

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Autores

**Ibáñez Julio Ricardo
Corroccoli Mario Daniel**

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para satisfacer sus necesidades, los seres humanos han establecido un complejo sistema de producción y consumo, en el que los insumos o materiales y la energía utilizados, son consumidos sólo en forma parcial. La diferencia entre el total utilizado y lo efectivamente consumido se denomina *residuo*.

El manejo de estos residuos se ha transformado en uno de los principales problemas ambientales a los que se enfrentan las ciudades, ya que la generación de desechos sólidos evoluciona conjuntamente con la urbanización y la industrialización.

A los efectos del presente trabajo, los *desechos sólidos* comprenden todos los residuos domésticos y los desechos no peligrosos, como los desechos comerciales e institucionales, las basuras de la calle y los escombros de la construcción.

Si bien las administraciones municipales de los países en desarrollo admiten la importancia de la recolección y disposición adecuada de estos residuos, está más allá de sus recursos el manejo del aumento de los desperdicios generados, por lo que dan a este problema solamente soluciones parciales.

La búsqueda de una respuesta integral al conflicto pasa necesariamente por una revisión de la forma en que se ha organizado el sistema.

Para abordar este enfoque sistémico en el nivel local, no alcanza con el conocimiento de los aspectos técnicos de recolección, y de la disposición final de la basura. Se necesita también del aprendizaje y la aplicación de nuevos conceptos relacionados con el financiamiento de los servicios y la gestión descentralizada, con una fuerte participación de la comunidad.

El primer objetivo que debe fijarse la comunidad (incluidos sus comercios, instituciones e individuos en general), en relación con los residuos que genera, es *reducir su cantidad*. Se trata de persuadir a productores, distribuidores y agencias publicitarias de fabricar y vender productos realmente necesarios, durables y con el empaque mínimo, así como convencer a los consumidores de que los exijan, por que a fin de cuentas los productos dependen de la demanda del consumidor.

La aplicación exitosa de este método significaría el uso más racional de los recursos naturales y una menor demanda de energía, así como la disminución de los efectos desfavorables de las actividades productivas en el ambiente.

Cuando la generación de estos residuos es inevitable, deben pasar a ser considerados como un recurso a partir del cual pueden ser recuperados materiales re - usables, materia prima, nutrientes orgánicos e incluso energía. A este proceso de recuperación y tratamiento que pone a gran parte de los desechos en condiciones técnicas y económicas de ser vueltos al mercado se lo denomina *proceso de valorización de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*.

La adopción de este proceso y el diseño de un plan de implementación ajustado a las características de la ciudad, le permitirá a la comunidad disponer de un sistema económico y ambientalmente adecuado de manejo de sus residuos.

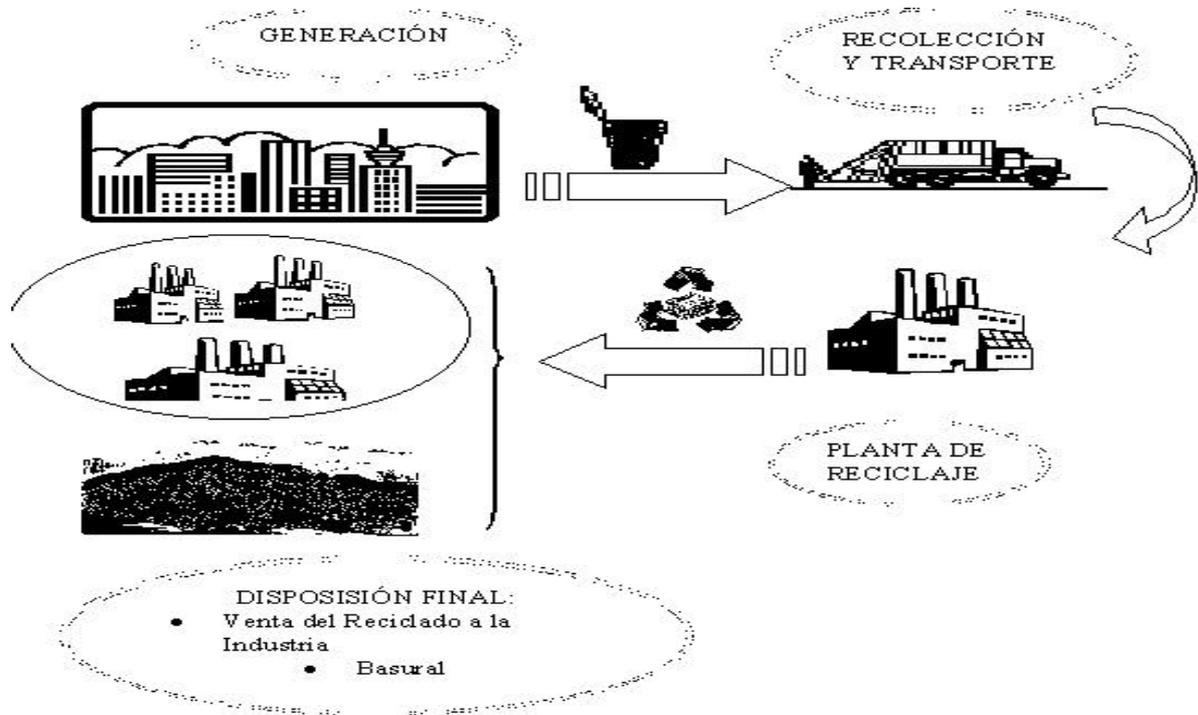
El *reciclaje* es el proceso por el cual un porcentaje de los desechos urbanos destinados a disposición final en un basural, son recolectados, procesados y re - manufacturados para insertarlos nuevamente al circuito económico.

Desde el punto de vista social, el reciclaje logra disminuir el costo global del manejo de los RSU reduciendo el gasto de disposición final, como así también disminuyendo el impacto ambiental negativo derivado de las acciones humanas.

Sin embargo, para que exista eficiencia económica desde el punto de vista de la empresa, se debe contemplar el circuito completo de la basura, esto es: recolección, procesamiento, comercialización del producido y disposición final del remanente.

En este sentido, las plantas de procesamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) ocupan el tercer lugar en la secuencia:

- Generación;
- Recolección/Transporte;
- Separación y Acondicionamiento;
- Destino final.



Como se ve en el gráfico, el primer eslabón de la industria es la propia ciudad, y cómo se comportan sus agentes (familias, comercios, organismos públicos, etc.) con respecto a la generación y composición de la basura que se tira.

El siguiente paso en la cadena es el “vaso comunicante” entre la ciudad y la planta RSU. Este punto es altamente sensible a fallos de planificación, dado que son relativamente altos los costos de recolección y transporte y se debe determinar muy bien la forma en que se recolectará el material a reciclar en las calles de la ciudad. Y cuál será el esquema en lo referente a equipamiento, operación y días de recolección.

Continuando con el circuito, los camiones depositan la “materia prima” que estará sujeta al proceso de reciclado en un espacio físico apto para la operación y almacenamiento de la basura, previendo el impacto ambiental (olores, ruido, contaminación visual, etc.) derivados de la operación.

El diseño, el equipamiento y el funcionamiento de las plantas están condicionados por las dos primeras fases (Generación y Recolección y Transporte) y afectan a la última (Disposición Final), debido a la vinculación funcional que se establece entre ellas.

Con respecto a la última fase, cabe aclarar que el proyecto industrial sería injustificado si no existiesen compradores (efectivos o potenciales) de los productos reciclados, por lo tanto la comercialización de lo producido es el termómetro del éxito o fracaso del proyecto. El remanente no reciclado pasa a disposición final como desecho y se deposita en el basural.

Como se advierte del párrafo precedente, la cantidad de basura cuyo destino final es el basural sería sensiblemente menor bajo un esquema de reciclaje que en el esquema actual.

Esta situación tiene impactos no sólo desde el punto de vista ambiental, sino también de salud y económicos.

La importancia de los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología, y demás características de los medios físico, biológico y social, así como las características de los materiales desechados. Por otra parte, la descarga y acumulación de residuos en el perímetro urbano producen impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes.

Respecto de la salud, la existencia de "basurales" cerca de los centros poblados alienta la proliferación de vectores de epidemias, siendo los sectores menos favorecidos de la sociedad los que más sufren los problemas de contaminación y enfermedades infecto - contagiosas (como el cólera). Además, la acumulación de basuras sin ningún tratamiento o manejo técnico adecuado, provocan el desarrollo de ratas, cucarachas y mosquitos, agentes todos estos, de graves enfermedades. Por ejemplo, en 1 m² de basura a cielo abierto, se producen 2.500.000 moscas por semana.

Con respecto a la valorización económica, todo lo que se tira en los basureros oficiales o clandestinos de las ciudades tiene su valor económico. Grandes cantidades de aluminio, papel, cobre, plásticos y textiles, entre otros, van a parar a esos sitios, perdiéndose así la posibilidad de reinsertarlos en el flujo económico. La pérdida económica se agrava si consideramos que este comportamiento hacia los desechos impacta negativamente en la valoración económica del medio ambiente y el sistema de salud pública.

Desde el punto de vista económico - ambiental, existe toda una gama de costos que habitualmente no son considerados ni por las empresas ni por la sociedad. En este sentido, la fabricación de un producto involucra varios problemas, entre los que podemos citar el consumo de recursos no renovables, la emisión de gases y la contaminación de las aguas.

En el ámbito de la salud pública, y debido a que los pobres son el sector social de alto riesgo de contaminación y de sufrir enfermedades, los costos médicos derivados de la atención de estas dolencias las absorbe el estado. Se generan así enormes erogaciones que pueden evitarse.

Sumado a lo anterior, el incremento de la población y el surgimiento de una nueva forma de consumo, en donde se capta al cliente por el packaging del producto, genera toda una gama de residuos de difícil degradación en forma natural. Bastan como ejemplos los envases descartables de plástico o las latas de aluminio, los pañales descartables, los embalajes de telgopor o los envases tetra-brik, que contienen cartón, aluminio y plástico al mismo tiempo.

Es por lo desarrollado hasta el momento que el manejo de los RSU debe regirse por una serie de principios ¹.

Los principios generales son los siguientes:

Principio de la Sustentabilidad Ambiental, por el que los responsables de la generación de residuos se hagan responsables de todo el ciclo de vida de ellos, en la búsqueda de proteger el medio ambiente y para que se pueda mantener con sus recursos disponibles para las generaciones futuras.

Principio del que contamina paga, fundamentada en la concientización de que quien origina los impactos debe asumir los costos de mitigarlos.

Principio de precaución, se refiere a las acciones preventivas que la autoridad, a través de normas, puede ejercer en torno a acciones que pueden generar contaminación, previniendo las consecuencias.

