios o patrimonios históricos, religioso o cultural.

Evidentemente existen otros criterios que pueden conducir a una exclusión de un área, especialmente en relación con impactos inaceptables sobre el agua subterránea o superficial y especialmente con zonas de captación de aguas. Por lo tanto se necesita, un conocimiento global del régimen de aguas subterráneas, incluyendo la siguiente información detallada:

- Régimen de aguas subterráneas, dirección de la corriente, gradiente y velocidad del flujo, incluyendo fluctuaciones de largo plazo y estacionales.
- Permeabilidad (horizontal y vertical) o transmisibilidad de los estratos aflorados, con sus valores máximos y mínimos.
- Distribución espesor y profundidad de los acuíferos, incluyendo la ubicación de cualquier manantial.
- Niveles de aguas subterráneas, indicando gradientes hidráulicas y velocidad efectiva del flujo en los componentes de los estratos individuales, si procede.
- Composición química del agua subterránea, incluyendo determinación de sustancias agresivas y calidad de la misma.
- Posible contaminación anterior del subsuelo y del agua subterránea.
- Influencia de la reducción de la capa freática corto y largo plazo, restablecimiento y extracción o aumento de agua subterránea en el futuro.
- Precipitaciones efectivas, escurrimiento superficiales, velocidad de filtración, evaporación y recarga de agua subterránea.

La mayor parte de esta información puede obtenerse mediante un estudio de gabinete que incluye una recopilación de toda la información disponible en archivos, mapas geológicos y topográficos, datos meteorológicos, fotografías aéreas.

También debe revisarse la configuración y uso anterior del suelo, los datos relacionados con el abastecimiento y distribución de agua y el análisis de los datos obtenidos de pozos de sondeo.

Además de los mapas geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos y los mapas de depósitos de minerales, también pueden producir información valiosa, sobre el subsuelo publicaciones locales y regionales.

2.2. FASE 2: Identificación de áreas

En esta fase realizaremos una verificación de las áreas posibles desprendidas de la fase 1. Se debe de realizar una lista de verificación, esta lista puede ser utilizada en el campo y debe ayudar al investigador a obtener una visión rápida de la situación general del sitio. Normalmente el investigador debe ser capaz de (después de una visita al área) hacer una primera evaluación del lugar; si existen condiciones favorables o menos favorables para la construcción del vertedero, o si no hay ningún impacto ambiental importante (=indiferente) sobre los parámetros respectivos, que después tienen que ser considerados como un dato más o menos positivo.

Al final de la visita de campo, el investigador debe estar en la capacidad de hacer una (pre)evaluación. Debe poder decidir si necesita estudios adicionales o si el sitio parece inadecuado para la ubicación del vertedero.

La lista de verificación para clasificar el sitio centra su atención en seis grupos de datos y parámetros principales:

- datos generales, es decir, volumen, circuitos de tráfico, distancias desde la fuente de desechos principal, situación morfológica general.
- Hidrogeología y manejo de aguas.

- Aspectos geotécnicos y de construcción.
- Aspectos meteorológicos.
- Protección de la naturaleza y uso del suelo.

Algunos ejemplos donde la ubicación de un vertedero es complicada son :

- Existencia de manantiales o pozos de agua potable a corta distancia.
- Acceso extremadamente malo, o bien que atraviesan zonas de densidad de población elevadas.
- Grandes diferencias de altitud entre el área de recolección de desechos y el sitio seleccionado.
- Una actividad agrícola muy intensa, especialmente granjas de pequeña escala.
- Peligro de movimiento y deslizamiento de tierras, con taludes muy inclinados.

En la mayoría de los casos, una combinación variada de factores negativos puede llevar a la exclusión de varios sitios que ya no serán investigados.

Se debe realizar una hoja de evaluación que debe ir acompañada del informe técnico ("comentarios"), es decir, una explicación de la decisión de la evaluación del sitio.

2.3. FASE 3: Estudio de sitios

Después de realizar una evaluación comparativas de los sitios seleccionados, un cierto número de estos (preferentemente entre 2 y 5) deben quedar como favorables para realizar los estudios más profundos.

En aquellos sitios que pueden ser adecuados para un vertedero, se deben hacer estudios especiales, como por ejemplo:

- Programas de explotación del subsuelo utilizando métodos directos o indirectos:

Los métodos indirectos son técnicas geofísicas, como métodos de prospección geoeléctrica, el uso de radares capaces de penetrar en el suelo y refracción sísmica. La selección de las técnicas geofísicas adecuadas depende del entorno geológico. Estos métodos dan una gran cantidad de datos los cuales deben ser interpretados por especialistas, y en último caso ir acompañado de métodos directos como pozos de sondeos o pruebas " in situ".

Entre los métodos directos también encontramos:

- Perforación de pozos de muestreo.
- Hoyos.
- Excavación de fosas.
- Excavaciones de trincheras.
- Ensayos de corte y de carga.

Estos métodos directos proporcionan descripciones de los estratos del suelo, formaciones rocosas así como la profundidad a la que se encuentran, deben también representar resultados de ensayos de penetración estándar y ensayos de rotura, e incluso permiten la recogida de muestras para realizar pruebas de laboratorios.

En relación con los aspectos geotécnicos e hidrogeológicos, el subsuelo de un vertedero tiene que cumplir las siguientes condiciones.

- El subsuelo o capa portante debe ser de origen natural (barrera geológica) o puede ser construida artificialmente por capas (barrera técnica) con una baja permeabilidad ($K=10^{-7}$ m / sg) y , de ser posible debe tener una alta capacidad de absorción (contenido arcilloso).

- El nivel del agua subterránea debe estar al menos un metro por debajo de la superficie portante del relleno.

Es especialmente importante que los pozos de investigación, los hoyos de prueba, las trincheras y los demás procedimientos se realicen lo más cerca posible del sitio elegido para el estudio.

Los resultados de la investigación del sitio deben ser sometidos a un análisis y evaluación global, tomando en cuenta la etapa particular de diseño y los requisitos específicos del plan de seguridad general. Esta información debe estar contenida en un informe geotécnico, que debe cubrir los siguientes aspectos:

- Descripción y representación de la estructura geológica.
- Presencia e idoneidad de estratos naturales de baja permeabilidad (espesor, continuidad horizontal, profundidad, permeabilidad, capacidad de absorción), es decir, evaluación global del subsuelo como barrera natural para el sitio.
- Régimen de aguas subterráneas y permeabilidades dentro del área que será rellenada.
- Estabilidad de los taludes naturales y artificiales.
- Capacidad de carga y deformabilidad del subsuelo.
- Fallas, asentamientos posibles del suelo, riesgo de colapso, terremotos y otras situaciones peligrosas.
- Notas sobre medidas geotécnicas necesarias para mejorarla calidad del subsuelo como barrera de seguridad natural.

Además de la inspección detallada de la situación geológica, otros aspectos no geológicos también deben ser integrados (nuevamente) en la evaluación, tales como:

- Situación local de las áreas pobladas (problemas de olores, ruido, desechos acarreados por el viento).

- Caminos de acceso u otros circuitos de tráfico, como el ferrocarril.
- Posibilidad para el tratamiento del lixiviado y el tratamiento así como el posible uso del gas.
- Impactos sobre la situación ecológica local, incluyendo el paisaje local en general.
- Impactos sobre extensiones de agua existentes.
- Influencia sobre zonas de recreo.
- Evaluación de costos y relación de costo-beneficio.

Para la evaluación final de un sitio para un relleno se necesitará una evaluación de impacto ambiental. (Ver módulo de impacto ambiental).

2.4. FASE 4: Decisión final

La última fase del proceso de clasificación comparativa de sitios es crucial antes de pasar a la etapa de diseño. Las autoridades interesadas son las que, recogida toda la información anterior, deberán decidir cual es la ubicación que recibirá la mayor prioridad y anunciará esta decisión en público.

Con el fin de evitar obstáculos insuperables con personas o grupos directamente involucrados en el proceso de decisión, la información debe de comenzar en la FASE 2, con el objetivo de mantener la mayor transparencia posible.

La elección de uno u otro sitio depende en última instancia, en gran medida de la preferencias individuales o el interés personal. Cualquier persona encargada de tomar la decisión deberá aceptar que la recomendación final es un compromiso entre factores y limitaciones socioeconómicas y ecológicas.

Evidentemente, lo más ventajoso sería que llene todas las expectativas financieras y ambientales, por lo menos se debería de tratar de encontrar un equilibrio, con el objetivo de alcanzar un nivel

que no implique ningún riesgo ambiental ni financiero, siendo descartadas opciones que presenten un claro impacto negativo en el medio ambiente o en la socioeconómica de la región.

La clasificación de sitios con modelos matemáticos, frecuentemente utilizada, para la ubicación de un vertedero controlado, no satisface el proceso de decisión imparcial requerido, no puede ser más que apoyar el procedimiento de presentación y discusión.

A continuación presentamos una ficha que puede facilitar la clasificación de un sitio.

Lista de verificación para la clasificación de un sitio

1. Datos del lugar en estudio:

Pueblo/ciudad:

Coordenadas (X,Y) del lugar elegido:

Altitud:

Mapa de localización

2. Características:

Condiciones de impacto ambiental
--

1.- Datos generales			
Distancia desde la principal fuente de desechos(<5Km/ 5-15Km/>5Km)			
Posible volumen/capacidad			
Circuitos de tráfico/caminos de acceso existentes			
Situación morfológica (p.e., planicie, ladera, valle)			
Terrenos disponibles			

Otros			
2.- Hidrogeología, Hidrología, Protección del agua			
Áreas de protección de agua potable cercana			
Áreas de captación de aguas			
Distancias hasta próxima capa freática			
Distancias hasta próxima fuente de agua superficial			
Peligro de inundaciones severas.			
Pozos existentes en cercanías			
Otros			
3.- Aspectos geotécnicos y de construcción			
Posibilidad de drenaje de agua superficial			
Drenaje del lixiviado			
Tratamiento del lixiviado			
Barrera geológica			
Lineamientos geológicos (fallas...)			
Existencia de material de cobertura (20 a 25% del volumen de desecho)			
Actividades mineras/excavaciones			
Aspectos mecánicos del suelo(asentamientos, estabilidad.)			
Otros			
4.- Meteorología			
Precipitaciones			
Condiciones atmosféricas (Dirección de vientos, corriente, etc.)			
Otros			
5.- Fuentes de emisión/contaminación existentes			
Botaderos existentes (clausurado/en operación)			
Áreas industriales			
Fuentes de contaminación de aire y ruido			

6.- Emisiones por planta de tratamiento planificada			
Caminos de acceso que atraviesa asentamientos			
Calidad del camino que atraviesa el asentamiento			
Efectos de las emisiones del ruido			
Efecto de emisiones de olores			
Otros			
7.- Protección de la naturaleza y uso del suelo			
Degradación general del paisaje /exposición			
Parques nacionales/áreas de protección de la naturaleza			
Biotopos importantes			
Usos del suelo			
Zonas forestales importantes			
Zonas turísticas			
Lugares culturales			
Otros			

+	0	-
---	---	---

- + : condiciones favorables/ningún impacto.
- 0 : indiferente/ningún impacto negativo significativo.
- : condiciones no favorables/impacto negativo.

3. **Criterios adicionales importantes**
4. **Comentarios**
5. **Primera evaluación del lugar estudiado**
6. **Investigaciones adicionales propuestas**

ANEXO N° 2
CHEQUEO PARA VISITA A VERTEDERO.

