



GUÍA PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DEL FONDO PARA EL RECICLAJE 2020



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1. MARCO CONCEPTUAL | 4 |
| 1.1. LOS RESIDUOS | 4 |
| 1.2. LAS ETAPAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS A CONSIDERAR EN EL MARCO DEL FONDO PARA EL RECICLAJE 2020 | 5 |
| 1.3. PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS | 5 |
| 1.4. PROYECTOS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS | 7 |
| 2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO | 10 |
| 2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 10 |
| 2.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL | 10 |
| a) Identificación del área de estudio y área de influencia | 11 |
| b) Identificación de la población objetivo | 11 |
| c) Demanda actual y proyectada | 13 |
| d) Oferta actual y proyectada | 19 |
| e) Déficit actual y proyectado | 21 |
| f) Aplicación a la Población objetivo del déficit actual y proyectado por tipo de residuo. | 23 |
| 3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN | 24 |
| 4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO | 28 |
| 4.1 Identificación de beneficios (descripción de índole cualitativo) | 28 |
| 4.2 Identificación y cuantificación de los costos | 28 |
| 4.3 Construcción de Flujo de Costos | 31 |
| 4.4 Cálculo del Indicador Costo-Eficiencia FPR 2020 | 32 |
| 4.5 Elementos complementarios a la propuesta | 32 |
| 5. PRESENTACION DEL PROYECTO | 33 |

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los proyectos para el manejo de residuos municipales (RM) han estado centrados en la correcta disposición en rellenos sanitarios adecuados, normalización de vertederos y planes de cierre. Sin embargo, con la promulgación de la Ley 20.920, Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) se busca fomentar la jerarquía en la gestión de residuos, la cual promueve la *prevención* en la generación de residuos y la *valorización* y *eliminación*, tal como se muestra en la Figura N°1.

En la medida en que se implementa la regulación de los productos prioritarios que establece dicha ley, es que se hace necesario, entre otros, contar con infraestructura para el manejo de residuos.

El llamado de postulación del Fondo para el Reciclaje (FPR) 2020, busca financiar proyectos pilotos de separación en origen con infraestructura para el manejo de residuos de Envases y Embalajes y de residuos orgánicos, que contemplen sensibilización a la ciudadanía. Es en este contexto, que se desarrolla la presente guía metodológica para la formulación y evaluación social de proyectos que estén de acuerdo con la segunda escala jerárquica y, en particular, que incorporen las acciones de reciclaje. Esta guía se aplica a las instalaciones que atenderán a una población menor a 5.000 hbts.

Figura N°1 - Pirámide jerárquica de gestión de residuos



Fuente: Ley 20.920, MMA.

Jerarquía en el manejo de residuos

Fuente: Ley 20.920, marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje

- 1. Prevención:** Conjunto de acciones o medidas que se reflejan en cambios en los hábitos en el uso de insumos y materias primas utilizadas en procesos productivos, diseño o en modificaciones en dichos procesos, así como el consumo, destinadas a evitar la generación de residuos, la reducción en la cantidad o la peligrosidad de los mismos.
- 2. Valorización:** Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética. Se asocia a las acciones de: i) *reutilización*: Acción mediante la cual productos o componentes de productos desechados se utilizan de nuevo, sin involucrar un proceso productivo.; ii) *reciclaje*: empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo, incluyendo el coprocesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética; iii) *valorización energética*: Valorización energética: Empleo de un residuo con la finalidad de aprovechar su poder calorífico.
- 3. Eliminación:** Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. LOS RESIDUOS

Los **residuos** son sustancias u objetos que están destinados a ser valorizados o eliminados, por disposiciones de la legislación nacional (el Anexo N°1 resume los actores de la institucionalidad vigente). De acuerdo a su origen se clasifican en:

- **Residuos domiciliarios (RD):** corresponde a aquellos residuos generados en los hogares como consecuencia de actividades domésticas.
- **Residuos asimilables (RDA):** corresponde a aquellos residuos que por su cantidad, naturaleza y/o composición, son similares a los residuos domiciliarios.
- **Residuos municipales (RM):** corresponde a aquellos residuos generados a nivel domiciliario y asimilables, más los residuos de parques y jardines, comercio, obras menores de construcción y demolición, ferias libres, pequeñas industrias, oficinas, colegios, hospitales y barrido de calles, escombros, voluminosos, artículos electrónicos y no electrónicos, restos de ramas y podas y basureros, entre otros.