Principio de responsabilidad, "de la cuna a la tumba". Es hacerse responsable desde la generación del residuo hasta su disposición final en forma inerte, re - utilizado o eliminado.

¹ Agenda 21 de la comisión de medioambiente de las Naciones Unidas.

Principio de menor costo de disposición. Este principio define que las soluciones que se adopten con relación a los residuos minimicen los riesgos y costos de traslado o desplazamiento logrando que, en lo posible, los residuos se traten o depositen en los lugares más próximos a sus centros de origen.

Principio de reducción en la fuente, se refiere a la conveniencia, desde todos los puntos de vista, de reducir o minimizar los residuos desde su inicio, a través de actividades dentro del proceso productivo: mejora de métodos, reemplazo de insumos, nuevo diseño del producto, aumento de la vida del producto.

Principio de uso de la mejor tecnología posible, este principio alienta la aplicación de tecnologías limpias, a través del fortalecimiento de los procesos innovativos que, si bien implican mayores inversiones, se asocian a una mayor rentabilidad y ventajas de competitividad.

Los Pasos a considerar entonces para Diseñar un Proyecto de Reciclaje deberían contener los siguientes aspectos:

- 1 Identificación de los objetivos.**
- 2 Caracterización de los residuos generados: cantidad, composición y disponibilidad del reciclable.**
- 3 Evaluación del mercado para materiales reciclables.**
- 4 Evaluación y elección de las tecnologías de recolección.**
- 5 Ubicación de las instalaciones.**
- 6 Evaluación y elección de las tecnologías de procesamiento.**
- 7 Generación de apoyo social y político.**
- 8 Organización y preparación del presupuesto.**
- 9 Análisis de temas legales.**
- 10 Desarrollo del esquema de inicio de operaciones.**
- 11 Implementación de un proyecto de educación y promoción.**
- 12 Revisión y ajuste del proyecto.**
- 13 Supervisión del proyecto y continuación de las campañas de educación y promoción.**

Seguir la secuencia de este esquema aumenta las posibilidades de lograr un proyecto exitoso.

El informe avanza sobre los puntos 1 a 8.

1 Identificación de los objetivos

La obtención de beneficios económicos es lo que lleva a evaluar la posibilidad o no de realizar una determinada inversión. Sin embargo, por el carácter eminentemente social del proyecto, los beneficios que se persiguen superan a los económicos. Por lo tanto, como objetivos del presente proyecto se pueden citar:

- Obtención de beneficios económicos
- Reducción de la contaminación (del medio ambiente, visual, etc.)
- Generación de oportunidades de empleo.
- Reducción del costo de disposición de los residuos.
- Minimización de la cantidad de residuos derivada al relleno sanitario (basural).

Si el interés fuera solamente económico, se podría implementar un proyecto de reciclaje que incluya sólo a los materiales más reutilizables. Si, en cambio, el interés residiera en disminuir el espacio ocupado por el basural con que se cuenta, el Municipio puede apoyar la reducción en origen y la recolección y separación de otros materiales, aún cuando esto implicara un mayor costo para la sociedad.

Al definir así estos objetivos, se podrá determinar mejor el proyecto que se quiere implementar.

2 Caracterización de la cantidad, composición y disponibilidad del material reciclable

Un proyecto de inversión necesita información básica de la cual se nutre. Para el proyecto de manejo de residuos la información esencial con que se debe contar es: cantidad y tipos de residuos que se generan en la ciudad y cuánto de los mismos se espera reducir o recuperar. Esta información permite tomar decisiones sobre los requerimientos de espacio, equipos, personal necesario y mercados.

Para los residuos domiciliarios, el índice de referencia generalmente usado es el de kilogramos por habitante por día. Este índice se construye como la razón entre la cantidad de basura recolectada dividida por la cantidad de habitantes, esto es:

$$\text{Producción Per Cápita} = \text{PPC} = \frac{\text{Cantidad de Basura}}{\text{Población}} (\text{kg} / \text{hab} / \text{día})$$

El valor del índice diferirá en función de distintos factores, entre los que pueden mencionarse el nivel económico, los hábitos de consumo, la ubicación geográfica y el tamaño de la ciudad.

En América Latina, la generación de residuos sólidos domiciliarios varía entre 0.3 kg./hab/día a 0.8 kg./hab/día, aunque al agregarle residuos como los de los comercios, instituciones, pequeñas industrias, barrido y otros, la cantidad se incrementa entre un 25 y un 50%. Esto implica una generación diaria de entre 0.5 y 1.2 kilogramos por habitante por día, siendo el promedio regional de 0.92 kg./hab/día.

Sin embargo, este promedio no es representativo de las ciudades de América Latina, dada la disparidad poblacional que existe. Así en las áreas metropolitanas y ciudades de más de dos millones de habitantes el promedio es de 0.97 kg./hab/día, mientras que aquellas ciudades que van de quinientos mil a dos millones de habitantes el promedio llega a 0.74 kg./hab/día y en las ciudades intermedias y pequeñas, menores a los quinientos mil habitantes, el promedio es de sólo 0.55 kg./hab/día.

El cuadro siguiente nos muestra cinco ciudades representativas de América Latina, con poblaciones de entre 70 y 110 mil habitantes, y su correspondiente producción per cápita de basura.

Cuadro 1: Generación Per Cápita de Basura - América Latina

| Ciudad | Población | Generación de Basura (kg./hab/día) |
|--------------------|-----------|------------------------------------|
| Ica, Perú | 110.000 | 0.54 |
| Tarija, Bolivia | 90.000 | 0.33 |
| Riviera, Uruguay | 80.000 | 0.75 |
| Riohacha, Colombia | 80.000 | 1.00 |
| Linares, México | 70.000 | 0.43 |

Fuente: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana; Washington, D.C., Julio de 1997

El cuadro siguiente nos brinda esta misma información dentro de la Argentina, ordenado por grado decreciente de Producción Per Cápita de Basura.

Cuadro 2: Generación Per Cápita de Basura - Argentina

| Ciudad | Población | Generación de Basura (kg./hab/día) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------|
| Gran Buenos Aires, Buenos Aires | 12.000.000 | 1.30 |
| Córdoba, Córdoba | 1.400.000 | 1.14 |
| Oberá, Misiones | 43.800 | 0.91 |
| Rosario, Santa Fe | 12.200.000 | 0.74 |
| S.C. de Bariloche, Río Negro | 100.000 | 0.71 |
| Maipú, Mendoza | 105.000 | 0.67 |
| Esperanza, Santa Fe | 36.000 | 0.50 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires | 38.000 | 0.50 |
| Puerto Rico, Misiones | 16.000 | 0.44 |
| Garupá, Misiones | 17.000 | 0.38 |
| Fuente: Plan Nacional de Valorización de Residuos, Secretaría de medioambiente de la nación. noviembre de 2001 | | |

La Producción Per Cápita de residuos se encuentra fuertemente influenciada por circunstancias socioeconómicas. Esta relación es mucho más estrecha en cuanto a volumen generado. A más alto desarrollo económico mayor será el volumen, que irá disminuyendo conjuntamente con el descenso del nivel de ingresos. Estudios del Banco Interamericano de Desarrollo y de la Organización Panamericana de la Salud han determinado la generación de residuos sólidos urbanos para América Latina en función de los ingresos de los países, como se ve en el siguiente cuadro.

Cuadro 3: Nivel de Ingresos y Generación de Basura - América Latina

| Países de Ingresos | Generación de Basura (kg./hab/día) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Bajos | 0.4 - 0.6 |
| Medios | 0.5 - 0.9 |
| Altos | 0.7 - 0.8 |
| Fuente: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana; Washington, D.C., Julio de 1997 | |

En la Argentina, un dato de similares características para la zona metropolitana del Gran Buenos Aires nos indica que las áreas de ingresos altos promedian 1.48 kg./hab/día, mientras que las de ingresos bajos llegan a 0.37 (kg./hab/día).

Cuadro 4: Nivel de Ingresos y Generación de Basura - Argentina

| Área Metropolitana del Gran Buenos Aires | Generación de Basura (kg./hab/día) |
|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Ingresos Altos | 1.48 |
| Ingresos Medios | 1.00 |
| Ingresos Medios Bajos | 0.66 |
| Ingresos Bajos | 0.37 |

Fuente: Diagnóstico de la situación del manejo de los Residuos Sólidos Municipales y Peligrosos en Argentina, Atilio Armando Savino.

La composición de los residuos es el porcentaje de participación de cada elemento en los desechos sólidos generados. Al igual que en la cantidad, la composición de los residuos está influida por factores diversos, entre los que podemos citar:

Clima: en las áreas húmedas, el contenido de humedad de los residuos es del cincuenta por ciento aproximadamente.

Frecuencia de recolección: las recolecciones más frecuentes tienden a aumentar la cantidad anual de residuos arrojada por los residentes.

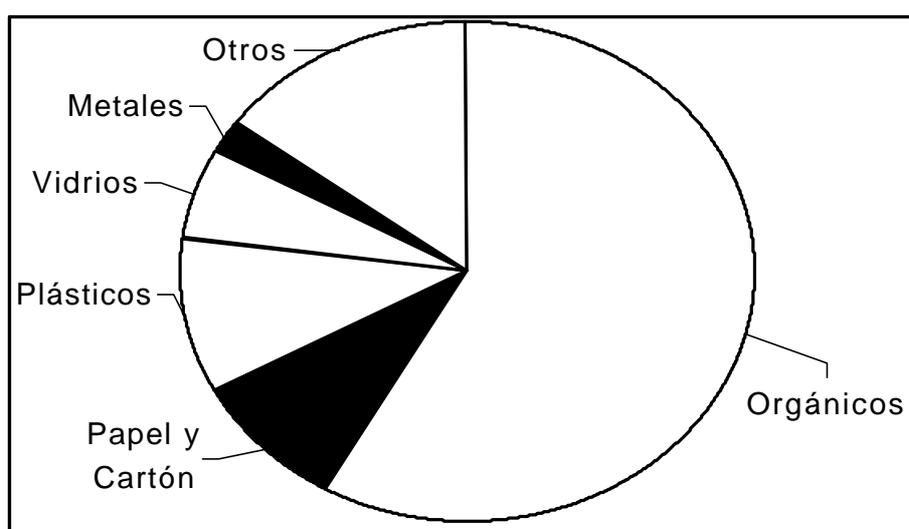
El ingreso per cápita: los sectores de bajos ingresos producen menos residuos totales, aunque con un contenido alimenticio mayor.