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería en Construcción; Chile, (1997). ILPES, Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones, (1997).

Chequeo para visita a vertedero

En la presente unidad damos las pautas necesarias para realizar un diagnóstico de un vertedero. Este diagnóstico no debe limitarse a la propia percepción que realicemos de el vertedero, sino que puede ser complementado por material gráfico (fotografías, mapas de situación, etc.) y comentarios de técnicos especialistas que puedan acompañar en las visitas al vertederos con el fin de realizar un chequeo lo más completo posible del vertedero visitado.

1. Ficha de chequeo

- **Datos del visitante:**

Nombre:

Profesión:

Causa de la visita:

- **Datos del vertedero:**

Nombre del vertedero:

Localización:

Tipo de vertedero:

Cantidad de toneladas diarias que se reciben:

Horario de Trabajo del vertedero:

2. CUESTIONARIO

El presente cuestionario constará de las siguientes preguntas:

1.- ¿Cuál es la distancia entre el centro de generación de los residuos sólidos y la disposición final? Indicar la procedencia y tipología de los residuos.

- 2.- Al ingresar al vertedero, observe los accesos principales y secundarios. Verifique el estado en que se encuentran los accesos.
- 3.- Verifique el sistema de control: señale que tipo de control hay para la entrada y salida del vertedero. Verificar la presencia de un técnico de operaciones del vertedero.
- 4.- Comentar cual es la visibilidad desde diferentes puntos del exterior del vertedero.
- 5.- Se encuentra cercado el vertedero?
- 6.- Tiene balanza el vertedero?
- 7.- Existe señalización de donde se encuentra el frente de trabajo?
- 8.- Indicar los tipos de maquinaria que se encuentran en el vertedero así como su horario de trabajo. Indicar si hay instalaciones para la maquinaria.
- 9.- Existe cobertura final de los residuos. Indicar su frecuencia. Indicar si se observan residuos sin cubrir en alguna zona del vertedero.
- 10.- Indicar si el material de cobertura se encuentra cerca o lejos del vertido así como la clase de material utilizado.
- 11.- Indicar el espesor aproximado de las tongadas o capas del material de cobertura.
- 12.- Hay presencia en el vertedero de:
 - Personas. Diferenciar las que pertenezcan al servicio y las que no
 - Vectores sanitarios: ratas, moscas, aves.
 - Animales
- 13.- Hay presencia de líquidos percolados. Indicar si estos producen olores?
- 14.- Existe balsa de regulación o tratamientos de líquidos?

- 15.- Se observan residuos en combustión?
- 16.- Hay drenaje de ventilación de gases?
- 17.- Hay combustión de gases? Indicar si existe algún sistema de recuperación del gas.
- 18.- Hay presencia de olores en el vertedero.
- 19.- Existe drenaje de las aguas superficiales?
- 20.- Hay material disperso en el entorno?
- 21.- Indicar el horario de trabajo del vertedero y si existe personal de vigilancia nocturna en el vertedero?
- 22.- Se observa afectación de la vegetación del entorno debido al gas?
- 23.- Hay pozos de agua en el entorno? Indicar en caso que existan si hay algún tipo de monitoreo y su frecuencia.
- 24.- Se observan viviendas en el entorno? Indicar la distancia aproximada.
- 25.- Hay rescate de materiales ingresados al vertedero?
- 26.- Existen planes de monitoreo. Indicar cuales.
- 27.- Existen controles sanitarios por las autoridades de la salud?
- 28.- Cómo ejerce presencia el estado?
- 29.- Existe vertedero de seguridad para residuos hospitalarios o peligrosos?
- 30.- Hay vertedero auxiliar para emergencias climáticas?
- 31.- Existe proyecto del relleno. Hay control del proyecto?
- 32.- Hay proyecto de clausura o reinserción?
- 33.- Hay controles sanitarios del personal del servicio?

- 34.- Hay seguridad industrial del personal?
- 35.- Hay instalaciones de para el personal del servicio, abastecimiento, saneamiento, eléctrica y telefónica?
- 36.- Hay actuaciones especiales con los animales muertos?
- 37.- Existen campañas de adiestramiento del personal perteneciente al servicio?
- 38.- Existen disposiciones normativas municipales del relleno?
- 39.- Hay impermeabilización del relleno? Indicar el tipo de material impermeabilizante y si esta impermeabilización es de fondo, lateral o ambas.
- 40.- Existe protección de aguas subterráneas?
- 41.- Hay en el entorno patrimonio arquitectónico, histórico o cultural?
- 42.- Está impidiendo el vertedero el desarrollo industrial o urbanístico?
- 43.- Hay especies protegidas en el entorno?
- 44.- Tiene licencia ambiental el relleno?
- 45.- La gestión del relleno es pública o privada?
- 46.- Cual es la naturaleza jurídica del predio. Propio o arrendado?
- 47.- Hay antecedente de explosión, deslizamiento e inundación?
- 48.- Existe polvo en suspensión?
- 49.- Cual es el uso del suelo donde esta ubicado?
- 50.- Hay terrenos reservados para un posible crecimiento del relleno?
- 51.- Existe plan de contingencia?
- 52.- Hay visitas guiadas al vertedero?

- 53.- Indicar la frecuencia y el tipo de camiones recolectores que entran al vertedero.
- 54.- Hay forma de descarga manual o mecánica?
- 55.- Existe iluminación nocturna del relleno (sólo del frente de vertido, total, ninguna, pues no opera por la noche).
- 56.- El relleno es municipal, regional o departamental?

ANEXO N° 3

MÉTODO PARA EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD DE VERTEDEROS Y MICROVERTEDEROS

FUENTE: Marcel Szantó, Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería en Construcción; Chile (1997).

1. Índices de calidad ambiental de los vertidos clandestinos

1.1. Generalidades

Para decidir la metodología adecuada a utilizar en el estudio de los microvertederos se han tenido en cuenta los siguientes criterios generales:

- Los valores o medidas de la calidad ambiental que se obtengan, después de aplicar la metodología, deben ser confiables en lo que al estudio de los microvertederos se refiere.
- Algunas de las metodologías utilizadas habitualmente en estudios de impacto ambiental, son convenientes sólo para evaluaciones preliminares.
- Dadas las condiciones de un microvertedero, es necesario desarrollar una evaluación que permita una rápida estratificación después del trabajo de campo.

La metodología que permite evaluar de forma adecuada la calidad ambiental de un microvertedero es la elaborada por el Dr. Ing. Marcel Szantó. Esta metodología fue diseñada para el estudio de los impactos ambientales de los rellenos sanitarios en operación o preclusura, sin embargo también se ha aplicado, con algunas modificaciones, y se han obtenido buenos resultados en estudios similares para microvertederos.

En los acápites siguientes se hará un estudio de la calidad ambiental de los microvertederos de una ciudad, enfocado a presentar soluciones al problema en cuestión.

1.2. Metodología para el estudio de la calidad ambiental de los microvertederos

Relación calidad ambiental - impacto ambiental

El concepto de Calidad Ambiental, que se relaciona con el mérito para que su esencia y estructura se conserven, nace a partir de una Evaluación de Impacto Ambiental, que es una de las

herramientas técnicas más sólidas destinadas a evaluar los efectos directos y/o indirectos, que sobre el Medio Ambiente acarrear las acciones humanas.

Aplicabilidad de la Calidad Ambiental a Microvertederos.

En términos generales, la aplicabilidad de la Calidad Ambiental a vertederos y microvertederos, es a través de metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, las que apuntan a una cuantificación de la calidad ambiental, cuando se da la presencia de efectos forzados por situaciones caracterizadas por:

Carencia de sincronización entre el crecimiento de la población y el crecimiento de la infraestructura necesaria para la disposición de Residuos Sólidos Industriales provenientes de empresas y entidades productoras de estos residuos.

Demanda creciente de espacios y servicios, como consecuencia de la movilidad de empresas productoras de residuos y su creciente desarrollo.

Degradación progresiva del medio natural, con incidencia en la contaminación y mala gestión de los recursos atmosféricos, hidráulicos, edafológicos y paisajísticos.

Ruptura del equilibrio biológico y de las cadenas eutróficas, como consecuencia de la destrucción de diversas especies vegetales y animales, con perturbaciones imputables a residuos urbanos e industriales descargados incontroladamente en sitios no aptos.

1.3. Tipología de los impactos.

La metodología considerada para evaluar la calidad ambiental de los vertidos clandestinos toma en consideración los siguientes tipos de impacto:

- Variación de la Calidad Ambiental (positivo, negativo).
- Intensidad de Impacto (grado de destrucción).
- Extensión del Impacto (puntual, parcial).
- Momento en el que se manifiesta (latente, inmediato).
- Persistencia (temporal, fugaz).
- Capacidad de recuperación (irrecuperable, irreversible, recuperable, mitigable, etc.).
- Relación causa/efecto (impacto directo, indirecto, secundario).

1.4. Proposición metodológica para realizar el estudio de la calidad ambiental de un microvertedero de residuos sólidos urbanos.

Esta metodología fue desarrollada en el año 1984 y aplicada a vertederos controlados e incontrolados de residuos domiciliarios e industriales. Posteriormente, en el año 1989, fue aplicada en el Plan Director de Residuos Sólidos de Cantabria (España), en virtud de un convenio celebrado entre la Diputación Regional de Cantabria y la Universidad de Cantabria. Dicha aplicación abarcó a 69 vertederos incontrolados, tanto de residuos domiciliarios como industriales.

Actualmente, el método está propuesto para ser aplicado en el programa de Gestión de RSU de Cantabria (España). Por su parte, en Chile fue aplicado en un estudio de microvertederos que abarcó las provincias de San Felipe y Los Andes.

Esta metodología también ha sido aplicada en el Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudades de Valparaíso, Viña del Mar y Arica de Chile, encargado por el Programa de Preinversión del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Ministerio de Cooperación y Planificación de Chile (MIDEPLAN).

Con la implementación de este método se ha logrado una clasificación y estratificación de los diferentes casos analizados en cada proyecto, lo que ha permitido detectar la gravedad de cada situación, de manera de establecer un plan de acción para corregir, sellar y reinsertar a su medio natural el área dañada.

1.5. Metodología aplicada

Se entiende por Parámetros ambientales, los diversos componentes del Medio Ambiente afectados, entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta.

Los factores a ser considerados en este caso, son aquellos susceptibles de ser modificados por la acción de verter residuos en forma incontrolada, que dan origen a los denominados microvertederos. Estas modificaciones en algunos casos pasan a ser graves y ocasionan serios problemas, generalmente difíciles de valorar y que suelen tener repercusión a mediano o largo plazo. En otros casos, el problema es de fácil solución o mitigación, a través de la implementación de medidas correctoras.

Los factores considerados para este estudio son los llamados primarios o directos, que son los factores físicos e incluso biofísicos en que impacta un microvertedero. A partir de estos, se puede desencadenar una serie de factores secundarios, que son los correspondientes a los problemas socioculturales, políticos y económicos que son inducidos por los primarios, los cuales no son de competencia del presente estudio. La evaluación de los microvertederos de la ciudad de Arica se ha efectuado considerando 20 parámetros de campo y de operación, a cada uno de los cuales se le asigna un número de calidad ambiental que va entre 0 y 15. En la tabla siguiente se entregan las ponderaciones consideradas para cada uno de los parámetros de campo considerados.