De igual forma, los residuos pueden ser clasificados por tipo, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- **Residuos peligrosos:** corresponde a aquellos residuos o mezcla de residuos que representan riesgo para la salud de las personas y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto y como consecuencia de sus características de peligrosidad indicadas en el artículo 6° del Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.
- **Residuos no peligrosos:** corresponde a aquellos residuos que no reviste las características de un residuo peligroso.
- **Residuos inertes:** corresponde a aquellos residuos no peligrosos o mezcla de residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; no son solubles ni combustibles; no son biodegradables y no afectan negativamente otras materias con las cuales puedan entra en contacto.
- **Residuos con potencial de valorización (RV):** corresponde a aquellos que tienen un valor económico y que pueden ser sometidos a un proceso de *Reciclaje* o *Valorización Energética*. En el primer caso, puede referirse a **residuos reciclables (RR)** y en el segundo, a **residuos valorizables energéticamente (RVE)**.

1.2. LAS ETAPAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS A CONSIDERAR EN EL MARCO DEL FONDO PARA EL RECICLAJE 2020

Los proyectos de valorización de residuos son desarrollados en consideración a un proceso de manejo, el cual es definido en tres etapas principales, culminando con la valorización o eliminación de éstos según corresponda (Figura N°2).

Figura N° 2- Proceso de gestión de residuos



Fuente: Elaboración propia

A continuación se describen las etapas del proceso de gestión:

- 1. Separación en origen:** La separación de residuos en origen es la práctica a partir de la cual se discriminan los materiales que pueden ser reutilizados o reciclados y los que son basura.
- 2. Recolección:** Operación consistente en recoger residuos, incluido su almacenamiento inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de almacenamiento, una instalación de valorización o de eliminación, según corresponda. La recolección de residuos separados en origen se denomina diferenciada o selectiva.
- 3. Pretratamiento:** Operaciones físicas preparatorias o previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desembalaje, corte, trituración, compactación, mezclado, lavado y empaque, entre otros, destinadas a reducir su volumen, facilitar su manipulación o potenciar su valorización.
- 4. Tratamiento:** Operaciones de valorización y eliminación de residuos.

1.3. PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

En el proceso de gestión de los residuos participan diversos actores que pueden formar parte de una o más tareas de recolección, transporte y tratamiento. Los más relevantes son:

- **Generador:** Poseedor de un producto, sustancia u objeto que lo desecha o tiene la obligación de desecharlo de acuerdo a la normativa vigente.

- **Reciclador de base:** Persona natural que, mediante el uso de la técnica artesanal y semi industrial, se dedica en forma directa y habitual a la recolección selectiva de residuos domiciliarios o asimilables y a la gestión de instalaciones de recepción y almacenamiento de tales residuos, incluyendo su clasificación y pretratamiento. Sin perjuicio de lo anterior, se considerarán también como recicladores de base las personas jurídicas que estén compuestas exclusivamente por personas naturales registradas como recicladores de base, en conformidad al artículo 37 de la Ley 20.920.
- **Municipalidad:** Organización a cargo de la administración local de la comuna donde se desarrolla el proyecto de valorización.
- **Productor de producto prioritario:** Productor de un producto prioritario o productor: Persona que, independientemente de la técnica de comercialización:
 - a) enajena un producto prioritario por primera vez en el mercado nacional.
 - b) enajena bajo marca propia un producto prioritario adquirido de un tercero que no es el primer distribuidor.
 - c) importa un producto prioritario para su propio uso profesional.

En el caso de envases y embalajes, el productor es aquél que introduce en el mercado el bien de consumo envasado y/o embalado. El decreto supremo que establezca las metas otras y obligaciones asociadas de cada producto prioritario sobre la base de criterios y antecedentes fundados determinará los productores a los que les será aplicable la responsabilidad extendida del productor, previa consideración de su condición de micro, pequeña o mediana empresa, según lo dispuesto en la ley N° 20.416.
- **Gestor:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que realiza cualquiera de las operaciones de manejo de residuos y que se encuentra autorizada y registrada en conformidad a la normativa vigente.