La aceptabilidad de alimentos envasados y de preparación rápida: el uso generalizado de empaques ha aumentado el contenido del papel en los residuos sólidos.

El grado de urbanización e industrialización del área: en áreas rurales, los residuos pueden ser inferiores en cantidad y tener distintos componentes que los de áreas más densamente pobladas y las industrializadas.

Costumbres sociales: ciertos grupos sociales, consumen pocos alimentos de preparación rápida, por lo que se producen más residuos de alimentos y menos de papel y cartón.

En general los Residuos Sólidos Urbanos se clasifican en:



La composición de los residuos, es una variable crítica para el proyecto, ya que de ella se desprenderá cuáles son los tipos de RSU factibles económicamente de ser recuperados.

Las composiciones promedio de los residuos sólidos dispuestos en algunas ciudades de América Latina se presentan en el Cuadro 5. La concentración de materia orgánica en la corriente de residuos que se muestra en el cuadro es relativamente alta (desde aproximadamente 34% hasta 65%), como es típico de la mayoría de los países económicamente en desarrollo

Cuadro 5. Composición Promedio de Residuos Sólidos Municipales en Algunas Ciudades de América Latina (% peso neto)

| Material | Ciudad de México | Caracas, Venezuela | Asunción, Paraguay | Bogotá, Colombia | San Salvador, El Salvador | Lima, Perú | Ciudad de Guatemala, Guatemala |
|-----------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------------|------------|--------------------------------|
| Papel | 16,7 | 34,9 | 12,2 | 18,3 | 16,62 | 24,3 | 13,9 |
| Orgánicos | 56,4 | 40,4 | 60,8 | 57,1 | 60,34 | 34,3 | 65 |
| Metales | 5,7 | 6 | 2,3 | 1,7 | 2,20 | 3,4 | 1,8 |
| Vidrio | 3,7 | 6,6 | 4,6 | 4,6 | 5,71 | 1,7 | 3,2 |
| Plásticos | 5,8 | 7,8 | 4,4 | 14,2 | 10,70 | 2,9 | 8,1 |
| Otros | 11,7 | 2,3 | 15,7 | 4,1 | 7,04 | 33,4 | 8,0 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fuente: Recuperación de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y Caribe, Recovery Inc., California USA

Nota: La mayoría de los estudios de caracterización de los residuos realizados en la región se hicieron en sitios de disposición final. Es probable que algunas separaciones de materiales reciclable se hayan producido antes del análisis. Consecuentemente, los resultados no podrían representar con exactitud la composición de residuos generados en la región.

En la Argentina, y por las razones expuestas en párrafos anteriores, (tamaño de la ciudad, costumbres, nivel de ingresos, etc.), existe una gran variabilidad en la composición de la basura recolectada.

Como ejemplo citaremos ciudades argentinas y los valores promedio más representativos del total de Argentina, de las ciudades con menos de 100.000 habitantes y de aquellas con menos de 10.000 habitantes.

Cuadro 6: Composición de la Basura - Argentina

| | Promedio Argentina | Ciudades menos de 100.000 Hab. | Ciudades menos de 10.000 Hab. | Provincia de La Pampa | Ciudad de Salta | Conurbano Bonaerense | Área Metropolitana |
|----------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| Orgánicos | 58.00 | 26.25 | 58.00 | 63.00 | 55.00 | 56.60 | 55.00 |
| Papel y Cartón | 9.00 | 17.50 | 18.00 | 3.50 | 11.00 | 17.40 | 18.24 |
| Plásticos | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 9.00 | 6.00 | 8.30 | 9.92 |
| Vidrios | 6.00 | 6.25 | 6.00 | 4.00 | 11.00 | 7.50 | 6.87 |
| Metales | 2.00 | 2.50 | 2.00 | 10.35 | 5.00 | 2.20 | 2.79 |
| Otros | 15.00 | 7.50 | 6.00 | 10.15 | 12.00 | 8.00 | 7.18 |

Fuente: Plan Nacional de Valorización de Residuos, Secretaría de medioambiente de la nación. Noviembre de 2001

En los países menos desarrollados, los desechos sólidos contienen una mayor proporción de humedad y densidad comparada con los países más avanzados. Esta característica es importante para considerar algunos métodos de reducción de volúmenes, tales como la compactación de desechos, que normalmente no es apropiada en el caso de residuos con un alto contenido orgánico y humedad o cuando se considera la alternativa de compostaje para tratar a los residuos sólidos.

- Composición de la Basura para la ciudad de Trelew

Para localidades donde una diferencia del uno o dos por ciento no es importante, la multiplicación de los datos en peso (toneladas diarias de basura) por los porcentajes de composición puede dar un estimado confiable. En este sentido, se deben tomar en cuenta las características regionales para adecuar el estimado a la localidad.

Para la ciudad de Trelew, el dato existente² es que se depositan en el basural aproximadamente 70 toneladas/día en 6 días de la semana en el año 2000, lo que nos da un valor aproximado de 60 Toneladas/día.

Para el cálculo de población se tomaron los datos censales del año 2001 y se ajusto para el año 2000³.

De acuerdo a estas estimaciones, la Producción Per Cápita de Basura para la ciudad de Trelew es de 0.6876 Kilogramos, lo que nos situaría como una ciudad de ingresos medios bajos, aunque cabe aclarar nuevamente, que tanto las pautas culturales como las sociales, tienen que ver con el tipo y cantidad de residuos generados.

Cuadro 7: Generación Per Cápita de Basura - Trelew

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Ciudad | Trelew |
| Población (2000) | 87259 |
| Tn * Día | 60 |
| PPC | 0.6876 |
| Fuente: Elaboración propia. | |

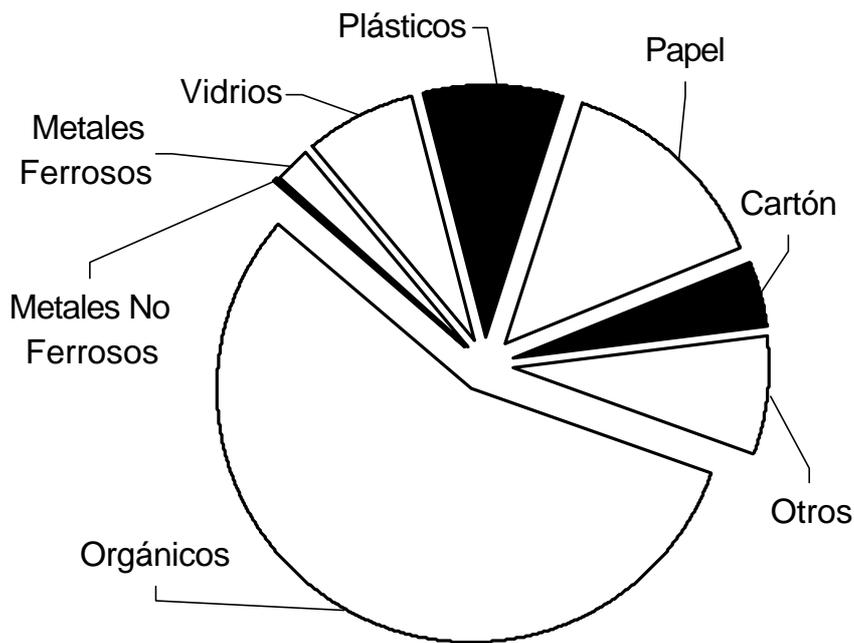
Tomando valores promedio para ciudades de características similares a la ciudad de Trelew, podemos decir que la composición de lo que tiramos en nuestra localidad es la siguiente:

Cuadro 8: Composición de la Basura - Trelew

| Tipo de Residuo | Porcentaje |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Orgánicos | 55.71 |
| Papel | 13.72 |
| Cartón | 4.34 |
| Vidrios | 7.26 |
| Plásticos | 8.97 |
| Metales No Ferrosos | 0.43 |
| Metales Ferrosos | 2.15 |
| Otros | 7.42 |
| Fuente: Elaboración propia. | |
| Nota: | |
| Plásticos duros: botellas, potes, envases de helados, cajas, artículos de ferretería y limpieza, artículos del hogar y electrodomésticos, juguetes, vajilla, caños y materiales de construcción, tarjetas de crédito, entre otros. | |
| Plásticos blandos: bolsas en general, saches, envoltorios, filmes, entre otros. | |
| Metales No ferrosos: Aluminio | |
| Metales Ferrosos: Chatarra | |

² Diagnóstico de la situación del manejo de los Residuos Sólidos Municipales y Peligrosos en Argentina, Atilio Armando Savino.

³ El ajuste se realizó tomando la tasa de crecimiento poblacional correspondiente a la diferencia entre el último censo y el del año 1991.



3 Evaluación del mercado para materiales reciclables

El éxito de un proyecto de reciclaje depende en última instancia de un mercado de materiales reciclables estable y confiable. De no existir, se terminará por almacenar los productos reciclados y eventualmente deberán deshacerse de ellos disponiéndolos en un relleno, con lo que se perderían todos los efectos positivos del proyecto.

En el país, la cantidad de materiales reciclables recuperados ha venido incrementándose durante la última década y la cantidad de reciclables ofrecida al mercado se espera aumente en la medida que crezca el número de proyectos de reciclaje en operación.

Este crecimiento requerirá de un cambio de actitud en el sentido de reconocer a los materiales reciclables no como residuos sino como materia prima y potencialmente capaces de afectar el comercio local e internacional (considerado como caída de las importaciones de ciertas materias primas).

En términos generales, al mercado de materiales reciclables se lo puede dividir en dos:

- El mercado intermedio o de recuperación, que en general es el mercado informal del reciclaje donde participan principalmente recogedores ambulantes y compradores domiciliarios, los recuperadores en el basural municipal y una amplia gama de intermediarios;
- Y el mercado final o de uso, que sirve a quienes utilizan los materiales recuperados y procesados como materia prima para fabricar nuevos productos. Son empresas que pertenecen al sector formal de la economía y compran insumos reciclables para incorporarlos como materia prima en sus procesos de producción industrial.

Más allá de estas divisiones, es frecuente encontrar empresas que actúan en ambos mercados o juegan más de un papel en alguno de ellos.

- Los mercados de materiales específicos:

Aun cuando la lista de materiales inorgánicos potencialmente recuperables es larga, los principales componentes reciclables son los productos de vidrio, papel, aluminio y plástico. Además de este grupo de productos, se analizará el sector de metales ferrosos y el derivado de los residuos orgánicos.

Vidrio

Es bien sabido que el vidrio, junto con el papel/cartón, constituyen los materiales que, en nuestro país, poseen los mercados de reciclables más amplios, voluminosos y mejor estructurados. Esto se debe no sólo a la antigüedad que su producción tiene en el país sino a que la estructura misma de estas dos industrias está diseñada a partir de la masiva utilización de material recuperado pos - consumo.