Parámetros de campo:

Nº	PARAMETROS	CONDICIONES	VALOR
1	- Colocación de residuos	Limitado (cercado, cerrado)	0
		Parcialmente limitado	2
		No limitado	4
2	- Compactación	Satisfactoria	0
		Limitada o deficiente	1
		Sin compactación	3
3	- Cobertura periódica	15 cm. en lechos triturados diariamente (apisonados)	0
		Delgados diariamente	3
		Mensualmente (excepto invierno)	6
4	- Cobertura final	Semi anual	10
		No cubierto	15
		0,6 m. o más	0
5	- Superficie terminada	Menos de 0,6 m.	6
		Nada	12
		Labrada o sembrada	0
6	- Presencia de materiales livianos	Con presencia de vegetación	4
		Estéril o erosionable	9
		Ninguna	0
7	- Destrucción de objetos voluminosos	Controlada	1
		Parcialmente controlada	3
		Incontrolada	6
8	- Incineración	No cubiertos (para sitios sin control)	15
		Destruídos	0
		Pequeños conjuntos no cubiertos	3
9	- Vectores y animales	Grandes conjuntos no cubiertos	6
		Ninguna	0
		Controlada (con manejo de instalaciones)	2
10	- Residuos tóxicos y peligrosos	Incineración libre, mensual o menos (ocasional no frecuente)	4
		Incineración libre durante meses (frecuentemente)	6
		Ninguno	0
11	- Aguas subterráneas	Algunos insectos y pájaros	3
		Insectos, pájaros, roedores y mamíferos	6
		No existen residuos tóxicos ni peligrosos en el sitio	0
12	- Aguas superficiales	Cubiertos con suelo impermeable	3
		Cubiertos con suelo permeable	6
		No cubiertos	9
13	- Drenajes	Residuos ubicados lejos de aguas subterráneas	0
		Residuos ubicados cerca de aguas subterráneas (5 m.)	5
		Residuos en contacto con aguas subterráneas	9
14	- Polvo	No existen en las cercanías	0
		Residuos cercanos a las aguas superficiales	3
		Residuos en contacto con las aguas superficiales	6
15	- Drenajes	Buen drenaje	0
		Algún encharcamiento	5
		Sin drenaje	9
16	- Polvo	Sin polvo	0
		Algo de polvo (no mucho), parcialmente controlado	2
		Mucho polvo	4

15	- Visibilidad del lugar	No visible (apantallado)	0
		Visible a corta distancia	3
		Visible a gran distancia	6
16	- Acceso al lugar	Sector aislado	0
		Poblados esparcidos, granjas o sitios industriales	2
		Sectores semi urbanos de la periferia	4
		Residencial, urbano consolidado	6
17	- Ruidos locales	Remotos	0
		Ruidos molestos a corta distancia	3
		Ruidos molestos a gran distancia	6
18	- Tipos de suelo del emplazamiento	Estériles	0
		Ganaderos o forestales	4
		Agrícolas de baja productividad	8
		Agrícolas de alta productividad (o urbanos consolidados)	12
19	- Organización administrativa	Con buena planificación	0
		Con alguna planificación y organización	6
		Sin planificación	12
20	- Imprevistos	Previsión por averías, fuego, viento, etc.	0
		Parcialmente provisto o equipado	3
		Imprevisto (sin equipamiento ni instalaciones)	6

El número máximo indica la peor situación de impacto. El número asignado a cada factor es la parte más subjetiva del análisis, a pesar de que -para su formulación- han sido considerados análisis y evaluaciones basados en las experiencias adquiridas con este tipo de evaluación.

2. Ejemplo de los índices de calidad ambiental de los vertidos clandestinos de una ciudad

2.1. Criterios generales

El objetivo principal de diagnóstico de la situación ambiental de los microvertederos de una ciudad debe ser el de jerarquizar los microvertederos en función de la calidad ambiental que se registra de acuerdo a la metodología señalada. La finalidad de esta jerarquización ha sido definir con un listado prioritario de lugares críticos sobre los cuales se hace necesario tomar medidas de remediación.

La evaluación se lleva a efecto de acuerdo a la metodología presentada en el anexo, y se debe adecuar para cada ciudad. La metodología consta de dos etapas fundamentales de trabajo.

La primera etapa de terreno, que ha sido descrita en páginas anteriores, consiste en completar una ficha de caracterización que recoge todos los antecedentes identificatorios y descriptivos del área en estudio.

La segunda etapa consiste en la aplicación de la encuesta de Campo. La encuesta de campo tiene por objetivo evaluar la calidad ambiental de seis parámetros ambientales relevantes a través de preguntas (factores de campo) que intentan poner en evidencia el impacto de un determinado microvertedero sobre el medio. Los seis parámetros a evaluar son:

- Calidad del Agua.
- Calidad del Aire.
- Uso de la tierra.
- Estética.
- Ruido.
- Bienestar de la comunidad.

Las distintas preguntas de la encuesta abordan tanto la aptitud de un lugar en cuanto a la localización geográfica e hidrogeológica como a la operación del microvertedero o vertedero. Las respuestas son evaluadas a través de las alternativas nombradas en la tabla anterior, que otorgan puntajes entre 0 y 15, siendo el puntaje máximo el que indica la peor situación. Existen dos mecanismos para efectuar la evaluación, a través de la observación directa en terreno y/o a través de consultas a la comunidad o técnicos municipales.

Los factores de campo considerados son los siguientes:

- **Lugar de colocación de los residuos:** se evalúa por observación directa en el área detectada.
- **Compactación:** el objetivo es evaluar por observación directa la calidad del proceso de compactación, realizado sobre los residuos depositados en el lugar.
- **Cobertura periódica de los residuos:** se refiere al espesor y frecuencia con que se ha cubierto los residuos.
- **Cobertura final:** evalúa el espesor con el que se ha cubierto el vertedero para controlar el vertido.
- **Superficie terminada:** recoge los antecedentes sobre las características finales con los que ha sido sellado el vertedero.
- **Dispersión de la fracción liviana:** evalúa por observación directa el control sobre los objetos livianos.
- **Destrucción de objetos voluminosos:** evalúa por observación directa la presencia y tratamiento de los residuos de gran tamaño que son depositados en el microvertedero o vertedero.
- **Incineración y/o quemas en el sitio:** evalúa por observación directa la quema de residuos.

- **Vectores:** permite registrar la existencia de vectores mecánicos, que crean problemas sanitarios.
- **Materiales peligrosos:** evalúa la presencia de residuos peligrosos o tóxicos en el vertedero o microvertedero.
- **Aguas subterráneas:** evalúa la distancia existente entre los residuos depositados y las napas frías que se pueden insinuar en el área.
- **Aguas superficiales:** permite la evaluación por simple observación del potencial de contaminación, al entrar en contacto los residuos y aguas superficiales como ríos esteros lagos etc.
- **Drenaje:** se refiere al drenaje que tiene la cubierta superficial del microvertedero.
- **Polvo:** se refiere al sólido en suspensión producto de la actividad del microvertedero.
- **Visibilidad del lugar:** evalúa el impacto visual de la localización del vertedero o microvertedero en relación a su entorno.
- **Entorno:** se refiere a las condiciones de localización del entorno.
- **Ruidos locales:** evalúa el impacto por ruido por actividad del microvertedero o vertedero, en el entorno inmediato.
- **Tipo de suelo utilizado:** se refiere al tipo de tierra utilizada y que es ocupada por el microvertedero.
- **Organización administrativa:** evalúa la condiciones de operación y la previsión adoptada por la autoridad competente.
- **Imprevistos:** permite evaluar las condiciones de seguridad del vertedero.

La aplicación de la encuesta requiere de un evaluador con cierta experiencia en terreno que le permita apreciar las características del paisaje que insinúen alteraciones o daños ocasionados al medio por la existencia del microvertedero.

2.2. Determinación de la calidad ambiental de los microvertederos

En esta etapa se trabaja con las respuestas obtenidas en la encuesta de campo, asociándose los puntajes correspondientes a cada respuesta. De esta forma se obtiene la matriz de parámetros de campo. Esta matriz se multiplica por la matriz de contribuciones proporcionales que se aprecia a continuación y que corresponde a la matriz base donde se registra el *peso* de cada parámetro de campo (pregunta de la encuesta) sobre los factores de calidad ambiental, aire, agua, estética, ruido, uso del suelo, y bienestar de la población.

La matriz resultante de esta multiplicación se denomina Matriz de Calidad Ambiental y señala para cada factor de calidad ambiental, el índice asociado al vertedero evaluado.

Matriz de contribuciones proporcionales

FACTOR	N° CAMPO	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DEL AGUA	USO DE LA TIERRA	ESTÉTICA	RUIDO	BIENESTAR (SALUD)
COLOCACIÓN DE RESIDUOS		0	0	0.7	0.3	0	0
COMPACTACIÓN		0	0	1	0	0	0
COBERTURA PERIÓDICA		0.3	0.3	0	0.4	0	0
COBERTURA FINAL		0	0	0.8	0.2	0	0
SUPERFICIE TERMINADA		0	0.2	0.4	0.4	0	0
PRES. MATERIALES LIVIANOS		0	0	0	1	0	0
DEST. OBJET. VOLUMINOSOS		0	0	0.4	0.6	0	0
INCINERACIÓN O QUEMAS		1	0	0	0	0	0
VECTORES		0	0	0	0	0	1
RES. TÓXICOS Y PELIGROSOS		0.1	0.5	0.4	0	0	0
AGUAS SUBTERRÁNEAS		0	1	0	0	0	0
AGUAS SUPERFICIALES		0	0.8	0	0.2	0	0
DRENAJE		0.2	0.6	0.2	0	0	0
POLVO		0.6	0	0	0.4	0	0
VISIBILIDAD DEL LUGAR		0	0	0	1	0	0
ACCESOS AL LUGAR		0	0	0	1	0	0
RUIDOS LOCALES		0	0	0	0	1	0
TIPO DE TIERRA UTILIZADA		0	0	0.6	0.4	0	0
ORGAN. ADMINISTRATIVA		0	0	1	0	0	0
IMPREVISTOS		0.3	0.3	0	0.3	0	0.1

A continuación el índice global de calidad ambiental se obtiene sumando todos los índices parciales de las seis columnas de factores ambientales.

Luego se analizaron y compararon los diferentes índices de calidad ambiental obtenido para cada vertedero. Para llevar a cabo la comparación se establecen cuatro rangos de impacto sobre el medio:

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

La amplitud del rango se calcula de la siguiente forma:

$$\underline{\underline{AR = \frac{(VMA - VMI)}{4}}}$$

Donde:

AR = amplitud del rango

VMA = Valor máximo del puntaje registrado en la muestra de microvertederos

VMI = Valor mínimo del puntaje registrado en la muestra

El denominador 4 corresponde al número de rangos establecidos. (Bajo, Medio, Alto, Muy alto)

Conociendo el valor de la amplitud del rango es posible cuantificar los valores de los diferentes rangos de impacto definidos:

- Rango Bajo = Intervalo entre VMI y X_1

$$\underline{\underline{X_1 = VMI + Amplitud}}$$

- Rango Medio = Intervalo entre X_1 y X_2

$$\underline{\underline{X_2 = X_1 + Amplitud}}$$

- Rango Alto = Intervalo entre X_2 y X_3

$$\underline{\underline{X_3 = X_2 + Amplitud}}$$

- Rango Muy Alto = Intervalo entre X_3 y VMA

De esta forma, luego de desarrollar las matrices se determinan los rangos para cada factor ambiental. En la tabla siguiente se aprecian los resultados obtenidos para cada uno de los factores ambientales considerados.