Por ejemplo, en un municipio donde se practica la recolección diferenciada, todos los actores antes señalados podrían participar de esta etapa de manejo del residuo considerando que i) la Municipalidad hace recolección mixta de los residuos casa a casa; ii) los recolectores de base retiran parte de los residuos con potencial de valorización de los hogares, comercio y otros con el objeto de venderlos posteriormente en el mercado y iii) los generadores retiran otra parte de los residuos con potencial de valorización de sus casas y los depositan en contenedores en lugares públicos.

1.4. PROYECTOS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Los tipos de proyectos que esta guía considera son aquellos que caben en la categoría de *valorización* de la pirámide de jerarquización del MMA (a excepción de la valorización energética y con el enfoque señalado precedentemente).

Dado que existe un gran número de tecnologías que permiten valorizar los residuos, es complejo plantear un estándar de proyecto de reciclaje, ya que distintas combinaciones de tecnologías pueden dar origen a proyectos de valorización distintos. Aun así, es posible definir una serie de proyectos “tipo” según el uso que se le dé al residuo y las acciones principales que se realice con éstos.

Algunos ejemplos son indicados en el Cuadro N°1 y desarrollados en mayor detalle a continuación.

Cuadro N°1- Algunos tipos de proyectos de valorización financiados por el Fondo para el Reciclaje 2020

| Tipo de instalación | Proyecto tipo |
|---|------------------------------|
| Reciclaje | Compostaje o vermicompostaje |
| Instalaciones de Recepción y Almacenamiento de Residuos | Punto limpio |
| | Centro de acopio |

Fuente: Elaboración propia

a) Compostaje y vermicompostaje

El compostaje corresponde a un proceso de descomposición aeróbica de una mezcla de residuos orgánicos, gracias a la acción de microorganismos que actúan de manera sucesiva sobre los materiales orgánicos originales. Este proceso ocurre en presencia de humedad y genera elevadas temperaturas que permiten higienizar la mezcla, produciendo dióxido de carbono, agua y materia orgánica estabilizada (NCh 2880 of 2015 del INN).

El vermicompostaje es el proceso de bio-oxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica por la acción combinada de lombrices y microorganismos, mediante el cual se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost, lombricompost, compost de lombriz o humus de lombriz. Las lombrices requieren condiciones ambientales óptimas para su buen desarrollo. (“Vermicompostaje: procesos, productos y aplicaciones III.5”, Red Española de Compostaje, 2014).

Ambas técnicas para la valorización donde los residuos orgánicos pueden practicarse tanto con maquinaria especializada y equipos mecanizados como de forma manual, dependiendo del volumen de residuos a tratar. **En el marco del Fondo para el Reciclaje 2020, es posible considerar el financiamiento de composteras o vermicomposteras domiciliarias e infraestructura para compostaje a nivel barrial o comunitario (Figura N°4 y N°5).**

Figura N°4-Compostaje y vermicompostaje domiciliario



Figura N°5-Ejemplo de instalación de compostaje comunitario



b) Punto limpio

Instalación de recepción y almacenamiento de residuos que cuenta con contenedores, donde se reciben y acumulan selectivamente residuos entregados por la población, para su posterior valorización. En un punto limpio se efectúa compactación y enfardado de fracciones de residuos. Estos pueden ser fijos o móviles (NCh 3376 of 2015 del INN). (Figura N°6).