Aproximadamente el 80% de este material es recuperado por una compleja estructura de recolectores/acopiadores, que los venden a las terminales en las mismas condiciones en que los recolectan, mientras que el 20% restante se importa con un alto grado de procesamiento y selección (color, lavado, granulometría).

La principal industria que se dedica a re - introducir vidrio en su proceso productivo, está vinculada a la producción de botellas nuevas del mismo material. Así la producción de nuevos envases de vidrio comerciales y vajilla (45.000/50.000 Tn/mes) incluye entre un 40% y 70% de vidrio recuperado, una vez limpio y triturado al tamaño "boca de horno" (dimensión máxima 10 mm.).

Para la determinación de los precios de referencia, la chatarra de vidrio generada en la planta RSU se debe encontrar correctamente clasificada (verde, blanco, ámbar, mezcla) y libre de contaminantes (residuos orgánicos, metales, etc.)

Cuadro 9 Precio por Tonelada CHATARRA DE VIDRIO

| EMPRESA | VERDE | BLANCO | AMBAR | MEZCLA |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Cattorini Hnos. | \$ 75,00 | \$ 85,00 | \$ 75,00 | \$ 70,00 |
| Nuevas Cristalerías Avellaneda | \$ 70,00 | ----- | ----- | ----- |
| Rigolleau | ----- | ----- | ----- | \$ 55,00 |
| Fuente: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA GRANDES CIUDADES, Arq.GABRIEL C. A. DIAZ, Abril 2000, U.N.Salta | | | | |
| Nota: Valores expresados en Pesos 2001 sin los impuestos de ley correspondientes | | | | |

Si bien los productores locales están bien integrados y actualmente realizan en planta las operaciones de limpieza y molienda del material recuperado, cabría la posibilidad de explorar la alternativa de ofrecer material ya separado por color, libre de contaminación y en las condiciones granulométricas requeridas.

Por otra parte, la chatarra de vidrio también puede ser utilizada en la producción de: fibra del mismo material, compuestos para pavimentación (vidrio - betún), ladrillos, azulejos y hormigón espumado ligero. Mercados éstos que es necesario analizar como posibles compradores del producto.

Papel / Cartón

Aun cuando está sujeto a variaciones estacionales y de otras, menos predecibles, originadas en cambios de modalidades del consumo, el mercado final tradicional del papel y el cartón mantiene una estructura de precios relativos básicamente conectada con su composición y grado de contaminación.

Es fundamental, para la compra de estos residuos que se encuentren libres de humedad, ya que ésta aumenta considerablemente su peso, pero disminuye notablemente su valor.

Calidades usuales de papel/cartón para reciclar

| | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO: | BLANCO 1 U OBRA |
| CARACTERÍSTICAS: | Papel blanco sin ningún tipo de impresión, con 100% de base celulosa (eventualmente puede contener no más de 30% de papel semi - químico). |
| TIPO: | BLANCO 2 O FORMULARIO |

CARACTERISTICAS: Papel blanco con impresión sobre una sola cara, con 100% de base celulosa (eventualmente puede contener no más de 30% de papel semi - químico).

EJEMPLOS: Formulario continuo, papel p/fotocopias, impreso, cartas originales.

TIPO: **BLANCO 3 O PLANILLA**

CARACTERISTICAS: Papel blanco con mayor impresión, con más de 70% de base celulosa. Inscripción en ambas caras.

EJEMPLOS: Cheques, facturas con color, cuentas de electricidad – gas - agua, con colores.

TIPO: **MIXTO O COLOR**

CARACTERISTICAS: Papel de color o papel con mucha impresión.

EJEMPLOS: Libros, papel esmaltado o estucado, auto - copiativo color, reciclados, revistas con alto colorido, troquelado dúplex.

TIPO: **CAPA BLANCA**

CARACTERISTICAS: Desmante de bobinas de diario.

TIPO: **KRAFT**

CARACTERISTICAS: Papel fabricado con celulosa Kraft.

EJEMPLOS: Bolsas para cemento, azúcar y harina.

TIPO: **DIARIO**

CARACTERISTICAS: Papel cuya base es principalmente pulpa mecánica.

EJEMPLOS: Guías telefónicas, diarios.

TIPO: **CARTON CORRUGADO**

CARACTERISTICAS: Cartón fabricado en forma de sándwich con papel Kraft.

EJEMPLOS: Cajas de embalajes.

Fuente: Fundación Senda

Cuadro 10 Precio por Tonelada PAPEL Y CARTÓN

| SCRAP/EMPRESA | JUAN JOSE YAPUR | ANSABO S.C.A. | MASSUH S.A. | PAPELTEX ARG. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------|
| Papel y cartón mezcla | | | \$ 150,00 | \$ 100,00 |
| Papel de segunda | \$ 60,00 | | | |
| Papel de diario | \$ 90,00 | | | |
| Diario de devolución | \$ 100,00 | | | |
| Cartón corrugado | \$ 110,00 | \$ 110,00 | | |
| Papel escritura | \$ 180,00 | | | |
| Formulario continuo | \$ 220,00 | | | |
| Papel obra | \$ 380,00 | | | |
| Papel Kraft | \$ 250,00 | \$ 200,00 | | |
| Fuente: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA GRANDES CIUDADES, Arq.GABRIEL C. A. DIAZ, Abril 2000, U.N.Salta | | | | |
| Nota: Valores expresados en Pesos 2001 sin los impuestos de ley correspondientes | | | | |

Metales No Ferrosos

Los metales no ferrosos, tal como lo expresa su etimología, son aquellos que se encuentran libres del elemento hierro: cobre, aluminio, plata y plomo, entre otros, incluyendo sus aleaciones.

De los materiales de desechos habituales, generados en una casa de familia, se puede destacar el aluminio, ya que con este material se fabrican diversos tipos de envases para alimen-

tos (en especial de bebidas) y baterías de cocina, entre otros. Por lo expuesto, este estudio sólo se afectará a los residuos de aluminio.

Dentro del mercado, los principales demandantes de aluminio reciclado son los refinadores, quienes producen aleaciones secundarias, combinando el aluminio con otros materiales (silicio, cobre, níquel, etc.)

Existen, por supuesto, requerimientos de no - contaminación y homogeneidad en función de la calidad de la aleación que se quiere producir. Este punto es fundamental a la hora de la separación de los elementos de aluminio, más aún si consideramos que la mayor porción del aluminio contenido en residuos domiciliarios estará constituida por: latas de gaseosa, foil y bandejas de lámina de aluminio, aerosoles, pomos, tapas de botella, etc. Se requiere un mayor esfuerzo del operario (mayores costos) para su manejo adecuado.

Sin embargo, el aluminio recuperado se comercializa a valores que van del 40% al 90% del precio del material virgen, lo que permite anticipar una comercialización relativamente sencilla del recuperado.

| Cuadro 11 Precio por Tonelada Aluminio | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| EMPRESA | LATAS | MENAJE | MEZCLA |
| Aluar Aluminio Argentino | \$ 700,00 | | |
| Amato, Amato, Libonati | \$ 600,00 | \$ 900,00 | |
| Isomet | | | \$ 800,00 |
| Metalea | | | \$ 850,00 |
| Metales M | \$ 700,00 | | |
| Ref. de Metales Uboldi y Cía. | \$ 900,00 | \$ 950,00 | |
| Reynolds Argentina | \$ 900,00 | | |
| Fuente: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA GRANDES CIUDADES, Arq.GABRIEL C. A. DIAZ, Abril 2000, U.N.Salta | | | |
| Nota: Valores expresados en Pesos 2001 sin los impuestos de ley correspondientes | | | |

Metales Ferrosos

Son aquellos que se encuentran compuestos por hierro.

La hojalata (aleación de hierro, carbono y estaño principalmente) conforma prácticamente la totalidad de este grupo, ya que es utilizada también para envases de productos alimenticios, por lo cual el estudio se realizó sobre la base de esta fracción.

En la Argentina, muy pocas acerías introducen hojalata en el proceso de fundición. Esto se debe a que el proceso de fundición de acero sólo permite introducir estaño en un porcentaje tal que dependerá de la tecnología disponible, por lo cual muchas fundiciones se abstienen de introducir hojalata en sus hornos.

De la información relevada, se destacan los siguientes valores:

| Cuadro 12 Precio por Tonelada Hojalata | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| EMPRESA | HOJALATA |
| Acindar S.A. (Subsidiaria JIT S.A.) | \$ 35,00 |
| Siderar S.A. | \$ 78,00 |
| Fuente: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA GRANDES CIUDADES, Arq.GABRIEL C. A. DIAZ, Abril 2000, U.N.Salta | |
| Nota: Valores expresados en Pesos 2001 sin los impuestos de ley correspondientes | |

Plásticos

La dificultad principal que plantean los plásticos deriva de la variedad de tipos que se encuentran entre los residuos. Existen más de siete variedades y la primera problemática que encontramos para reciclarlos es la mala, escasa o nula clasificación de origen según el tipo de

polímero utilizado para su fabricación. Esta situación entraña una complejidad extra para las operaciones de selección, limpieza y preparación, que hace que los costos de tal práctica superen el valor de venta. Por esta razón, se limita casi siempre a pocos tipos de plástico fácilmente diferenciables como son, por ejemplo, los envases de plástico pesado.

Pero, independientemente de su clasificación, las empresas que utilizan scrap de plásticos no sólo exigen una clasificación 100% perfecta, sino que prefieren utilizar scrap proveniente de fábricas y no procedentes de residuos domiciliarios. Sin embargo, algunos de estos materiales – entre ellos los polietilenos de alta y baja densidad (PEAD y PEBD) y el tereftalato de polietileno (PET)- encuentran en la actualidad buenas posibilidades de comercialización.

Por otro lado, las mezclas de plásticos (excepto PET) pueden ser utilizadas para la fabricación de mobiliarios de jardín, defensas para automóviles, vigas, postes, pallets, estacas, aglomerados, señales de caminos y suelos para establos, entre otros.

Residuos Orgánicos

El tratamiento de los residuos orgánicos tiene hasta el presente al relleno sanitario como destino final.

Con la intención de re-introducirlos en un proceso productivo, nos encontramos con la alternativa de la lombricultura.

La lombricultura, es la cría intensiva de lombrices de California (*Eisenia Foetida*), y los productos que se pueden obtener y comercializar son el *humus de lombriz*, y la *harina de lombriz*.