Factor Ambiental	Rango Bajo	Rango Medio	Rango Alto	Rango Muy alto
Calidad del aire	1,80 - 4,23	4,23 - 6,65	6,65 - 9,08	9,08 - 11,50
Calidad del agua	2,60 - 7,93	7,93 - 13,25	13,25 - 18,58	18,58 - 23,90
Uso de la tierra	15,40 - 19,70	19,70 - 24,00	24,00 - 28,30	28,30 - 32,60
Estética	9,10 - 17,13	17,13 - 25,15	25,15 - 33,18	33,18 - 41,20
Ruidos	0,00 - 0,00	0,00 - 0,00	0,00 - 0,00	0,00 - 0,00
Bienestar	0,60 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,10	5,10 - 6,60
Total	34,00 - 49,00	49,00 - 64,00	64,00 - 79,00	79,00 - 94,00

En las dos tablas que se presentan a continuación se pueden observar los resultados de las evaluaciones efectuadas para dos microvertederos de una ciudad en particular, considerando todos los parámetros ambientales y la afectación por cada factor ambiental.

MICROVERTEDERO N° 1		
FACTOR AMBIENTAL	VALOR OBSERVADO	RANGO DE CALIFICACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	7,5	ALTO
CALIDAD DEL AGUA	10,5	MEDIO
USO DE LA TIERRA	32,2	ALTO
ESTÉTICA	27,2	ALTO
RUIDOS	0	-
BIENESTAR	0,6	BAJO
TOTAL	78	ALTO

MICROVERTEDERO N° 2		
FACTOR AMBIENTAL	VALOR OBSERVADO	RANGO DE CALIFICACIÓN
CALIDAD DEL AIRE	8,3	ALTO
CALIDAD DEL AGUA	7,1	MEDIO
USO DE LA TIERRA	26,2	ALTO
ESTÉTICA	20,8	MEDIO
RUIDOS	0	---
BIENESTAR	0,6	BAJO
TOTAL	63	MEDIO

2.3. Evaluación de los resultados obtenidos

A continuación se deben presentar los resultados finales de la cuantificación de los índices de calidad ambiental de los microvertederos detectados de una ciudad. Según los resultados obtenidos, tal como se explicó anteriormente, cada microvertedero, según el índice de calidad ambiental que afecte, recibe la valoración de muy alto, alto, medio y bajo.

De acuerdo a esta valoración obtenida para los distintos microvertederos, se deben aplicar las medidas correctoras que se requieran, de acuerdo al factor de calidad ambiental que se este afectando. Esto puede significar la aplicación de una recomendación específica o también la introducción de diferentes medidas correctoras.

La calificación de muy alto, requiere de una actuación inmediata, ya que es posible que la afeción al ambiente sea en este instante muy costosa de revertir. Esta actuación implica una nueva revisión de los factores ambientales señalando en forma cualitativa la afectación, para permitir el control, corrección, reinsección y monitoreo posterior de cada área afectada.

La calificación de Alto, requiere igualmente de una actuación inmediata ya que en el corto plazo es posible llegar a situaciones de afeción al medio o al factor ambiental involucrado que podrían ser muy costosas de corregir. En este caso requiere las indicaciones generales que permitan el control y reinserción del área dañada.

La calificación de medio, señala que en el mediano plazo, la afección al ambiente o al factor ambiental, que está causando el microvertedero, podría llegar a niveles de mayor riesgo.

La calificación de bajo, indica que el microvertedero no provoca una situación de grave afección a un factor o factores ambientales, sin embargo requiere una atención secundaria y en el mediano plazo.

En resumen atendiendo a las valoraciones asignadas para cada microvertedero se podrá priorizar, de acuerdo a los factores ambientales el saneamiento de los distintos puntos de vertido clandestino que se han identificado en la ciudad de Arica.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad ambiental de los microvertederos de una ciudad, que se han presentado en las tablas de páginas anteriores, a continuación se deben detallar de manera resumida.

Evaluación Global: según la caracterización global, donde se consideran todos los factores ambientales, se observa que los microvertederos:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Calidad del Aire: según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor de calidad ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Calidad del Agua: según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Uso de La Tierra: según los resultados obtenidos, se observa que los microvertederos que más afectan al medio son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Estética: según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

Bienestar: Según los resultados obtenidos, se puede observar que los microvertederos que más afectan a este factor ambiental son:

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Muy Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Alto.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Medio.

Identificación microvertederos: _____

Ubicación: _____

Rango de afección: Bajo.

ANEXO 4

PROYECTO PILOTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

FUENTE: MIDEPLAN, Diagnóstico y plan de manejo de Residuos Sólidos para Arica, (1997 / Chile).

Proyecto piloto de educación ambiental para el tratamiento en origen de los R.S.U. domiciliarios

1. Introducción

En la resolución 44/228, sección G, párrafo 12 de la Agenda 21, la Asamblea General de N.U. señala que “la gestión ambientalmente adecuada de los residuos está entre los asuntos ambientales más relevantes para el mantenimiento de la calidad del medio terrestre y especialmente para la búsqueda de un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en todos los países”.

Se recomienda, a su vez, entender el concepto de *gestión ambientalmente adecuada de residuos* como un concepto que va más allá de la disposición segura o de la recuperación de los residuos generados. “Se requiere ir a la raíz del problema, buscando cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo. Esto implica la aplicación de un concepto de *gestión integral* del ciclo de vida del producto, única forma de reconciliar el desarrollo con la protección ambiental”^{17/}.

En esta perspectiva, se identifican cuatro áreas de programas relativos a la gestión de los residuos:

- minimización de residuos;
- maximización del re-uso y del reciclaje ambientalmente adecuados de los residuos;
- promoción de la disposición y tratamiento ambientalmente adecuado de los residuos;
- extensión de la cobertura del servicio (colecta, gestión, tratamiento, etc.) de los residuos.

^{17/} / Arteaga, José Miguel, “Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21: Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas”, CEPAL/PNUMA, Abril 1993. Distribución restringida.

Primero se aborda la minimización de residuos en la fuente, que implica cambiar “los estilos de vida y los patrones de producción y consumo”¹⁸ / luego, la reutilización y el reciclaje, que son formas de minimizar el flujo final de residuos que debe ser tratado y depositado como carga inútil y eventualmente contaminante. En un tercer paso se aborda el tratamiento y depósito del *flujo restante* de residuos. Este orden busca también indicar los acentos de una política integral de residuos ¹⁹/.

El reconocimiento que realizan, los organismos y personas expertas en el tema, de que en los países de la región existe una precaria política de gestión de residuos, ha llevado a que se ponga énfasis en la promoción de las dos últimas áreas programáticas, como paso inicial significativo para resolver los graves problemas asociados a una gestión inadecuada.

El desafío de avanzar en la implementación de una política de gestión integral de los R.S.U., exige articular distintas escalas espaciales de intervención (nacional, regional y local) y diversos actores públicos y privados.

Esta necesidad de articulación, viene demandado por los objetivos explícitos de una política como la descrita ²⁰ /, que implican decisiones y acciones complejas y plurales, puesto que involucran actuar, a la vez, respecto de dimensiones económicas, sociales y culturales.

En este contexto, la Educación Ambiental se sitúa como un componente significativo de una política de gestión de los R.S.U.

Es conocido que la condición de pobreza puede convertirse en un catalizador del deterioro ambiental. Esta relación de pobreza versus medio ambiente afecta a los sectores urbanos pues se caracteriza por la insuficiencia de ingresos y el riesgo que conlleva el uso indiscriminado de

¹⁸ / Agenda 21, N.U.

¹⁹ / Arteaga, José Miguel, “Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21: Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas”, CEPAL/PNUMA, Abril 1993. Distribución restringida.

²⁰ / Agenda 21, N.U.

recursos naturales y la carencia de tecnologías y procedimientos adecuados que afecta la calidad de vida o hábitat del poblador.

El municipio en su calidad de Administrador de Gestión y por tanto de recursos debe canalizar las necesidades de la Comuna en esta materia y los aportes estatales coordinando el trabajo conjunto de los distintos actores a nivel local, como asimismo potenciar el desarrollo de iniciativas innovadoras que respondan a las características específicas de la zona.

En las comunas urbanas -que es el caso de Arica- los problemas ambientales más urgentes son los microvertederos clandestinos que expelen malos olores y propagan plagas y pestes, la carencia de áreas verdes y el deterioro de infraestructura comunitaria entre otros. A ello hay que sumarle un componente cultural, referido a la cotidianeidad de la ciudadanía lo cual hace difícil la idea de integrar la conciencia ambiental como un valor relevante.

De hecho, el Municipio, debería por su función principal de promoción del Desarrollo Comunal, incorporar al diseño de planes de Desarrollo Local la variable ambiental integrándola necesariamente a las tradicionales áreas sociales y a la planificación municipal.

Para llevar a cabo estos objetivos, el municipio cuenta con 3 tipos de recursos que son: los ingresos propios, (FCM) los recursos delegados (Transferencias) y los recursos adicionales (Fondos Concursables).

Por otra parte la variable de participación social y la democratización de los espacios locales se han convertido en un tema relevante para las políticas de gestión comunal.

En términos globales, existe consenso en cuanto a la idea que las políticas de Desarrollo sostenidas en el principio de equidad, hacen más eficaz y sostenible en el tiempo un modelo de gestión democrática siempre y cuando éste cumpla con la finalidad de incorporar el protagonismo real del habitante de la Comuna.

Lo anterior implicaría favorecer un proceso efectivo de cooperación en la toma de decisiones para generar capacidades específicas de las localidades impactadas por el deterioro ambiental.

Es así que la participación social se transforma de modo creciente en la palanca para el Desarrollo y la superación de la pobreza, potenciando las organizaciones sociales de los vecinos que incluyan en sus objetivos permanentes la protección del medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de su hábitat natural.

La articulación del capital físico y social local permitirá implementar acciones más eficaces y eficientes para la gestión de los residuos, en la perspectiva de construir un desarrollo sostenible ambientalmente.

De acuerdo a los antecedentes recogidos y analizados por el Equipo Consultor, en el contexto del estudio, se logró ir perfilando el contenido de la demanda al Equipo de Educación Ambiental, que decía relación con el enfrentamiento de tres situaciones-problemas ligadas al manejo de residuos sólidos, respecto de los cuales la conducta del habitante de Arica, tenía un protagonismo importante:

- El déficit en el manejo de los residuos sólidos urbanos originados en el uso y aprovechamiento de los espacios públicos de la ciudad (y la consecuente dispersión de residuos sólidos en las playas, arterias, plazas u otros espacios de uso público).
- El déficit en el manejo de los R.S.U. domiciliarios (y la consecuente generación de micro-vertederos en espacios públicos: por ejemplo, en el lecho del Río San José y la Población Los Laureles en menor grado).
- Una tercera situación, que no se explicitaba con tanta claridad, decía relación con el déficit en el manejo de los escombros (y la consecuente generación de micro-vertederos de escombros en espacios públicos y privados).

Estas tres situaciones-problemas, que involucran a poblaciones-objetivos y espacios locales diversos, exigen a los elaboradores del proyecto piloto de E.A. relevar en sus definiciones, temas tales como la intensidad y el contenedor espacial de la intervención educativa a proponer.