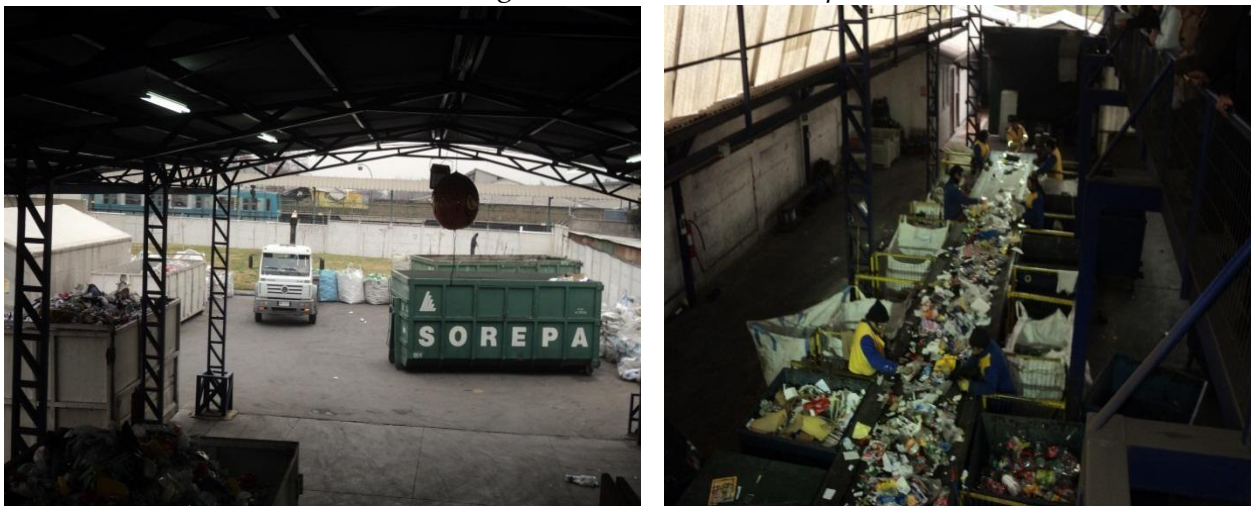
Figura N°6 – Punto Limpio



c) Centro de acopio

Instalación de almacenamiento de residuos donde se reciben y acumulan residuos en forma selectiva, provenientes de puntos verdes y punto limpio o de recolección selectiva. Estas instalaciones pueden o no realizar un pretratamiento, para su posterior valorización o eliminación (NCh 3376 of 2015 del INN) (Figura N°7).

Figura N°7 – Centro de acopio



2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Previo al desarrollo de la idea de proyecto, debe identificarse el problema que da origen a ésta, puede formularse como un estado negativo que afecta a una determinada población, y no como la falta de una solución. El foco debe estar puesto sobre el problema principal, estableciendo las causas que lo originan y los efectos que produce. Alternativamente, la idea de proyecto puede plantearse a partir de una oportunidad identificada de mejor aprovechamiento de recursos o atención de una demanda insatisfecha.

El formulador del proyecto debe preguntarse: ¿Qué problema se desea resolver?, o bien, ¿Qué oportunidad se desea aprovechar? La correcta identificación y definición del problema u oportunidad es de crucial importancia, ya que una errónea definición del proyecto conducirá a una evaluación equívoca; por el contrario, una correcta definición del proyecto facilitará y posibilitará una correcta y precisa evaluación. En ese sentido, el planteamiento de proyectos de valorización de residuos puede referirse a dos elementos principales:

- i. Problema de altos costos de disposición vigentes en rellenos sanitarios y las externalidades negativas que éstos generan en la salud de las personas y el medio ambiente (proliferación de vectores, emisión de gases de efecto invernadero GEI, contaminación por lixiviados generados, escasez de materias primas).
- ii. Oportunidad de utilización de materias primas con valor económico (este valor se pierde al eliminar los residuos en rellenos y se vuelve solo un costo).

2.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El diagnóstico debe reunir la mayor cantidad de información disponible, analizando todas las variables que permiten identificar, describir, explicar y dimensionar el problema u oportunidad detectada, caracterizando así la situación actual a la que se quiere dar solución.

Una vez recopilada la información, se debe analizar en forma crítica, con el propósito de calificar el uso que se le dará durante el desarrollo de la idea de proyecto y determinar con precisión aquellos antecedentes que se requiere actualizar, complementar y generar. Esto último, se debe llevar a cabo cuando la calidad de la información recopilada no es adecuada para la finalidad que persigue el proyecto o simplemente ésta es inexistente.

Dentro del conjunto relevante de antecedentes del diagnóstico, es esencial el análisis de los ámbitos que se describen a continuación.

a) Identificación del área de estudio y área de influencia

El área de estudio se define como aquella zona geográfica que da contexto al problema; su descripción debe contener todos los antecedentes relevantes que permitan una correcta delimitación y el área de influencia corresponde a aquella que determina el límite en el cual el proyecto podría constituir una solución real al problema detectado. Generalmente el área de estudio contiene al área de influencia. Los requerimientos de información para definir el área de estudio debieran contener los siguientes aspectos:

- Tipo de zona (urbana/rural)
- Extensión de la superficie
- Aspectos físicos de la zona de estudio: ubicación geográfica, clima (temperatura, precipitaciones, humedad), geomorfología, topografía.
- Principales actividades económicas.
- Análisis de los aspectos socio-económicos: Caracterización socio-económica (clasificación del nivel socio-económico de la población); número y estructura de la población (cuantificación y clasificación de la población objetivo según las características de edad y sexo).
- Aspectos culturales y sociales.
- Institucionalidad y administración sectorial y/o local.
- Sistema de transporte vigente (vialidad y conectividad dentro de la comuna y entre comunas).