El humus, lombricompuesto o mejorador de suelos, es un compuesto rico en nutrientes, minerales y bacterias que permite una acción restauradora del suelo y es inmejorable como abono. Es el mismo suelo el que actúa como soporte más los excrementos de lombriz que contienen: 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio, 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

Por otra parte, los anélidos son en si mismos un alimento de elevado valor biológico, por lo que también se puede comercializar su carne dado el alto valor proteico de la misma.

La carne de lombriz puede usarse como cebo para peces (por su color rojo intenso y movimiento vivaz en el agua) o como complemento proteico para alimentación, en raciones balanceadas en forma de harina o fresca.

El mercado interno del humus

El mercado dispuesto a comprar este tipo de abono está asistiendo a una importante expansión. Se calcula que los volúmenes de comercialización están creciendo a razón del 12% anual, especialmente en las zonas menos favorecidas en calidad de suelo.

Desde greens de golf hasta huertas orgánicas o campos desertificados están comenzando a emplearlo en lugar de fertilizantes químicos que a la larga ocasionan problemas de saturación.

Puede decirse que el mercado interno del humus se halla abastecido, existiendo una competencia importante para quien pretenda ingresar con su producto a las góndolas de los supermercados (fraccionado en bolsas de 2 a 10 dm³ -1 a 5 Kg.), donde el precio de venta al público oscila de 1 a 2 \$ el kg.(valores en pesos 2001).

A granel, embolsado (arpillera plástica de 60 dm³), sin desterronar ni tamizar, los precios varían desde 50 a 80 \$ la tonelada. Por regla general, este humus es recogido directamente desde los sectores (cunas) con mano de obra del comprador. Desterronado y tamizado, vendido por el productor, cada bolsa permite su comercialización entre 8 y 10\$ c/u, obteniendo por tonelada hasta 300 \$.

| Cuadro 13 Precios Mayoristas por Tonelada Humus de Lombriz | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| A granel | \$ 50,00 - \$ 80,00 |
| Embolsado | \$ 200,00 - \$300,00 |
| Fuente: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA GRANDES CIUDADES, Arq.GABRIEL C. A. DIAZ, Abril 2000, U.N.Salta | |
| Nota: Valores expresados en Pesos 2001 sin los impuestos de ley correspondientes | |

En cuanto a la cotización de la carne, poco se sabe. En el marco de una producción de humus, las lombrices surgen como subproducto, a razón de 8-10 Kg. por lecho y mensualmente. Las lombrices se venden por lecho. Considerando el peso vivo de un lecho a saturación albergando 70-100.000 lombrices, con una estructura poblacional donde el 70-80% comprende animales sub - adultos y adultos, en el mejor de los casos tendremos 70 kg. de lombrices. El lecho para siembra suele venderse a partir de 200 \$.

Sobre la base del peso húmedo se obtiene un 13% de harina, que puede ser utilizada para abaratar el precio del concentrado consumido por el ganado vacuno y otros.

Algunos estudios realizados en países vecinos demuestran que usando desde el 4% hasta el 10% de harina de lombriz en ellos, disminuye tanto el uso de minerales de alto costo como la necesidad de desparasitación.

El mercado de exportación.

Actualmente en Europa es mayor la demanda que la oferta tanto de lombrices como de humus. Según los especialistas la forma más eficiente y ecológica de restaurar la fertilidad de un campo que ha sido explotado con fertilizantes artificiales durante mucho tiempo es con humus de lombriz.

Tanto Chile como Perú ya han concretado exportaciones a Europa, no así Argentina, si bien esta situación se prevé cambiará en breve. España e Israel se encuentran como los mercados más accesibles, con precios del humus en torno a los 180 dólares la tonelada.

Calidad, cantidad y continuidad son los requisitos para que el negocio de exportación sea rentable en el largo lazo.

4 Evaluación y elección de las tecnologías de recolección.

Un servicio de recolección eficiente y flexible es el núcleo de un proyecto satisfactorio de valorización de residuos.

El esquema de recolección variará según los tipos de residuos a recolectar, las características de la población e incluso las preferencias de los habitantes, de modo que pueden necesitarse diferentes equipos o métodos para atender, dentro de la comunidad, a distintos clientes (por ejemplo residenciales y comerciales) o para recolectar distintos tipos de materiales en un mismo generador (residuos generales y materiales reciclables).

Se deben definir claramente los objetivos a perseguir por el sistema de recolección, proveer los medios necesarios para alcanzarlos y estimar las metas de su futura evolución. De igual forma deben identificarse las limitaciones existentes –como la financiación- e incorporarlas a la toma de decisiones. Seguidamente, se debe determinar el nivel de los servicios requeridos, para satisfacer las necesidades de la comunidad, qué materiales conviene recolectar separadamente, cuáles son los requerimientos para su separación, y cuáles son las necesidades y expectativas existentes referentes a la frecuencia de recolección.

Los puntos clave a considerar en el desarrollo o reestructuración de un sistema de recolección de residuos son los siguientes:

Definición de los objetivos que se persiguen y de las limitaciones a tener en cuenta.

- Identificación del tipo de residuo a recoger y del área a servir.

- ❑ Determinación de las estructuras de financiamiento del servicio.
- ❑ Evaluación de las alternativas de recolección.
- ❑ Establecimiento de las condiciones y frecuencia en que los residuos serán retirados.
- ❑ Fijación de los circuitos y horarios de recolección.
- ❑ Estimación de las necesidades de equipo y personal.
- ❑ Establecimiento de un sistema de ajuste y monitoreo del rendimiento de la operación.

Se ha visto que en las características de esta fase incide principalmente la forma de disposición domiciliaria; es decir si se practica o no la separación en origen y su modalidad.

Cuando se practica tal separación, generalmente la misma se efectúa mediante el uso de bolsas de diferente color: una para residuos orgánicos, otra para inorgánicos y, si es el caso, otra para residuos patológicos.

En las localidades donde se practica la separación domiciliaria, se pudo observar la existencia de dos modos alternativos de transporte. En algunas es diferenciado y en otras mixto.

En el primer caso se encontraron dos modalidades:

- ❑ transporte de orgánicos e inorgánicos en días diferentes, con los mismos vehículos;
- ❑ transporte de ambos residuos en los mismos días, pero con vehículos distintos.

En el segundo caso, modo mixto, la recolección es realizada con un mismo vehículo que transporta todas las bolsas en los mismos días.

En el cuadro 14 se reflejan algunas modalidades de recolección en la Argentina

| Cuadro 14: Recolección y transporte de los RSU | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Localidad | Modo de Recolección |
| Armstrong, Santa Fé | Diferenciada por vehículo y día. |
| Intendente Alvear, La Pampa | Mixta |
| Las Rosas, Santa Fe | Diferenciada por vehículo y día. |
| Maipú, Mendoza | Mixta |
| Oberá, Misiones | Diferenciada por vehículo y día. |
| Oncativo, Córdoba | mixta por contenedores |
| Plottier, Neuquén | Mixta |
| Puerto Rico, Misiones | Diferenciada por vehículo y día. |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires | Mixta |
| Villa Giardino, Córdoba | diferenciada por vehículo y día. |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba | mixta |

Fuente: Evaluación de desempeño de plantas de separación de residuos sólidos, dirección de calidad ambiental, secretaría de recursos naturales y desarrollo sustentable

5 Ubicación de las instalaciones.

Habrán tres grandes aspectos a considerar al diseñar una planta de recuperación de materiales reciclables:

- ❑ Para su localización, se debe encontrar un sitio que permita acomodar las instalaciones de procesamiento, el área de depósito y los accesos y circulaciones, sin entrar en conflicto con las actividades de los predios vecinos.
- ❑ El área cubierta será suficiente para albergar los equipos, las instalaciones complementarias y materiales allí depositados de acuerdo a las normas de edificación vigentes.
- ❑ La planta será bien accesible desde el exterior.

La localización ideal para una planta de recuperación de reciclables sería entonces un predio ubicado en un parque o área industrial, de forma de beneficiarse con los accesos y servicios existentes y con la proximidad de algunos grandes generadores, los cuales, por otra parte, serían vecinos menos sensibles al nutrido tráfico de camiones que provoca este tipo de operación y que suele ser un problema para las plantas ubicadas cerca de zonas residenciales.

En las investigaciones realizadas, la ubicación y extensión de los predios destinados a la instalación de las plantas de procesamiento de RSU están condicionadas por varios factores. Entre ellos, el costo y disponibilidad de terrenos de tamaño adecuado, la vecindad de fuentes de agua, la facilidad de desagüe y la disponibilidad de energía eléctrica, así como las características del lugar en relación con la seguridad ambiental.

Es sabido también que esta clase de establecimiento puede producir olores, efluentes altamente contaminados, insectos y roedores que deben ser neutralizados mediante técnicas apropiadas. Por las razones apuntadas, las instalaciones existentes en la Argentina contaron con estudios previos que le permitieron seleccionar la mejor ubicación entre las alternativas posibles.

En el cuadro 15 se destaca la superficie que abarcan algunas de las Plantas RSU que ya funcionan en la Argentina.

| Cuadro 15: Superficie de los predios | |
|---------------------------------------------|------------------|
| Localidad | Hectáreas |
| Armstrong, Santa Fe. | 1,5 |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 3 |
| Las Rosas, Santa Fe. | 0,48 |
| Maipú, Mendoza. | 1,5 |
| Oberá, Misiones. | 5 |
| Oncativo, Córdoba. | 27 |
| Plottier, Neuquén. | 5 |
| Puerto Rico, Misiones. | 6 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires. | 7 |
| Villa Giardino, Córdoba. | 1 |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 3 |

Fuente: Evaluación de desempeño de plantas de separación de residuos sólidos, dirección de calidad ambiental, secretaría de recursos naturales y desarrollo sustentable

6 Evaluación y elección de las tecnologías de procesamiento.

La mayor parte del material que ingrese a la planta provendrá de la recolección, aunque también se recibirán materiales transportados por los propios generadores. Dependiendo de si los reciclables ingresan a la planta mezclados con residuos generales, mezclados con otros reciclables o separados por material, habrá que considerar una serie de variantes en cuanto a equipo y personal necesario.

La selección de la tecnología apropiada no siempre requiere escoger la opción menos costosa. En primer lugar se deben considerar los temas de la salud, seguridad y dignidad de los trabajadores, y la alternativa seleccionada deberá estar entre aquellas que son aceptables a la población local en este sentido. En segundo lugar, pueden existir objetivos de empleo que favorezcan a las opciones de mayor densidad de mano de obra aun donde éstas no sean las soluciones de menor costo. Separar y acondicionar los residuos de un modo más tecnificado demandará una mayor inversión pero un menor costo operativo. Por otra parte, las limitaciones en lo que se refiere a ventajas de financiación, pueden conducir también a soluciones de menor densidad de capital.