Una primera distinción conceptual respecto de la población-objetivo del proyecto piloto de E.A., dice relación con la permanencia en el territorio de la ciudad, distinguiremos así, a un habitante transitorio y un habitante permanente.

- **habitante transitorio**, entenderemos a aquel que hace uso y aprovechamiento del espacio de la ciudad (en especial del espacio público) en forma transitoria, como es el caso de los turistas estacionales (que hacen uso y aprovechamiento de los espacios destinados a esparcimiento y recreación: las playas especialmente) y los habitantes de países limítrofes, que hacen uso y aprovechamiento del espacio público en función de la implementación de sus actividades comerciales y/o de consumo.

- **habitante permanente**, entenderemos a aquel habitante cotidiano de la ciudad, que hace uso y aprovechamiento del espacio de manera permanente. La intensidad del uso del espacio comunal se corresponderá con las características de la actividad cotidiana de cada uno de sus habitantes (será distinto por ejemplo el uso que hace del espacio de la ciudad el Jefe de Hogar que debe salir de su hogar y de su barrio para concurrir a su fuente laboral, al que hace la dueña de casa y el anciano, cuya actividad cotidiana está centrada en su vivienda y su barrio. Así como será distinto el uso y aprovechamiento que se haga de las playas en los meses de verano, respecto de los meses correspondientes a las otras estaciones).

Un proceso educativo orientado a los habitantes transitorios, dada la característica de su relación temporo-espacial con la ciudad de Arica, debería orientarse al flujo de información respecto del manejo adecuado de los R.S.U. originados en el uso y aprovechamiento del espacio público y a la producción de oportunidades para implementar las orientaciones comunicacionales propuestas. Como factor complementario podría utilizarse la coerción.

En cuanto a los habitantes permanentes de la ciudad, se propone una intervención educativa de mayor intensidad, orientado al cambio de actitudes y conductas para crear conciencia y cultura ambiental frente al manejo de los R.S.U. de producción pública y domiciliaria.

En la línea de acción antes descrita, se trata de potenciar al máximo la acción cooperativa y colaborativa entre los distintos estamentos que podrían cumplir un rol en el proceso educativo medio-ambiental.

La idea guía del quehacer educativo es hacer cómplice en la gestión local de los R.S.U. domiciliarios y públicos, a los Organismos Públicos Locales (Municipalidad, Servicio de Salud y CONAMA I Región) y a los habitantes permanentes y transitorios de la ciudad.

Sintetizando, los factores que se consideraron en el diseño del proyecto piloto de Educación Ambiental fueron:

- La responsabilidad protagónica, de implementar el Proyecto de Educación Ambiental (P.E.A.), de los Actores Públicos Locales (Municipio de Arica, CONAMA I Región, Servicio de Salud).
- La diversidad, en el tiempo y carácter de la permanencia en el territorio de la ciudad, de la población objetivo del P.E.A. (distinguiendo básicamente entre población permanente y población de tránsito).
- Falta de una rutina de recolección más coherente con los hábitos de la vida cotidiana de los usuarios del servicio de aseo.
- Características espaciales de las vías de acceso que impide un tránsito expedito a las viviendas para extraer los RSU desde cada una de ellas por parte del Equipo de Recolección (Camiones y personal de aseo).

- Diversidad en las características de los residuos sólidos, dependiendo de la característica de la población-objetivo del P.E.A.
- Hábitos de los pobladores de las localidades pobres, que se limitan a sacar las bolsas con R.S.U. domiciliarios sólo hasta la puerta de sus viviendas.
- Hábitos de los pobladores de arrojar los RSU no retirados por el servicio recolector a espacios de uso público: sitios eriazos y ribera del Río San José (dando origen a microvertederos).
- El sentido individual y no colectivo que las personas le asignan al manejo en origen de los RSU.
- La escasa relación que los pobladores establecen entre la presencia de microvertederos con su calidad de vida.

2. Diseño metodológico proyecto piloto de educación ambiental

2.1 Criterios básicos

2.1.1. Principio de actitud positiva para la cooperación

La sustentabilidad de cualquier intervención educativa en la ciudad, que promueva cambios en los hábitos de manejo en origen de los R.S.U. identificados como deficitarios, pasa por lograr de parte de los habitantes permanentes, y de su población flotante, un *compromiso*, que haga posible que dicha intervención encuentre un terreno fértil en ésta.

Permitiendo de esta manera, que los planes y programas de gestión local en origen de los R.S.U. que se pongan en práctica, encuentren como contrapartida una actitud positiva de parte de los habitantes. Y, que dicha actitud tenga más posibilidades de materializarse en conductas coherentes.

2.1.2. Un problema público y privado

Sin lugar a dudas, el tema de la gestión de los R.S.U. domiciliarios, el depósito de los escombros en sitios eriazos (públicos y privados), la limpieza de calles y de muros, no es sólo un problema municipal, así como tampoco es un problema que sólo atañe a cada persona-familia en particular.

Por sus características, es un tema a la vez público y privado. Debiendo involucrar en su gestión, a toda la ciudad y sus instituciones, organizaciones sociales y habitantes. De modo de promover un actuar colectivo que comparta y asuma los valores de *limpieza* y principalmente, los valores estéticos de *armonía* y *orden*, los cuales contribuirían ciertamente al mejoramiento de la calidad del medio ambiente local y de la calidad de vida de sus habitantes.

2.1.3. La comunicación programada y sistémica

Una intervención completa en esta área del quehacer comunal, implica necesariamente implementar, de un modo coherente junto a las medidas de orden técnico de manejo, rutas de recolección, implementación de maquinaria adecuada y adecuación de vertederos convenientemente ubicados y con tecnología apropiada, **una intervención comunicacional sistémica que permita sensibilizar, informar y lograr cambios de conducta en la población**, teniendo en cuenta que ésta se divide en distintos segmentos y tipos de público con intereses, niveles educativos y de sensibilidad distintas, cada uno de ellos.

La gestión de esta iniciativa debe radicar en el municipio en conjunto con el servicio de salud y CONAMA I Región, quienes coordinarán e implementarán las acciones que se proponen en este proyecto y evaluarán su impacto en los cambios de conducta que se pretende alcanzar.

2.1.4. Escala Espacial de Intervención

El proyecto piloto contempla dos niveles espaciales de intervención, uno macro-local que dice relación con la ciudad de Arica en su totalidad, y un nivel micro-local, que se refiere a la unidad espacial básica de intervención educativa (Unidad Vecinal).

Dependiendo de la escala de intervención, se distinguen fases, objetivos, metodología y productos.

2.1.5. Escala Macro-Local

Se divide básicamente en cuatro etapas de desarrollo progresivo y acumulativo:

- **Fase de sensibilización**
- **Fase de información**
- **Fase de educación**
- **Fase de monitoreo y seguimiento**

2.2. Fase de sensibilización

2.2.1. Objetivo:

Esta fase pretende crear las **condiciones afectivas** para que los ariqueños que habitan en forma permanente y los habitantes de paso agudicen sus sentidos a fin de que sean capaces de percibir la situación, de una gestión en origen inadecuada de los R.S.U., como un problema real que se debe solucionar.

2.2.2. Medios de comunicación y actividades a utilizar en esta fase:

- **Concurso público para determinar un slogan** que conceptualice la idea de que Arica, como puerta de entrada a Chile, debe ser una ciudad limpia, porque de ello depende parte de la imagen que quienes visitan nuestro país se harán de él (o bien que conceptualice un sentido más allegado a los intereses locales, de sus instituciones y habitantes).

- **Objetivo.** El objetivo de esta actividad es integrar a la mayor cantidad de personas que piensen y elaboren frases que puedan ser parte de la campaña de comunicación.

Ello, en sí mismo constituye una forma de sensibilizar y también una forma de lograr que las personas se sientan participando colectivamente del problema, posicionando socialmente la preocupación por el tema.

Para realizar este concurso se propone las siguientes etapas:

- Elaboración y redacción de las bases.
 - Lanzamiento del concurso mediante una conferencia de prensa y la edición de un tríptico y afiches para las paletas de publicidad urbana con las bases del concurso.
 - Etapa de recepción de los trabajos.
 - Reunión del jurado y definición de la frase ganadora.
 - Premiación.
- **Diseño de la marca corporativa de la campaña.** Teniendo definido el concepto que se expresa en el slogan, se hace posible su materialización mediante diferentes técnicas gráficas y de construcción de imagen, el desarrollo de una marca que constituirá el símbolo de identidad de la campaña de comunicación. Esta fase debe ser desarrollada por un equipo profesional con experiencia en el desarrollo de imágenes para campañas públicas.

Este aspecto es de suma importancia ya que debe considerar variables técnicas de diseño gráfico e impacto visual adecuados. Se trata de una pieza clave y fundamental del proyecto, por lo cual, en ningún caso puede ser encargada a personas aficionadas. El tema debe ser abordado desde la perspectiva de la comunicación corporativa y su objetivo es ser la base de un programa de identidad corporativa de la campaña de aseo (y/o turismo) en su conjunto, debiendo tener en cuenta una perspectiva sistémica del conjunto de instrumentos que se utilizarán en la campaña.

Para su desarrollo se tendrá que tener en cuenta además, criterios cromáticos consecuentes con la idea central y el diseño del logotipo (forma tipográfica especial de la frase y el nombre de la campaña).

- **Diseño de las piezas gráficas que constituirán el eje de la campaña de comunicación en la fase de sensibilización.**
- **Gigantografías:** constituida por la frase de llamado y por la marca de la campaña, esta pieza, será situada en puntos estratégicos de la ciudad (acceso, centro y periferia) y su objetivo es posicionar la campaña en la fase de sensibilización.
- **Paletas:** las paletas contendrán la marca de identidad de la campaña y también se implementará en ellas, diferentes mensajes alusivos a los R.S.U. domiciliarios, los escombros y los R.S.U. industriales, haciendo énfasis en que un adecuado manejo de ellos mejora las condiciones ambientales generales y la calidad de vida de las personas, evitando infecciones, plagas y deterioro visual del entorno.
- **Concurso de ensayos científicos para estudiantes universitarios y de Enseñanza Media acerca del manejo de los desechos urbanos:** el concurso propende a posicionar socialmente el tema creando una preocupación al interior de la familia acerca del manejo de los residuos.
- **Convocatoria:** se convocará a la comunidad de Enseñanza Media para desarrollar un ensayo científico. Dicha convocatoria estará coordinada por la Corporación de Educación de la Municipalidad y se invitará a participar en ella a todos los establecimientos educacionales del área tanto público como privado.

En una segunda categoría, el concurso convocará a jóvenes universitarios a realizar un trabajo similar. En este caso, la coordinación estará a cargo de la Dirección de Extensión de la Universidad de Tarapacá y convocará tanto a los estudiantes de la propia Universidad como a las Universidades e Institutos profesionales privados.

Los ensayos podrán tener enfoques desde las ciencias del ambiente como desde las ciencias sociales y otras.

- **Selección:** un jurado compuesto por académicos y autoridades municipales seleccionará los trabajos a ser publicados.
- **Publicación:** los trabajos seleccionados serán publicados y se difundirán en todos los establecimientos educacionales de la ciudad.
- **Pintura de los camiones de aseo, uniformes del personal recolector y señalización de los receptáculos urbanos de basura:** la idea es crear un sistema cromático que destaque e individualice claramente los objetos y personal a fin de otorgarle una presencia destacada en su accionar en la ciudad identificados con el sistema visual corporativo del programa.
- **Avisos de T.V.:** edición de un spot de televisión para ser transmitido en la red regional que contendrá el llamado y la marca corporativa del programa.
- **Folleto:** se editará un folleto que principalmente posicione el programa y haga un llamado a cooperar con esta iniciativa a fin de lograr mejorar las condiciones ambientales y de calidad de vida. Este folleto se entregará durante el período de sensibilización, en las entradas a la ciudad y en colegios, juntas de vecinos y organizaciones sociales.