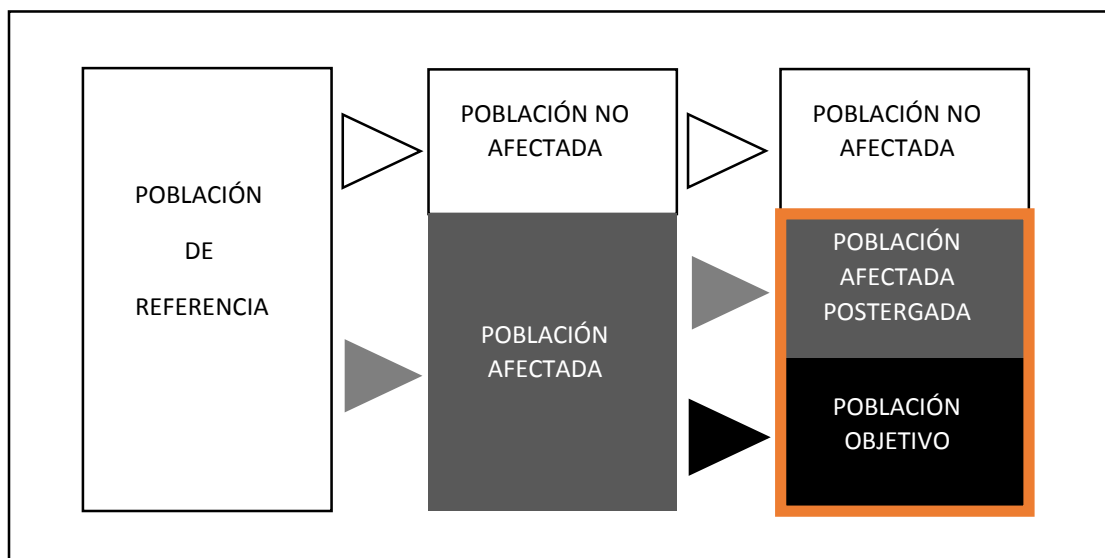
b) Identificación de la población objetivo

Para identificar la población objetivo, es necesario conocer la población de referencia, la cual corresponde a la del área de influencia, entendida para estos efectos, la comuna, detectando en ella la población no afectada o sin problema; la diferencia entre ambas señalará la población potencial afectada. Dicha población podrá ser definida como la población objetivo que podrá ser abordada con la posible solución al problema; no obstante, puede ser solo un subgrupo de ésta, denominándose el resto como población postergada.

En la Figura N°8 se muestra un ejemplo de segmentación de la población de una comuna determinada, mientras que la definición de los conceptos se lista a continuación:

- Población de referencia: corresponde a la población relevante total del área de influencia (comuna). Puede determinarse a partir de información del CENSO más reciente, estadísticas municipales u otros.
- Población afectada: población potencial afectada por el problema. Se puede determinar a partir de encuestas como la CASEN, estudios relacionados al problema bajo análisis, recopilación de información en terreno, etc.
- Población no afectada: población actual o potencial no afectada por el problema.
- Población objetivo: es aquella directamente beneficiada por el proyecto.
- Población postergada: corresponde a la parte de la población afectada cuyo problema no es resuelto con el proyecto.

Figura N°8- Segmentación de la población



Fuente: Elaboración propia.

A modo de ejemplo, si la oportunidad identificada estuviese relacionada con la venta esperada de botellas plásticas que se generan en una comuna (actualmente eliminadas) deberá plantearse como:

- Población de referencia: total de la población residente en la comuna.
- Población no afectada: viviendas generadoras de botellas plásticas que son actualmente separadas y vendidas como material reciclado.
- Población afectada: viviendas generadoras de botellas plásticas que son dispuestas en rellenos sanitarios.