Por último, la decisión sobre si utilizar exclusivamente separación manual o incluir operaciones mecánicas deberá basarse en el volumen y tipo de materiales a procesar y en el costo que implicará la compra, operación y mantenimiento del equipamiento, comparado con el costo de emplear más mano de obra.

Los aspectos sociales y culturales locales de la selección de sistemas específicos pueden basarse en un criterio cualitativo. Sin embargo, pueden ser investigados entrevistando a los residentes y haciendo pruebas piloto de algunas de las opciones.

En cualquier caso el objetivo a perseguir será la reducción de las etapas u operaciones por las cuales un material debe pasar antes de lograr su condición final.

El esquema de una planta de reciclaje RSU comprende una o más cintas transportadoras que se deslizan frente a las distintas "estaciones", cada una correspondiente al material que se va a separar. El obrero recoge el material inorgánico destinado a su "estación" y lo deposita en un contenedor que tiene a su lado.

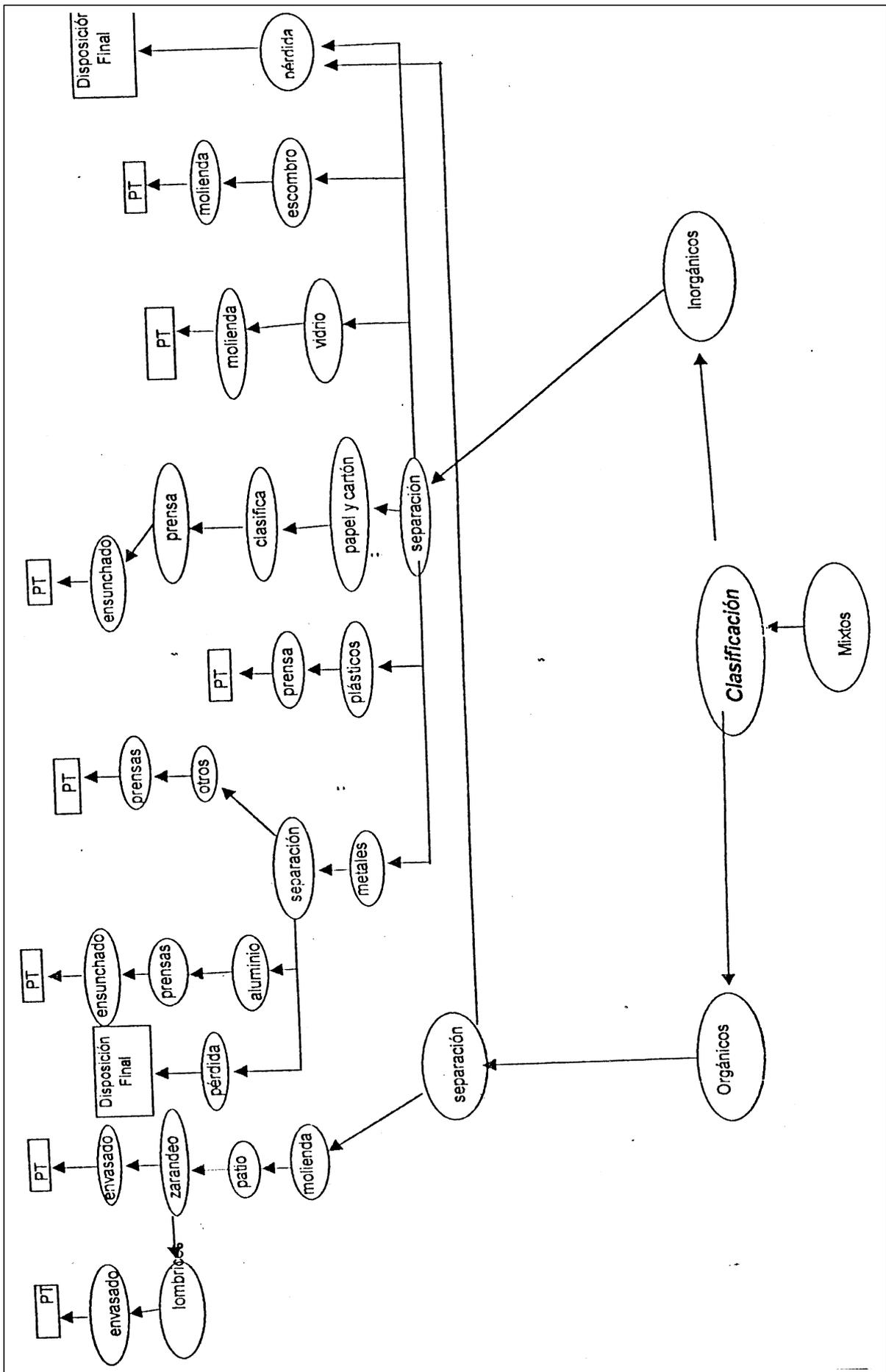
La cinta transportadora puede estar alimentada en forma manual, al recibir la descarga de los camiones recolectores en bolsas que un operario va abriendo y volcando en una tolva; o mecánicamente desde un nivel inferior mediante una cinta elevadora o, desde su mismo nivel, mediante una cinta de carga horizontal.

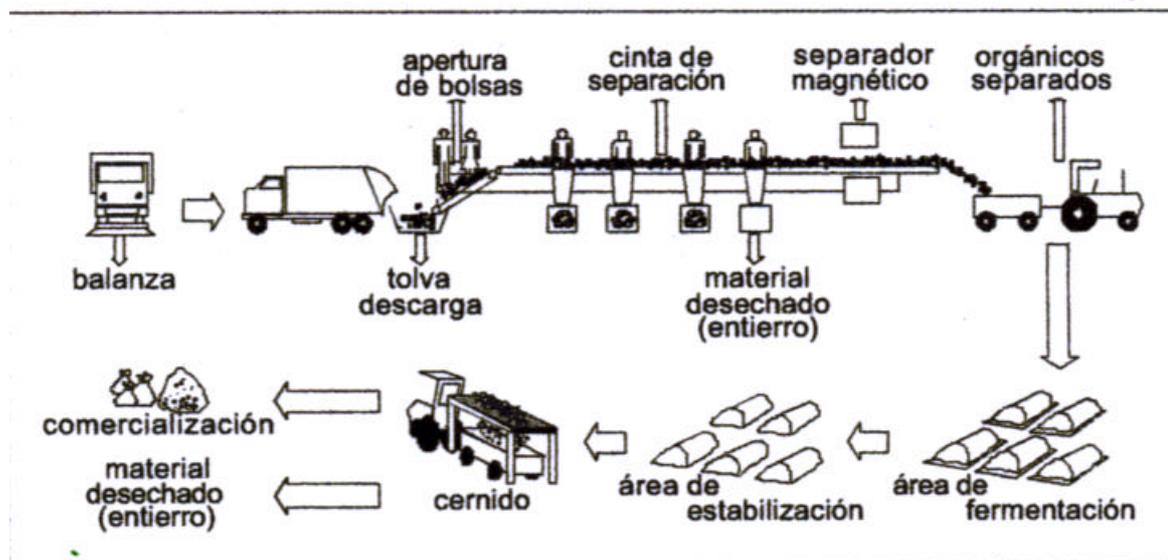
Un tipo particular de alimentación lo constituye el uso de una o más zarandas rotativas (trómeles) instaladas al principio de las cintas transportadoras. Su función es la de realizar la primera separación gruesa de los residuos orgánicos, que son recogidos en una plataforma inferior, mientras los inorgánicos son volcados sobre las cintas para su separación.

Otro implemento es la cinta magnética que se instala al final de las cintas de separación, destinada a la extracción de los pequeños objetos de metales ferrosos que pueden haber pasado desapercibidos durante la operación.

Un equipo presente en todas las plantas RSU de la Argentina es algún tipo de molino triturador, destinado a la preparación del material orgánico, antes de su disposición sobre las instalaciones de compostaje. Lo mismo sucede con las prensas, por lo general no menos de dos, una para metales y otra para papeles y cartones.

También siempre existen las zarandas, planas o rotativas, manuales o mecánicas, destinadas a las operaciones inherentes al procesamiento del compost. Las plantas de procesamiento de mayor tamaño suelen además contar con distintos tipos de vehículos, para movilizar los residuos y el material recuperado entre los distintos sectores de la planta, (palas mecánicas, pequeños tractores y camiones).





Con respecto al personal ocupado en las plantas, también existe una gran variabilidad según la ciudad en donde ese encuentre. Cabe suponer que su dotación depende principalmente del volumen diario de residuos a manipular y de la tecnología que se usa en la planta e, indirectamente, de la modalidad de recolección.

| Cuadro 16: Personal de planta | |
|------------------------------------------|-----------------|
| Localidad | Personal |
| Villa Giardino, Córdoba. | 2 |
| Villa Gral. Belgrano, Córdoba. | 5 |
| Puerto Rico, Misiones. | 7 |
| Intendente Alvear, La Pampa. | 8 |
| Armstrong, Santa Fe. | 14 |
| Oncativo, Córdoba. | 14 |
| Plottier, Neuquén. | 16 |
| Oberá, Misiones. | 18 |
| Ciudad de Córdoba (Planta de separación) | 32 |
| Maipú, Mendoza. | 33 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires | 35 |

Fuente: Evaluación de desempeño de plantas de separación de residuos sólidos, dirección de calidad ambiental, secretaría de recursos naturales y desarrollo sustentable

Con relación a las funciones que debe cumplir, el personal de planta puede dividirse en: - separadores, o sea operarios dispuestos a lo largo de las cinta transportadora (o de la plataforma o rampa, si es el caso) que extraen los materiales que corresponden a la “estación” que atienden; - obreros destinados al manejo de las prensas y los depósitos; - obreros para la atención de los hornos (cuando existen). - otros encargados del manejo de las máquinas (zarandas mecánicas, palas mecánicas, tractores, etcétera).

Por la información recogida se conoció que la asignación de funciones no es rígida, por el contrario existe cierta movilidad según los horarios y las fases del funcionamiento diario de la planta.

7 Generación de apoyo social y político.

La comunidad estará más dispuesta a soportar mayores costos de manejo de RSU siempre que exista la seguridad de que el proyecto va a funcionar, que será económicamente eficiente y que no dañará el medio ambiente. Cada opción de manejo acarrea costos ambientales, económicos y políticos. Evaluar los costos y beneficios antes de iniciar una acción, es esencial para el éxito a largo plazo. Por esto el apoyo político y social son indispensables.