2.3. Fase de información

2.3.1. Objetivos

- Entregar información, a los diferentes tipos de habitantes-usuarios, acerca de los sistemas de recolección de R.S.U. que se implementarán. Orientando los mensajes a públicos segmentados.

- Informar a la población segmentadamente acerca de las ventajas personales que se obtienen al colaborar con el trabajo de recolección de los desechos.
- Informar acerca del nuevo vertedero y su estructura y equipamiento.

2.3.2. Medios de comunicación a utilizarse en esta fase:

Folleto

Se editará un folleto con información acerca de los sistemas de recolección de R.S.U. que se implementará. Este contendrá:

- Las rutas
- Los horarios
- Las condiciones
- Los tipos de servicio
- La ubicación de los receptáculos
- Ubicación del vertedero
- La estructura del vertedero y los tipos de residuos que recibe
- Los costos del servicio (tarificación)
- La inversión total realizada por el municipio

En este folleto se diferenciará mediante un inserto, la información específica y pertinente a los diferentes públicos involucrados:

- Empresas constructoras,
- Industrias,
- Domicilios y oficinas,
- Comercio, etc.

Este folleto será entregado por los propios recolectores en cada punto de parada. Se entregará también a las organizaciones sociales de la comuna para su distribución: clubes deportivos, juntas de vecinos y otras como: Boy Scouts, Carabineros, etc. para su amplia distribución.

Avisos de prensa

Se publicará en los medios de prensa local, avisos con los horarios de recolección y las rutas.

Línea 800

Implementar un teléfono con línea 800 para información acerca del servicio y para estampar denuncias de vertederos clandestinos y otras situaciones-problemas que observen los usuarios. Este sistema debe considerar una forma de retroalimentar con información a quienes hacen consultas o denuncias, enviándoles por correo información acerca de lo ocurrido con su comunicación.

2.4. Fase de educación

2.4.1. Objetivos

- Lograr internalizar los cambios de conducta que hagan sustentable el manejo de los R.S.U. en el tiempo.
- Lograr que se incorpore a los hábitos cotidianos las diversas acciones individuales tendientes a hacer posible que los desechos se clasifiquen y/o se reciclen o se reduzca el consumo de elementos que producen mayor contaminación.

2.4.2. Medios a utilizar en la fase de educación.

- **Cursos de capacitación para profesores y otros agentes multiplicadores.** Capacitar en los contenidos de la educación ambiental a personas capaces de transmitir y de multiplicar las conductas necesarias para el manejo adecuado de los R.S.U. con colaboración de la población.
- **Unidad educativa local.** Integración de una unidad educativa local en la asignatura de ciencias naturales en colegios y liceos de la comuna. Esta unidad puede estar incorporada en diversos niveles de la Enseñanza Básica y Media.
- **Folleto Educativo.** Edición de un folleto de amplia distribución que contenga las ventajas que conlleva en el ámbito individual y colectivo, el corregir los comportamientos que provocan los problemas de mal manejo de los residuos domiciliarios, escombros y desechos industriales.
- **Premio Municipal.** Implementación de un premio municipal a la cuadra más limpia y ornamentada de la ciudad. Esta medida constituye un incentivo y una forma de reforzar las actitudes positivas.

3. Escala Micro-local de intervención educativa medio-ambiental.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, y entendiendo la Educación Ambiental como un “Proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante ²¹ /, el proyecto piloto de Educación Ambiental orientado a las localidades ribereñas al Río San José, contendría los siguientes objetivos:

²¹ / CONAMA V Región, Glosario Ambiental, Boletín Informativo La Palma, N° 2, Año 1 Agosto 1995.

3.1. Objetivos

- Lograr una sensibilización en los habitantes cotidianos de estas localidades, y un compromiso colectivo, respecto del problema de los RSU domiciliarios y su tratamiento en origen.
- Promover en los habitantes cotidianos de la localidad, la adquisición de conocimientos que les permitan establecer con claridad el vínculo existente entre la calidad de vida, el medio ambiente y el manejo en origen de los RSU domiciliarios.
- Lograr un cambio positivo en los habitantes cotidianos de la localidad, respecto de sus hábitos de manejo de los RSU domiciliarios.
- Incentivar la participación organizada, de los habitantes cotidianos de la localidad, en el diseño de alternativas de gestión local de los RSU domiciliarios.
- Promover la adquisición de destrezas en la comunidad organizada para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios (separación para el reciclaje, uso de sistema de recolección y compostaje).

3.2 Metodología

La metodología que se propone como pertinente para realizar un proceso de educación ambiental, que viabilice en la población-objetivo un cambio de actitud y conducta que permita el tratamiento en el origen de los RSU domiciliarios y avanzar en la superación de problemas derivados (los microvertederos en el lecho del Río San José, por ejemplo), es deudora de los aportes de disciplinas de las ciencias sociales que han hecho de estos temas objetos de su atención investigativa, entre éstas cabe mencionar principalmente a la psicología ambiental y el trabajo social.

La propuesta metodológica tiene como norte fundamental, el dar una sostenibilidad social ²² / a las estrategias que se definan como pertinentes para enfrentar localmente las situaciones-problemas identificadas, derivadas de una manejo en origen inadecuado de los R.S.U. domiciliarios.

Básicamente, se plantea incorporar en el diseño de la intervención educativa medioambiental micro-local, para el logro de los objetivos reseñados, cuatro principios de orden metodológico: **i.** holisticidad en su enfoque; **ii.** interdisciplinariedad e integración de los estudios; **iii.** contacto directo con la realidad e **iv.** metodología investigativa. ²³ /

Principios que necesariamente requieren ser operacionalizados en cada espacio-tiempo en que se llevará a cabo la intervención profesional.

Esta necesidad metodológica de situar el diseño de Educación Ambiental en el tiempo y el espacio, requiere abordar la dimensión socio-cultural contenida en los objetivos propuestos, para ello, se propone utilizar la investigación-acción, que se sustenta básicamente en dos estrategias educativas: **i.** el Aprender-haciendo e **ii.** la Acción-reflexión, que han sido experimentados por el Trabajo Social, para la producción de cambios socio-culturales en poblaciones pobres.

Complementariamente, se propone utilizar articuladamente tres estrategias metodológicas experimentadas por la psicología ambiental para el cambio de actitudes y conductas individuales y sociales respecto del medio ambiente: **sensibilización, información y reafirmación**, que considera los siguientes principios metodológicos:

²² / El uso del constructor *sostenibilidad social* se hace en los términos utilizados por el PNUD en su documento propuesta *Desarrollo Humano Sostenible*, documento PNUD de circulación restringida, Diciembre de 1994.

²³ / CONAMA, Bases para una propuesta de un Plan Nacional de Educación Ambiental, Noviembre de 1993.

Si el sujeto percibe un intenso intento por cambiar su conducta, se resiste activamente al cambio. La persona podría llegar a considerar que se está atentando contra su libertad, y en consecuencia se resiste a modificar sus actitudes.

Por ejemplo, si la alternativa de tratamiento en origen de los RSU domiciliarios se define y ejecuta sólo desde el municipio sin considerar la palabra del habitante cotidiano de la localidad.

- Resulta altamente eficiente argumentar con claridad pero sin insistir, de modo de no despertar resistencias emocionales que podrían disminuir la posibilidad de modificar la actitud.
- Resulta eficiente atacar la actitud contraria. Lo anterior puede verse reforzado por el cuestionamiento de los argumentos que reafirmen la actitud que resulte opuesta a la que se pretende lograr.
- La estrategia que recurre frecuentemente a despertar temor como motor de cambio, no se han demostrado realmente eficiente. El temor produce una reacción de defensa que incluye barreras psicológicas como por ejemplo oponerse a alternativas de solución impuesta e incluso estigmatización.

Un tercer soporte metodológico de la estrategia educativa a proponer a nivel micro-local, lo constituyen los aportes de disciplinas del **área comunicacional-gráfica**, relevante a la luz de las características del universo de habitantes a que se quiere llegar con el presente programa. Aportes que dicen relación con la definición de los públicos, el carácter de los mensajes educativos y los medios de comunicación educativa.

3.3. Población Objetivo (Públicos)

Para lograr los objetivos propuestos, un proyecto de comunicación educativa, debe realizar un análisis de los diferentes públicos a los que estarán dirigidos los mensajes.

Ello permite establecer con claridad tanto los mensajes, como los medios más apropiados para intervenir con éxito en los cambios de conducta que se requiere promover e incentivar y que en definitiva significan cambios en la cultura de la comunidad a intervenir.

La definición de los públicos permitirá asimismo, la determinación de las diferentes motivaciones que se deberán tener en cuenta para elaborar los mensajes.

La escala espacial que se ha definido como pertinente para llevar a cabo el proceso educativo propuesto **es el barrio**, que tiene como correlato administrativo la **Unidad Vecinal**, que se constituye en la instancia territorial básica de gestión local municipal, y que en el caso de la ciudad de Arica, sus límites dicen relación con identidades socio-culturales relevantes. Sin dejar de contextualizarlas en función de una situación espacial que le es común, cual es, el ser ribereños al Río San José.

En este contexto, podemos distinguir los siguientes públicos :

- Mujeres adultas que no trabajan fuera del hogar.
- Niños mujeres y hombres, en edad escolar, que asisten a clases en horarios de media jornada.
- Ancianos hombres y mujeres que no realizan labor productiva fuera de la localidad.
- Dirigentes Vecinales y Líderes naturales.
- Jóvenes.
- Personal que trabaja en los camiones recolectores de basura (Policías de Aseo).
- Comerciantes del barrio.

3.4 Carácter de los Mensajes Educativos

Basado en estudios y experiencias anteriores validadas de comunicación educativa en torno a problemas de salud, tales como las campañas en relación al SIDA, hacen aconsejable que los mensajes se estructuren sobre la base de motivaciones positivas que creen y agreguen valor a las conductas que se comuniquen como factores de cambio de los comportamientos en torno al manejo de las basuras domiciliarias.

Por lo anterior, hemos determinado que tales mensajes deberán estar relacionados con el mejoramiento de la calidad de vida que se puede lograr al descontaminar y recuperar los espacios colectivos, transformando los micro basurales en ambientes limpios, libres de contaminación y recuperados para la vida comunitaria (aunque sea sólo como paisaje).

Por otra parte, con el propósito de lograr un verdadero compromiso de *la comunidad* a intervenir, se considera fundamental que sea ésta la que *defina*, sobre la base de una capacitación en los contenidos científicos-rationales de la campaña, así como los contenidos emocionales de la misma, desde su propia experiencia de vida, *tanto la estructura como la forma de tales mensajes*.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, para el logro de los objetivos diseñados, el proyecto educativo propone una estructura de procedimientos metodológicos de desarrollo progresivo y acumulativo, que contiene cuatro fases: *i. inserción-sensibilización; ii. fase educativa* propiamente tal; *iii. acción-reafirmación* e *iv. monitoreo y seguimiento*, las que se explicitan a continuación.