- Población postergada: viviendas rurales generadoras de botellas plásticas que no serán cubiertas por el proyecto de valorización que se plantee.
- **Población objetivo:** viviendas urbanas generadoras de botellas plásticas que serán cubiertas por el proyecto de valorización.

c) Demanda actual y proyectada

Corresponde al requerimiento que realiza la población afectada (bienes o servicios, por unidad de tiempo) para satisfacer una necesidad. El análisis de demanda actual deberá indicar la población potencial beneficiaria del proyecto. Así, deberá realizarse un estudio de demanda que incluya los siguientes análisis:

- Paso 1: Determinación de la cantidad actual de residuos generados.
- Paso 2: Proyección de la cantidad de residuos generados.
- Paso 3: Determinación de la cantidad actual de residuos valorizables.
- Paso 4: Proyección de la cantidad de residuos valorizables.

Paso 1: Determinación de la cantidad actual de residuos generados

Podrá tomar el dato de la cantidad actual de residuos generados declarados en Sinader 2019, o calcularlo según la generación per cápita de residuos o PPC de residuos correspondiente a 1.22 [kg/hab/día] (Actualización de la Situación por Comuna y por Región en Materia de RSD y Asimilables de SUBDERE, 2019) y el número de habitantes o población (INE).

En caso contrario, podrá utilizar las estimaciones indicadas en los literales a o b:

La cantidad actual de residuos generados es estimada fundamentalmente en función del número de viviendas generadoras de residuos residenciales, así como el número y tamaño de establecimientos comerciales e industriales que generan residuos asimilables a domiciliarios y la superficie de parques, jardines y áreas verdes en general.

La cantidad y tipo de residuos generados variará considerablemente en función de una serie de variables determinantes:

- Tipo de consumo: puede ser de tipo residencial, comercial e industrial.
- Nivel socioeconómico: en general se observa que a mayor ingreso, mayor es la tasa de producción de residuos per cápita.

- Estacionalidad: la cantidad de residuos generados varía de acuerdo a la estación del año. Así, por ejemplo, la generación de residuos en balnearios aumenta considerablemente en los meses de verano.

Para determinar la cantidad de residuos generados en una comuna pueden emplearse antecedentes de depósito en rellenos sanitarios, información de levantamientos en terreno, estudios, etc. Los métodos más sencillos se explican en lo que sigue.

a. Estimación a partir de registros de toneladas depositadas en relleno sanitario

Se requiere recolectar información histórica de volúmenes o toneladas depositadas en el relleno sanitario actualmente utilizado. Ésta puede encontrarse en registros del operador del relleno sanitario y también del municipio interesado. La producción global de residuos per-cápita se obtiene de acuerdo a lo siguiente:

$$PPC \left(\frac{kg}{persona \text{ día}} \right) = \frac{TAD \left(\frac{ton}{año} \right) * 1.000 \left(\frac{kg}{ton} \right)}{P(personas) * 365 \left(\frac{días}{año} \right)}$$

Donde:

PPC es la producción per cápita de residuos¹;

TAD es el total de toneladas anuales dispuestas en el relleno sanitario existente²;

P es la población total atendida por el servicio de recolección y disposición final.

NOTA: PARA EFECTO DE OBTENER LAS ESTIMACIONES DE LA DEMANDA ACTUAL Y PROYECTADA SE UTILIZAN LAS FORMULAS QUE SE ENTREGAN A CONTINUACIÓN. NO OBSTANTE, PARA EL CALCULO, SE ADJUNTA UN ARCHIVO EXCEL DENOMINADO “PLANILLA DE CÁLCULO DE RESIDUOS”, QUE MEDIANTE EL INGRESO DE LOS DATOS, PERMITE DETERMINAR LAS CIFRAS DE LA DEMANDA.

Ejemplo: En planilla Excel adjunta, se deberá ingresar los valores de “Toneladas residuos anual” dispuestas en Relleno Sanitario (valor del SINADER) y el “Número de personas atendidas por relleno” (población comuna(s) acorde a proyecciones del Censo del 2017 del INE), entregando en forma automática el valor del “PPC”.

¹ Incluye todos los tipos de residuos depositados en relleno. Es decir, no sólo considera los RD y RDA, sino también residuos del aseo público; residuos vegetales, de mantención de áreas verdes y poda de árboles; materiales voluminosos; residuos comerciales.