Es fundamental lograr que la población cambie los hábitos de consumo, y reoriente sus pautas culturales hacia la minimización de la generación de residuos sólidos, para lo cual deben ejecutarse programas concertados de carácter educativo ambiental, de aprovechamiento económico, en que participen organizaciones no gubernamentales que promuevan estas actividades.

La educación y cooperación de la comunidad y la divulgación son esenciales para crear sensibilidad y conciencia de los consumidores sobre el reciclaje de los residuos sólidos y separación de los insumos reciclables del resto de los desechos sólidos en el ámbito domiciliario.

De acuerdo a los principios mencionados en la introducción (Agenda 21 – ONU), la reducción en origen es la primera acción preferible, por lo tanto se debe promover la reducción en origen porque esta acción conlleva a conservar los recursos, reducir los costos de disposición y la contaminación y enseña a conservar y prevenir.

En la búsqueda de su enfoque práctico, se deberían realizar campañas educativas con el fin de producir este cambio cultural, centrada básicamente en los alumnos de las instituciones de nivel preescolar, primario, medio y terciario, que actuarán como agentes multiplicadores de la idea.

En el ámbito de la educación no formal se deberían promover aquellos valores relacionados con la defensa y el cuidado del medio ambiente y el bien común, generando una fuerte conciencia social sobre la responsabilidad del mundo que se les deja a las generaciones futuras.

Los gobiernos municipales pueden colaborar en estas acciones aplicando programas de reducción en origen en dos niveles dentro de la comunidad:

- 1) En el ámbito institucional (oficinas municipales, colegios, bibliotecas, plazas, etc.) y
- 2) En el ámbito comercial y residencial.

Estos programas pueden considerar la utilización de las siguientes estrategias:

- Incentivos económicos.
- Educación, asistencia técnica y promociones.
- Inversión en herramientas de reducción en origen como, por ejemplo, base de datos para el intercambio de materiales o pequeñas máquinas.

El cobro de un adicional al contribuyente tiene un componente político muy importante. El hecho que la población estuviera exenta del pago del derecho, implica que la sociedad no acepte fácilmente la introducción de un cobro adicional. Además, ningún político que desee contar con el apoyo de la comunidad estará dispuesto a presionar un pago que la gente no tiene contemplado. Por esto, es necesario que exista una conciencia social y una política integral que apoye esta iniciativa.

También es importante la educación y difusión ya que es fundamental que las personas entiendan por qué se desarrollan este tipo de políticas e instrumentos, que se basan en el principio general de “el que contamina paga”.

8 Organización y preparación del presupuesto.

- Presupuesto y financiación del proyecto

El funcionamiento de la Planta de Recuperación de Residuos es similar a cualquier Planta Industrial, y por tanto la estimación de variables económicas puede hacerse de la misma

manera, aunque deberán tenerse en cuenta algunas características particulares que presentan estos emprendimientos.

Presupuesto

En el presupuesto se deberán estimar, tan ajustadamente como sea posible, el personal, equipamiento, edificios y demás gastos previstos.

De él surgirá el capital inicial de que deberá disponerse, el costo de operación previsto para la planta de recuperación y compostaje y contendrá la estimación de los ingresos por ventas u otras fuentes.

En cuanto a este punto, y considerando la volatilidad de los mercados de reciclables, es aconsejable realizar una estimación conservadora sobre el precio de venta de los productos reciclados y los costos operativos de la planta.

El presupuesto debería incluir también los gastos asociados a la operación básica, tales como costos de publicidad o promoción, seguros, equipamiento de oficina, utensilios y trabajos de mantenimiento.

- Cálculo de inversión inicial, costo operativo, ingresos y beneficios

La implementación de un proyecto de valorización de RSU enfrenta dos tipos de costos: los costos de inversión inicial (o costo de capital) y los costos de operación y mantenimiento.

El costo de capital está constituido por gastos puntuales que incluyen el equipamiento (vehículos, cintas transportadoras, molinos y prensas), el terreno y la construcción o mejoras de los edificios a utilizar.

Los costos de operación son los gastos regulares como el alquiler de equipos o su mantenimiento, mano de obra, gastos administrativos, etc. Estos gastos pueden separarse en cuatro categorías: de recolección, de procesamiento y comercialización, de administración y de educación/difusión.

Inversión inicial

Las opciones a elegir en instalaciones y equipamientos pueden ser muy variadas y, de acuerdo a la información relevada, no existe una relación clara entre la inversión inicial y la cantidad de basura a recibir por las plantas.

Por lo tanto, no podrá asimilar ninguna experiencia nacional al esquema local pretendido en lo referente al indicador de inversión por tonelada de basura $\left(\frac{\text{Inversión}}{\text{Toneladas a operar}} \right)$.

Una segunda alternativa para analizar la inversión, es tomarla a ésta como función de la cantidad de habitantes del municipio en cuestión al momento de iniciar la operación de la planta.

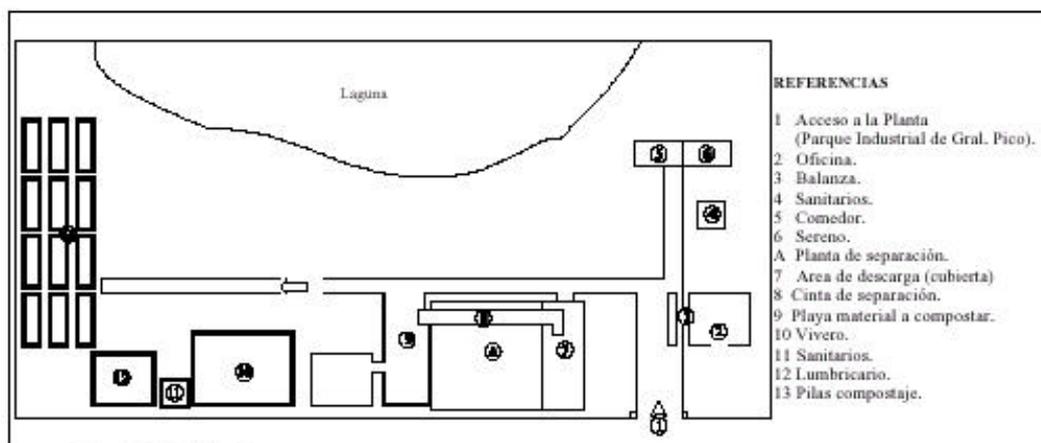
Aquí también se encuentran diferencias notables, con datos que fluctúan desde los \$ 3 por habitante, a los \$ 37 por habitante, promediando en la Argentina un valor de \$ 16 por habitante (valores en pesos 2001).

En estos casos cabe aclarar que el volumen de la inversión inicial estará directamente ligada al grado de tecnología incorporada.

En virtud de lo expuesto, cualquier supuesto adoptado deberá ser perfectamente analizado a la hora de realizar estudios de factibilidad concretos.

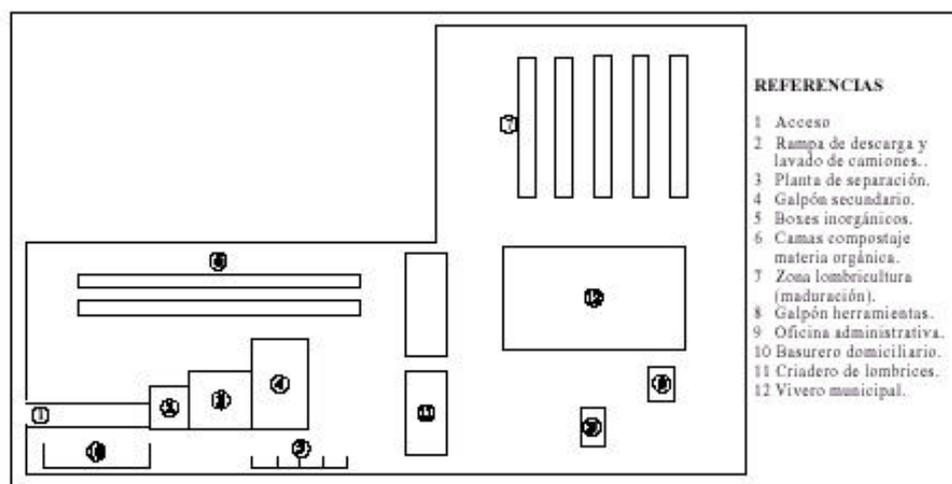
Tomaremos como referencia dos ciudades testigo que se eligieron en función de la similitud de los objetivos que persiguen estos proyectos y de la forma en que encaminaron la comercialización de lo producido (Cuadro 17).

General Pico (43.000 hab.) – Prov. de La Pampa



Fuente: Fundación Senda.

Trenque Lauquen (38.000 hab.) – Prov. Buenos Aires



Fuente: Fundación Senda.

Cuadro 17: Inversión por Habitante - Argentina

| | Inversión Inicial | Habitantes | $\left(\frac{\text{Inversión}}{\text{Habitantes}} \right)$ |
|-------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------------------------------|
| General Pico, La Pampa | \$ 573360 | 43000 | \$ 13.30 |
| Trenque Lauquen, Buenos Aires | \$ 450000 | 38000 | \$ 11.85 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valores en Pesos diciembre 2001

En el caso de equipos específicos existen proveedores nacionales que los han desarrollado.

En el caso de adquirirse equipamiento más sofisticado esto redundará en una disminución del costo de mano de obra. Sin embargo debe considerarse con detalle los costos de mante-

nimiento y de consumo de energía eléctrica. Por tanto será conveniente analizar en forma conjunta la inversión inicial con los beneficios.

Por otra parte deberá hacerse una previsión para aquellos desembolsos que sean necesarios para asegurar la puesta en marcha de la planta de modo adecuado (capacitación al personal, combustible, vestimenta, etc.).

Cabe aclarar también, que es aconsejable realizar inversiones escalonadas a medida que se van cumpliendo los objetivos intermedios planteados y la comunidad acepta y se compromete con el proyecto.

En este sentido, se refleja en el cuadro 18 esta forma de realizar la inversión de la planta de General Pico, en la provincia de La Pampa:

| Cuadro 18: Inversiones realizadas en planta RSU - Gral. Pico, La Pampa | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000* |
| Terreno | 40000,00 | | | |
| Nivelación | 15760,00 | | | |
| Edificios e Instalaciones | 56197,19 | 216608,64 | 55369,03 | 25424,02 |
| Máquinas y Equipos | | 44086,80 | 36648,32 | 5058,00 |
| Muebles y Útiles | 550,00 | 3688,27 | | 460,00 |
| Rodados | | 3782,00 | 1895,34 | 4000,00 |
| Otros Gastos | 5307,97 | 2116,71 | 92905,85 | 23503,84 |
| Sub - Total | 117815,16 | 270282,42 | 186818,54 | 58445,86 |
| * a Agosto de 2000 (en Pesos 2001) | | | | |
| Fuente: Primer Seminario Nacional sobre Manejo de Residuos Sólidos en localidades con menos de 100.000 habitantes, General Pico, La Pampa, 9 y 10 de Noviembre de 2000 | | | | |

Se determinan también un listado de los elementos básicos correspondientes a la Inversión inicial:

Items que conforman el Activo Fijo

Obra civil:

Compra de terrenos.