3.4.1 Fase de sensibilización:

En esta fase, se trata de producir una respuesta emocional que eleve el alerta de la población objetivo, a partir de la producción de hechos impactantes, legitimando en la comunidad el proyecto, de modo de viabilizar su participación en el proceso educativo a que se les convoca.

En esta perspectiva, se realizarán acciones de carácter investigativo y educativo.

Las acciones investigativas tendrán dos escenarios complementarios, uno, a través de la implementación de técnicas simples de investigación social respecto de fuentes primarias y secundarias que permitan arribar a un diagnóstico preliminar de la problemática de los RSU domiciliarios en la localidad, de responsabilidad de los profesionales a cargo de la intervención. Y un segundo escenario, que lo constituirá los talleres de investigación participativa, con participación activa de los dirigentes y miembros de organizaciones comunitarias, que permitan definir cooperativamente la *línea base socio-cultural* de la comunidad que sustente los contenidos de los mensajes de sensibilización respecto de la problemática diagnosticada preliminarmente.

Las acciones educativas en esta etapa, básicamente serán de carácter gráfica-comunicacional, y estarán dirigidas a los dirigentes, organizaciones y vecinos cotidianos de la población a intervenir, con énfasis en las mujeres dueñas de casa, los menores y los ancianos.

Los mensajes comunicacionales serán de carácter proyectivo, es decir que muestren lo que la población puede ser si la comunidad organizada está dispuesta a actuar respecto del tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los problemas de microvertederos consecuentes (mostrando experiencias exitosas de manejo en origen de los R.S.U. domiciliarios).

Como soportes de estos mensajes, a escala de la localidad, se propone la utilización de paneles de dimensiones de 3 x 3 mts ²⁴ /. Paneles que serán utilizados en todo el proceso educativo que contempla el presente proyecto, y que quedarán como soportes comunicacionales a nivel comunitario para la gestión de las organizaciones de la comunidad una vez retirado el Equipo Profesional ejecutante del proyecto.

²⁴ / ECO PANELES (Gigantografías): Carteles de soporte rígido de 3x3 m., que inviten a integrarse al proyecto, mediante un mensaje positivo. Durante el desarrollo del proyecto, estos paneles serán utilizados para anunciar las diversas fases y comunicar mensajes formativos relacionados con la recuperación del medio ambiente y con el manejo de los RSU domiciliarios. Las imágenes que contendrán estos paneles, serán realizados por los niños y jóvenes participantes del Taller Gráfico.

El número de paneles corresponderá con las necesidad de llegar con el mensaje a los diversos tipos de pobladores que habitan la localidad. Serán ubicados en lugares estratégicos de acuerdo al recorrido cotidiano de estos diversos vecinos.

A escala de los talleres de sensibilización, los soportes de los mensajes comunicacionales básicamente serán videos, diapositivas y papelería gráfica (dípticos, trípticos y afiches).

Se convocará también a participar en concursos de cuentos y dibujos referidos al tratamiento de los RSU domiciliarios y los microvertederos, que luego de ser evaluados por la contraparte comunitaria del proyecto serán publicados en los ECO-PANELES.

Se propone realizar paralelamente dos tipos de talleres orientados a dos públicos comunitarios, con los niños de la localidad un taller de expresión gráfica con el propósito de que sean los propios niños los que generen los mensajes visuales de la campaña educativa, guiados por monitores capacitados para estos efectos (Estudiantes de Diseño Gráfico de la Universidad de Tarapacá); y con los ancianos, un taller de cuenta cuentos, de modo de rescatar la memoria local respecto de la situación-problema.

Actividades

- **Investigación diagnóstica preliminar**
- **Recorrido por el paisaje natural y humano de la localidad**

Se trata de recorrer cada localidad, observando las características geográficas, físicas y de infraestructura urbana de los sectores con énfasis en los que dicen relación con los RSU domiciliarios y los problemas derivados (se complementa esta observación con un registro fotográfico y video).

- **Revisión de información proveniente de fuentes secundarias**

Documentos referidos principalmente a: característica de las personas que viven en las localidades, historia del asentamiento humano, situación de infraestructura urbana y comunitaria, RSU domiciliarios, organizaciones comunitarias existentes, entre otros aspectos.

- **Entrevista a informantes claves**

Profesionales que han realizado investigaciones y trabajos en la localidad, dirigentes vecinales, directores de establecimientos educacionales y de salud del sector, pobladores con más de 10 años en la localidad, entre otros.

- **Lectura de mapas y planos**

Se trata de analizar la situación espacial y geográfica de la localidad, en términos de topografía, emplazamiento respecto de los servicios sociales y urbanos de la ciudad, infraestructura, equipamiento, entre otros antecedentes.

- Contacto y presentación del proyecto educativo a los dirigentes y organizaciones de la localidad.
- Realización de una Asamblea Comunitaria de presentación del proyecto educativo e invitación amplia a participar en este proceso.
- Constitución de Equipo de Monitores por sectores.
- Talleres de Sensibilización y Diagnóstico de la problemática de los RSU domiciliarios y los microvertederos con monitores representantes de todos los sectores de la localidad.
- Construcción e instalación de los ECO PANELES.
- Inicio de los Talleres de Expresión Gráfica con los niños.
- Inicio de los Talleres de Cuenta Cuentos para los ancianos.

Plazo Fase 1: 6 semanas.

3.4.2. Fase Información-Educativa

El éxito de la fase de sensibilización, será el sustento para viabilizar el proceso a desarrollar en la fase educativa propiamente tal.

En esta fase, básicamente se trata de promover en monitores y la comunidad local la adquisición de conocimientos sobre el medio ambiente del barrio, sus problemas y la forma de diseñar soluciones, con énfasis en el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos.

Dos serán los escenarios en donde se pondrá en acto esta fase, el primero, y básico, será la instancia de curso-taller con monitores locales, y el segundo, el escenario local cuyo público es la comunidad en su conjunto.

Respecto de la definición de los monitores, su cantidad y características, se corresponderá con los siguientes criterios:

- Un monitor por cada 20 familias vecinas cercanas territorialmente.
- Habitantes cotidianos de la localidad + Líderes naturales.
- Con disponibilidad de tiempo para asistir a las reuniones educativas.

Cada monitor tendrá la responsabilidad de traspasar los contenidos educativos trabajados a las 20 familias que representa, a la vez que traer sus inquietudes al espacio educativo del taller, para lo cual contará con la asesoría profesional y los soportes gráfico-comunicacionales necesarios.

La instancia de taller se estructurará en torno a 12 sesiones de aproximadamente dos horas y media de duración con una periodicidad de una vez a la semana, de acuerdo a las áreas temáticas que se han definido más pertinentes, y que se explicitarán a continuación.

El curso-taller se complementará con un proceso de cooperación técnica y social a los monitores, entre sesión y sesión, para el reforzamiento de los contenidos abordados en éstas y el traspaso a la comunidad representada. Al definir esta instancia de trabajo educativo como curso-taller, se quiere hacer explícito por una parte el carácter participativo y lúdico de las sesiones (que coopere a la necesaria cohesión del grupo, la motivación y el compromiso de los participantes con los objetivos y actividades que contempla el presente programa). Así como desarrollar las capacidades en los participantes, que el programa define como prioritarias.

Los contenidos aportados por los profesionales operarán como gatilladores de la reflexión de los monitores desde su propia realidad.

Los contenidos básicos trabajados en las sesiones, así como los trabajados en el taller de cuentacuentos, serán operacionalizados sintéticamente por los propios monitores cooperativamente con los profesionales para constituirse en los mensajes educativos que serán comunicados a la comunidad local a través de los ECO-PANELES, acompañados de la gráfica diseñada por los niños en los talleres gráficos que se estarán realizando paralelamente.

Respecto de los medios de comunicación educativa, se contempla edición de material didáctico orientado a los monitores. Se entregará a los monitores fotocopias para su uso en los talleres que ellos deberán realizar con sus grupos específicos de representación territorial.

ECO FICHAS: se editará un conjunto de fichas que se entregarán a todas las familias de la población. Estas, contendrán conceptos básicos de Ecología y Medio Ambiente y manejo de desechos sólidos urbano-domiciliarios. Además contendrán preguntas a ser respondidas colectivamente por el grupo territorial. La idea, es lograr la problematización de las conductas actuales y esperadas. Estas fichas, contendrán asimismo, los cuentos, los poemas y los chistes que no se hayan publicado en los ECO PANELES.

Las áreas temáticas a desarrollar en el contexto de los talleres educativos, definidas como pertinentes, son:

- Las casas que habitamos: medio Ambiente, ciudad, barrio y vivienda.
- Qué son los residuos.
- Cómo manejamos nuestros residuos.
- Cómo afecta la basura a nuestros recursos, la salud de la población y el medio ambiente.
- Cómo podemos producir menos basura.
- Qué podemos hacer respecto a los residuos.
- Medio ambiente y comunicación local.
- Medio Ambiente y Desarrollo Social comunitario.

La fase educativa para la comunidad local en su conjunto, tendrá como soporte básico los ECO-PANELES cuyos mensajes se corresponderán con las áreas temáticas que serán trabajadas en los talleres educativos con los monitores.

Plazo fase 2: 12 semanas.

3.4.3. Fase de la acción-reafirmación.

Esta fase implica básicamente la reiteración de las consecuencias positivas de seguir las recomendaciones aportadas por la fase educativa propiamente tal. Esta etapa se centra en la evitación de las consecuencias negativas, poniendo el acento en las conductas prácticas a través de acciones-productos que mejoren las situaciones-problemas identificadas en la localidad, y supone que las personas ya han comenzado a cambiar las conductas *inadecuadas*.

Básicamente se trata de promover la adquisición, a través de la experimentación, de las aptitudes necesarias para el manejo de los RSU domiciliarios y los microvertederos.

El énfasis en esta fase estará en la realización de acciones prácticas diseñadas en el Taller educativo para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos (y coherentes con la política de gestión comunal de éstos).

La idea es mostrar productos concretos de mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de estas localidades que refuercen la sostenibilidad del proceso educativo desarrollado.

Las líneas de acción definidas, serán coherentes con la línea base socio-cultural identificada en la fase 1. Se cree necesario que éstas sean plurales de modo de contener la heterogeneidad de las comunidades a intervenir. Entre las acciones que podrían implementarse, básicamente serían:

- respecto de la producción de RSU domiciliarios (hábitos de consumo).
- respecto de el reciclamiento de RSU domiciliarios (Compost, separación de RSU domiciliarios para la venta, entre otras).

Respecto de la disposición de los RSU domiciliarios no reciclables (y reciclables, para el segmento de la población-objetivo que no asume como pertinente las líneas de acción antecedentes) en contenedores u otro sistema local de disposición, de modo de unirse al sistema macro-local de disposición de los RSU.

Respecto de los medios de comunicación gráfica, éstas serán básicamente folletos y ECO-Panel.

Plazo fase 3: 10 semanas.

3.4.4. Fase de Monitoreo y Seguimiento.

Esta fase se plantea para las dos escalas de intervención del proyecto educativo: macro y micro local.

Esta fase se plantea en dos etapas: i. Monitoreo, la que se desarrolla durante la ejecución del programa, y contempla la evaluación de procesos interactivos generados a través de la implementación del mismo; e ii. Seguimiento, la que se desarrolla posterior al retiro de los equipos técnicos, midiendo el logro de objetivos planteados, por ejemplo, la aplicación que hacen los participantes del proyecto respecto de habilidades y conocimientos adquiridos, difusión de la

educación ambiental en la comunidad, observación en terreno sobre los productos generados por el programa (reciclaje de RSU domiciliarios, limpieza del lecho del Río San José, de las playas y espacios públicos, etc., separación de RSU domiciliarios). El diseño de instrumentos de evaluación por fases estará condicionado a la forma en que se realice la inserción del equipo profesional en las localidades.