² Para determinar esta variable correctamente se debe llevar un registro detallado sobre el pesaje de los vehículos de transporte de residuos que ingresan al relleno sanitario.

Ejemplo:

Cálculo del PPC comuna de Alto Hospicio, Región de Tarapacá, año 2019.

CÁLCULO PPC: Producción per cápita de residuos

RESIDUOS: Ingrese valor del SINADER.

POBLACIÓN: Dato de proyección comunal del 2019 a partir del Censo 2017.

Toneladas Residuos Anual (2019):

43.537

N°Personas atendidas por Relleno (2019):

124.150

TAD

43.537.000

P

45.314.750

PPC

0,96

Paso 2: Proyección de la cantidad de residuos generados

A partir del dato de la cantidad actual de residuos generados, obtenido en el paso anterior, debe proyectarse la generación de residuos en el horizonte de evaluación del proyecto.

Para esto, debe considerarse tanto el crecimiento esperado de la población, como el crecimiento esperado en el uso de la infraestructura provista. Lo primero debe ser analizado a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), complementadas con información comunal sobre desarrollos urbanos futuros. Lo segundo, de ser necesario, requerirá el uso de estudios más específicos que permitan hacer proyecciones fundamentadas sobre: i) Variación en la cobertura de recolección de RSD; ii) Efecto de campañas de educación ambiental o de separación en origen. Se recomienda recoger el primer aspecto mediante la aplicación de la tasa de crecimiento en la generación de residuos de acuerdo al Cuadro N°3.

Cuadro N°3 – Tasa de crecimiento generación per cápita de RSD

| Generación PPC | Rango tasa de crecimiento media anual | Tasa de crecimiento media anual sugerida (g) |
|----------------|---------------------------------------|--|
| 1,22 (*) | 1-2,5% | 1,8% |

(*) Este valor es referencial, pues se obtendrá del PPC de la realidad de cada población y relleno sanitario.

- a. Así para efectos de proyectar la generación de residuos en el tiempo, se deberá aplicar la tasa de crecimiento de la PPC, que para el presente caso se **sugiere sea de un 1,8%**. Siendo la formula a emplear:

$$PPC_t = PPC_{t-1}(1 + g)$$

Donde:

PPC_t es la producción per cápita de residuos correspondiente al año t

g es la tasa de crecimiento media anual sugerida

Podrán utilizarse valores distintos a los recomendados en los Cuadros N°3 siempre que se cuente con estudios específicos para la zona de análisis.

Ejemplo: A continuación, en el cuadro N°4, aplicado a la Comuna de Alto Hospicio, región de Tarapacá, es estimada la producción per cápita de generación de residuos (PPCt) a partir de la tasa de crecimiento indicada (1,8%).

Cuadro N°4 – Comuna Alto Hospicio: generación per cápita de RSD, periodo 2019-2029

PPC (Alto Hospicio): 0,96

| Año | PPC _t |
|------|------------------|
| 2019 | 0,96 |
| 2020 | 0,98 |
| 2021 | 1,00 |
| 2022 | 1,01 |
| 2023 | 1,03 |
| 2024 | 1,05 |
| 2025 | 1,07 |
| 2026 | 1,09 |
| 2027 | 1,11 |
| 2028 | 1,13 |
| 2029 | 1,15 |

Fuente: Elaboración propia.

b. Luego, el total de residuos generados por año se proyecta de acuerdo a lo siguiente:

$$TAD_t = [PPC_t * f * P_t]$$

Donde:

TAD_t es el total de toneladas de residuos generadas en el año t

PPC_t es la producción per cápita de residuos en el año t

f es la proporción de la población en el año base

P_t es la población total atendida por el servicio de recolección y disposición final al año t

| PPC | Rango tasa de crecimiento media anual | Tasa de crecimiento media anual sugerida (g) | Porcentaje generación (f) |
|------|---------------------------------------|--|---------------------------|
| 0,96 | 1-2,5% | 1,8% | 100% |

Para el crecimiento de la población (P_t) deberán ser empleadas las proyecciones de población a nivel comunal del INE, a partir del censo 2017. Ver en “Estimaciones y proyecciones 2002-2035, comunas”, en

<https://ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>

Ejemplo: Finalmente, en el cuadro N°5, para la comuna de Alto Hospicio, se obtiene el total de toneladas de residuos generadas en cada año TAD_t .