Nivelación de terrenos y acondicionamiento.

Construcción de caminos internos y playas de descarga.

Construcción de edificios.

Parquización.

Instalaciones auxiliares:

Sub - estación transformadora 380V.

Instalación eléctrica interna hasta tablero general.

Tablero general.

Iluminación exterior e interior (incluyendo luminarias).

Instalación eléctrica hasta equipos.

Instalación de provisión de agua (captación, tanque, bombas, cañerías para limpieza y riego).

Cámara séptica y sumidero de líquidos cloacales.

Instalación de captación y tratamiento de lixiviados.

| |
|-------------------------------------------------------------------------|
| Previsión y distribución de combustibles. |
| Equipamiento: |
| Prensa. |
| Balanza fija. |
| Báscula móvil. |
| Vehículos y movilidad interna: |
| Camión volcador. |
| Tractor. |
| Motoelevador. |
| Pala mecánica. |
| Molino para plásticos. |
| Triturador. |
| Chipeadora. |
| Cintas transportadoras. |
| Separador magnético. |
| Carro remolque con lateral volcable. |
| Contenedores metálicos. |
| Pallets. |
| Carritos de empuje. |
| Equipo de oficina. |
| Honorarios profesionales: |
| Por las tareas de diseño, construcción y puesta en marcha de la Planta. |

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Fundación Senda.

En consecuencia la inversión inicial estará integrada como sigue:

| | | | | | | |
|-------------|---|--------------------|---|--------------|---|-------------------------|
| Activo fijo | + | Capital de trabajo | + | Capacitación | = | Total Inversión inicial |
|-------------|---|--------------------|---|--------------|---|-------------------------|

Costo Operativo

Del mismo modo que en la inversión inicial, deberían cuantificarse todos los costos operativos, aun cuando se empleen, para algunas labores, medios propios (personal, vehículo, etc.):

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Items que conforman el Costo Operativo |
| Mano de obra: |
| Producción: Personal de diferentes categorías, incluyendo cargas sociales, S.A.C., etc. |
| Administración: Personal de diferentes categorías, incluyendo cargas sociales, S.A.C., etc. |
| Comercialización: Si hubiera labores específicas. |
| Insumos: |
| Hilos, lubricantes, elementos de protección personal, provisión de lombrices, etc. |
| Energía eléctrica. |
| Combustible: Gasoil o GNC para vehículos, otros combustibles usados. |
| Mantenimiento: |
| Previsión de mano de obra y repuestos para este fin. |

Seguros:

Por incendio, vendaval o contra terceros en edificios, equipos, vehículos y accidentes de trabajo.

Habilitaciones :

Municipales, Provinciales y/o Nacionales.

Impuestos:

Si corresponde a los Ingresos brutos, Ganancias, Automotores, Inmobiliario, Activos, Otros.

Alquileres:

De instalaciones o vehículos.

Servicios:

Provistos por terceros.

Capacitación:

Del personal existente o a incorporar.

Relaciones Institucionales:

Campañas de difusión, atención de visitas, colaboraciones, etc.

Gastos administrativos:

Papelería, teléfono, correo, insumos de oficina, etc..

Gastos de comercialización:

Fletes, comisiones, embalaje, trabajos de carga de vehículos, etc.

Gastos financieros:

Intereses y cuotas de capital por créditos solicitados.

Amortizaciones:

Previsión anual acorde con el desgaste esperable de equipos, rodados e instalaciones.

Otros gastos.

TOTAL COSTO OPERATIVO MENSUAL/ANUAL

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Fundación Senda.

Ingresos

Los ingresos de la planta estarán dados por la venta de lo producido. Aun cuando todos los materiales se reciclen desde el momento inicial, debe preverse la estacionalidad de la demanda.

Además puede haber ingresos por el cobro de un canon por el servicio de tratamiento prestado, desembolso éste que haría el municipio contratante. También puede haber ingresos provenientes del tratamiento de descargas de otros municipios o de particulares.

Items que constituyen los Ingresos

Canon por servicios de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Tasas por tratamiento de residuos de otros orígenes.

Ventas de:

materia orgánica (compost/abono, carne de lombriz)

Hojalata, otros metales, chatarra

Aluminio

Vidrio (roto, botellas, frascos)

Papel/cartón

Plásticos

Otros

TOTAL INGRESOS

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Fundación Senda.

Beneficios

Una importante diferencia que presentan las plantas recicladoras frente a las industrias convencionales, es que el hecho de que el beneficio –calculado a partir de la confrontación directa de costo operativo e ingresos- sea negativo, no implica que la planta sea inviable.

En primer lugar por el sentido amplio con que debiera evaluarse el beneficio ambiental y social, no siempre fácil de cuantificar en términos de dinero.

Luego porque ese resultado, debe ser balanceado con el costo operativo que implicaba el procedimiento de disposición de residuos que se está reemplazando (basural, relleno controlado o quema).

De esta forma puede llegarse a diferencias negativas, nulas o positivas por esta razón.

Por otra parte, el punto de equilibrio a partir del cual un proyecto de reciclaje rinde beneficios económicos debe evaluarse haciendo ciertas consideraciones previas. Un ejemplo de ello, es que el beneficio financiero de cualquier proyecto de reciclaje dependerá en gran medida del impredecible precio de los materiales reciclables, y estos en la mayoría de los casos están atados al precio internacional de la materia prima.

De acuerdo a la dirección de medio ambiente de la nación, “...Un proyecto de reciclaje promedio debería haber resultado levemente negativo con los precios deprimidos del año '93 y hubiera dejado una pequeña utilidad con los altos precios del año '95 para volver a los números rojos en 1998...”⁴

⁴ Plan Nacional de Valorización de Residuos, Secretaría de medioambiente de la nación. noviembre de 2001

CONCLUSIONES

Dadas las características de los productos reciclados, son sustitutos directos (total o parcialmente) de commodities que tienen un precio internacional que se ajusta al valor del dólar.

Esto les otorga un potencial comercial relevante, tanto por lo que se podría obtener por su venta, como por todo lo que deja de ganar la comunidad (costo de oportunidad), por no reincorporarlos al circuito económico.

Los desechos orgánicos son más del 50 % de la basura generada, lo que implica que la incidencia en materia de ingresos es determinante para el equilibrio económico – comercial de la actividad.

El precio generado por la venta de los derivados del desecho orgánico (humus y harina de lombriz), son altamente sensibles a variaciones.

El análisis de sensibilidad realizado en escenarios posibles de los mercados, indica que pequeñas variaciones en los precios conllevan a grandes pérdidas o grandes ganancias.

Es de mucha importancia, entonces, afianzar las relaciones comerciales con los compradores de los productos terminados en el proceso de reciclaje, para estabilizar la generación de ingresos.

Dado que la proteína de lombriz es un producto “codiciado” en diversas partes del mundo deberían encaminarse la producción y comercialización a la atención de estos posibles mercados a través de la exportación.

Los costos de operación están en función de la tecnología incorporada en la inversión. A mayor incorporación de tecnología menor costo operativo y viceversa.

La eficiencia del negocio está dada por el manejo integral del proceso. Desde la recolección de la basura, hasta la venta de los productos obtenidos en el proceso de reciclaje, incluida la actividad de cobranza a los usuarios (que permitiría la diferenciación de la tarifa a cobrar en función de lo que desecha).

La consideración exclusiva de que el reciclado es deseable porque deja utilidades, puede hacer perder de vista las razones relacionadas con el cuidado del ambiente. Una visión demasiado estrecha sobre los beneficios, haría depender el futuro del proyecto, del volátil mercado de los materiales reciclables.

Aquí es necesario diferenciar los beneficios privados de los beneficios públicos.

Desde el punto de vista de sector privado, la decisión de reciclar se adoptará sólo si las ganancias asociadas son menores que los costos incurridos en la recolección, proceso y disposición final de los desechos.

Desde una visión social, existen efectos positivos derivados de la decisión de reciclar: menor impacto ambiental y en el sistema de salud pública, mayor conciencia social, mejoramiento estético de la ciudad, menores costos por utilización del basural, etc.

Estas ganancias sociales deben ser “pagadas” por la sociedad de alguna manera. Específicamente, los estudios realizados sobre el tema determinaron que la rentabilidad social de las plantas de reciclaje son lo suficientemente elevada como para justificar el uso de mecanismos de financiamiento estatal que permitan subsidiar parcialmente la inversión en plantas de reciclaje.

Los costos operativos del proceso de reciclaje disminuyen cuando existe mayor conciencia social en la problemática, donde la habitualidad que se logre de la separación en origen (Bolsa verde para no orgánicos y bolsa roja para orgánicos, por ejemplo) es llevada a cabo por la mayor parte de la población.

Implica que parte de los recursos asignados deben ser dirigidos a la concientización de la población en esos aspectos.

Por lo expresado, es importante persistir en el esfuerzo de hacer del reciclado una operación tan económica – comercial como sea posible, sin perder de vista las razones que hacen de la recuperación un método preferible a cualquier otra forma de disposición final de los RSU.

BIBLIOGRAFIA

- Plan Nacional de Valorización de Residuos, Secretaría de medioambiente de la nación. Convenio con Fundación SENDA, noviembre de 2001.
- Diagnóstico de la situación del manejo de los Residuos Sólidos Municipales y Peligrosos en Argentina, Atilio Armando Savino, 2001.
- Primer Seminario Nacional sobre Manejo de Residuos Sólidos en localidades con menos de 100.000 habitantes, General Pico, La Pampa, 9 y 10 de Noviembre de 2000.
- Revista "Noticias CEAMSE" N°17, Agosto-Septiembre 2000.
- GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA GRANDES CIUDADES, Arq.GABRIEL C. A. DIAZ, Abril 2000, U.N.Salta.
- Proyecto de Tratamiento de RSU de los municipios de Trelew, Rawson, Gaiman y Dolavon, UNPSJB, 1998.
- Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales: Procedimientos Basicos, Banco Interamericano de Desarrollo, Diciembre, 1997.
- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana; Washington, D.C., Julio de 1997.
- Página oficial de la dirección de medioambiente de Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental www.medioambiente.gov.ar, actualizada al 31/03/03.