En ambas etapas se considerará el diseño de instrumentos de evaluación tanto para observación en terreno como para obtener la opinión de los participantes del programa y su impacto en las comunidades intervenidas.

Plazo fase 4: 8 semanas.

3.4.5. Recursos humanos involucrados en el proyecto

A. Equipo permanente:
(Coordinador)

- 1 Trabajador Social Experto en Planificación Social.
- 1 Trabajador Social Experto en Educación Ambiental.
- 1 Diseñador Gráfico Experto en Comunicación Social.

B. Profesionales de apoyo:

- 1 Licenciado en Literatura.
- 1 Diseñador Gráfico.
- 1 Ingeniero en Construcción.
- 4 Expertos Temáticos.

C. Ayudantes y monitores:

- Egresados Trabajo Social.
- Egresados de Diseño Gráfico.

ANEXO 5
MERCADO, POLUCIÓN Y CONGESTIÓN

(Fuente El Mercurio, 28 de julio de 1998, Vittorio Corbo)

Los aumentos de la polución y de la congestión han llevado a la puesta en práctica de una serie de medidas para tratar de hacerles frente en Chile. Estas medidas incluyen, entre otras, el cierre de fuentes contaminantes, multas por contaminar, restricciones vehiculares y la construcción de vías alternativas. Se discuten también medidas complementarias como el extender la restricción vehicular a los vehículos equipados con convertidores catalíticos, la introducción de peajes por el uso de vías congestionadas y la creación de derechos de emisión de polución transables.

La pregunta que cabe hacerse es por qué en estas áreas la solución de mercado lleva a resultados poco deseables para la sociedad. Esta pregunta tiene mucho sentido, dado que, en general, los mercados libres y competitivos han demostrado ser una manera muy eficiente para asignar recursos escasos. Son muchos los ejemplos de esto último, y es por ello que incluso en casos en que las condiciones de mercado no se prestan para una solución competitiva (situaciones de monopolio natural), se ha creado una institucionalidad regulatoria que por la vía de simular una solución de mercado competitivo permite la operación eficiente de empresas privadas. Este es el caso de las telecomunicaciones, la generación y distribución de energía eléctrica, la operación de puertos y aeropuertos y carreteras concesionadas. Es importante mencionar que para que los mercados libres lleven a una asignación de recursos eficiente, los precios de mercado tienen que reflejar adecuadamente los valores que la sociedad les da a los respectivos bienes y servicios.

El medio ambiente y la congestión son casos típicos en que los precios no reflejan los valores sociales y es por ello que un mercado libre puede llevar a soluciones que no son óptimas para la sociedad. El problema aquí es que los derechos de propiedad no están adecuadamente definidos, llevando a una sobre utilización de recursos escasos. Este es un caso típico de asignación de recursos donde existen externalidades. De hecho, así los refleja cualquier libro de texto en economía. Por ejemplo, en su texto introductorio Baumol y Blinder afirman que “cuando una firma contamina un río, ella utiliza recursos escasos de la sociedad (en este caso ríos limpios) del mismo modo que cuando compra carbón.

Sin embargo, si la firma paga por el carbón pero no por el uso de agua limpia del río, uno esperaría que la firma economice en el uso del carbón y que derroche en el uso del agua limpia”.

Así cuando uno evalúa el costo de conducir por una vía congestionada, sólo se considera el tiempo utilizado, el consumo de gasolina y lubricantes, así como el desgaste de los neumáticos y del automóvil en general. Pero no se toma en cuenta el costo que uno genera para el resto de los usuarios, que también utilizan la vía que yo estoy contribuyendo a congestionar. Aunque el costo individual que mi acción genera en cada uno de los otros usuarios es pequeño, al multiplicarlo por el número de usuarios el costo total para la sociedad de mi conducción por una vía congestionada es bastante mayor que el costo que yo incurro directamente. Nuevamente, como los precios de mercado no reflejan adecuadamente los precios sociales, la solución del mercado libre lleva a un uso poco eficiente de los recursos de la sociedad, en este caso las vías congestionadas.

Dado que en estos casos la solución de mercado falla, la pregunta que cabe hacer es cómo solucionar en forma eficiente los problemas de polución y congestión. Una solución, que no usa criterios de mercado, es imponer restricciones cuantitativas a la operación de las fuentes contaminantes y a la circulación en determinadas arterias y/o al uso del automóvil. Sin embargo, la economía de la asignación de recursos enseña que uno puede llegar a una solución más eficiente para la sociedad a través del sistema de mercado (esto es, fijándole un precio a los recursos escasos). Para esto se requiere ajustar los precios de mercados para que éstos reflejen los verdaderos valores sociales. Estos precios “correctos” son los que toman en cuenta las externalidades (o sea los efectos negativos que mis decisiones de consumo o producción crean en los demás, y que yo no considero en la evaluación de mis acciones).

Solución de mercado para la polución

Para el caso de la polución, la solución de mercado es crear incentivos para que la sociedad cree menos polución dejando los detalles al sector privado en vez de introducir regulaciones a nivel

centralizado. En particular, una solución es cargar un derecho por la generación de polución; por ejemplo, estableciendo un impuesto sobre la emisión de polución de los vehículos, el cual se puede implementar en términos de un impuesto a los combustibles y a los vehículos más contaminantes. La introducción de este impuesto llevaría a los individuos a manejar vehículos que generen menos polución o a limitar el uso de su vehículo.

En el caso de fuentes contaminantes fijas, lo adecuado es determinar una cantidad máxima de contaminantes que la sociedad está dispuesta a tolerar y rematar los derechos a proveer esta cantidad óptima de contaminación entre los agentes contaminadores. La ventaja de estas soluciones de mercado a la polución, en términos de beneficios netos para la sociedad, puede ser sustancial al compararla con la alternativa de restringir el uso de los vehículos o determinar el cierre de ciertas fábricas los días de peor calidad del aire. Hoy existen en el mundo varias experiencias exitosas del uso de derechos de emisión de polución transables.

En el caso de la restricción vehicular, estudios hechos para la ciudad de México - donde la restricción también incluye a los autos catalíticos- muestran que la restricción vehicular lleva a la compra de más autos; especialmente autos antiguos, que son los más contaminantes. Además, lleva a un uso más intensivo de éstos en días sin restricción. El resultado final es que se genera más polución. Un efecto no estudiado en el caso de México son las implicaciones macroeconómicas de esta restricción. Esta medida, al llevar al sobreconsumo de automóviles (los automóviles se consideran como consumo en las cuentas nacionales), contribuye a una menor tasa de ahorro nacional y para un valor dado de la tasa de inversión, lleva también a un mayor déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos.

En el caso de las fuentes fijas, el cierre de fábricas que generan polución los días de mala calidad del aire obliga a cada firma individual a invertir en técnicas más limpias para bajar a los límites permitidos y de esta forma evitar el cierre en los días críticos, e incluso a abandonar la inversión y trasladar la fábrica a otra región del país. Pero este sistema es muy poco eficiente para la

sociedad. Lo óptimo para la sociedad es lograr el mayor beneficio neto con el monto de polución permitido. La solución de mercado, que consiste en rematar los derechos de emisión de polución transables, llevaría a este mayor beneficio social. Lo anterior, porque en este esquema los derechos quedarán asignados a las empresas que obtienen un mayor beneficio para un monto dado de polución, o que tienen altos costos para reducir la polución. al mismo tiempo, no comprarán los derechos empresas que al considerar el costo de la polución, en términos del valor de mercado del permiso de emisión de polución. Precisamente, esta es la forma de lograr el mayor beneficio social del uso del recurso escaso que es el límite máximo de polución seleccionado por la sociedad.

Solución de mercado para la congestión

En el caso de la congestión, la solución clásica de mercado es cargar un derecho por el uso de las vías en las horas de mayor congestión. Con tecnología moderna esos derechos se pueden recolectar incluso sin el uso de estaciones de peaje. Sensores electrónicos pueden tomar una señal desde un pequeño transmisor en el tablero del vehículo, o un rayo láser de baja potencia podría leer un código de barras en el parabrisas de un vehículo. De hecho este tipo de tecnología ya está en uso para pagar peajes en carreteras y en calles congestionadas en varias ciudades del mundo. Estudios que se han hecho muestran que el uso de este tipo de derechos de vías permitiría reducir el costo de la congestión en forma dramática.

Este tipo de solución de mercado, que recomendaría la mayoría de los economistas profesionales, encuentra varios tipos de oposición a nivel político. De una parte, algunos dicen que esto es una intrusión innecesaria de Estado en la vida de las personas. La respuesta a esta crítica es que hay que intervenir porque los derechos de propiedad sobre el uso de vías no están adecuadamente definidos, llevando a una sobreutilización de éstas. Esto lleva a costos de congestión para la sociedad como un todo por los cuales no está pagando quien los genera, disminuyendo así el bienestar de la sociedad.

De otra parte, algunos afirman que el poner un precio por el uso de vías sería regresivo, porque los grupos de más altos ingresos los pagarían gustosamente para viajar por vías más despejadas y la clase media y los grupos de menores ingresos terminarían por elegir vías alternativas, dejándoles el camino despejado a los más ricos. La respuesta a esta crítica es que al ganar la sociedad como un todo economizado en costos de congestión habrá más recursos disponibles para recaudar menos impuestos desde la clase media y para proveer de mejores servicios a los que dejarán de usar calles pavimentadas, áreas verdes, mejores servicios de salud, etc. Finalmente, algunos dicen que éstas son propuestas de economía teórica y que no consideran la realidad. Yo les preguntaría a las mismas personas si cuando tienen un problema médico consideran también la recomendación de su médico como una propuesta de medicina teórica sin valor práctico.

En tiempos de debate sobre la eficiencia de la estructura tributaria es interesante destacar que ponerles impuestos a los males, en este caso la congestión y la contaminación, es una manera muy eficiente de recaudar recursos dado que al mismo tiempo que genera ingresos, provee los incentivos correctos para reducir la producción de estos males.



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMACIÓN DE INVERSIONES

ÍNDICE

Resumen

Prólogo

- Capítulo 1: Introducción a la problemática de los residuos sólidos urbanos*
- Capítulo 2: Aspectos generales de identificación y formulación de proyectos de inversión*
- Capítulo 3: Diagnóstico para la formulación de proyectos de inversión en el área de residuos sólidos*
- Capítulo 4: Metodología para la identificación del problema y búsqueda de soluciones*
- Capítulo 5: Identificación de alternativas de solución a problemas de manejo de residuos sólidos urbanos*
- Capítulo 6: Evaluación de alternativas de proyectos de inversión en manejo de residuos sólidos urbanos*
- Capítulo 7: Evaluación del Impacto Ambiental: conceptos y categorías*
- Capítulo 8: Participación y educación del público*
- Anexo 1: Selección de emplazamiento para vertedero controlado*
- Anexo 2: Chequeo para visita a vertedero*
- Anexo 3: Método para evaluación de índices de calidad de vertederos y microvertederos*
- Anexo 4: Proyecto piloto de educación ambiental*
- Anexo 5: Mercado, polución y congestión*
- Bibliografía*