Cuadro N°5 – Comuna Alto Hospicio: generación residuos por año, periodo 2019-2029

| Año | Proyección Población (pt) | PPC _t | TAD _t |
|------|---------------------------|------------------|------------------|
| 2019 | 124.150 | 0,96 | 43.537 |
| 2020 | 129.999 | 0,98 | 46.409 |
| 2021 | 134.085 | 1,00 | 48.729 |
| 2022 | 137.263 | 1,01 | 50.782 |
| 2023 | 140.282 | 1,03 | 52.833 |
| 2024 | 143.294 | 1,05 | 54.939 |
| 2025 | 146.337 | 1,07 | 57.115 |
| 2026 | 149.416 | 1,09 | 59.367 |
| 2027 | 152.532 | 1,11 | 61.696 |
| 2028 | 155.681 | 1,13 | 64.103 |
| 2029 | 158.866 | 1,15 | 66.592 |

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Determinación de la cantidad actual de residuos valorizables

En esta etapa debe desarrollarse la estimación a partir de un estudio de caracterización. Podrá tomar el dato de la composición de los residuos valorizables, desde una caracterización de su comuna previamente realizada bajo la NCh 3321:2013 o del Estudio “Actualización de la Situación por Comuna y por Región en Materia de RSD y Asimilables” (SUBDERE, 2019) disponible en la página web de SUBDERE.

El estudio de caracterización que se utilice en la formulación del proyecto debe ser lo más actualizado posible y, cuando éste no sea vigente, los datos deberán ser justificados claramente explicando la metodología utilizada para realizar dicha actualización

(supuestos utilizados, fuentes de información relevantes, estudios y publicaciones en la materia, encuestas u otros).

El estudio de caracterización debe determinar qué fracción de las muestras de residuos recogidas corresponde a papel, cartón, plásticos, metales, vidrio, inertes, tetra pack, orgánicos u otros, y estimar así la cantidad de residuos por tipo que se generan en la comuna.

$$TAD_t^j = k_j * TAD_t$$

Donde:

TAD_t^j es el total de toneladas generadas en el año t por tipo de residuo j ;

k_j es la fracción del residuo tipo j en una tonelada de residuos mixtos;

TAD_t es el total de toneladas de residuos generadas en el año t .

Sólo una vez que se haya identificado la composición global de los residuos, podrá idearse la mejor estrategia de aprovechamiento de los recursos que esté de acuerdo a la realidad particular de la o las comunas.

Ejemplo

A partir del estudio de caracterización de residuos, se ha determinado que la composición de éstos para el año 2011 es la señalada en el Cuadro N°6.

Cuadro N°6 - Composición actual de los residuos

| Tipo residuo (j) | Fracción (k) | TAD |
|------------------|--------------|--------|
| Papel | 12% | 5.224 |
| Cartón | 2% | 871 |
| Plásticos | 4% | 1.741 |
| Metales | 3% | 1.306 |
| Vidrio | 15% | 6.531 |
| Tetra Pack | 5% | 2.177 |
| Orgánicos | 50% | 21.769 |
| Otros (1) | 9% | 3.918 |
| Total | 100% | 43.537 |

(1) "Otros" considera también "inertes".

El total de toneladas de plásticos y metales generadas en el año 2011, se obtienen como:

$$TAD_{2011}^{\text{plásticos}} = 0.04 * 43.537 = 1.741 \left(\frac{\text{ton}}{\text{año}} \right)$$

$$TAD_{2011}^{metales} = 0.03 * 43.537 = 1.306 \left(\frac{ton}{año} \right)$$

Paso 4: Proyección de la cantidad de residuos valorizables

A partir del dato de caracterización de residuos, obtenido en el paso anterior, debe proyectarse la composición de éstos integrando, cuando corresponda, ajustes vinculados a cambios de hábito en el consumo de las personas, debidamente respaldado por estudios particulares en la materia. De no contarse con antecedentes de este tipo, se recomienda mantener constante la composición de los residuos y obtener el total de residuos generados recogiendo exclusivamente las variaciones en la proyección de residuos generados.

Ejemplo

Suponiendo que la composición de los residuos no cambia a través de los años, se estiman las toneladas de residuos por tipo tal como se indica en el Cuadro N°7.

Cuadro N°7 – Composición y cantidad de los residuos

| AÑO | TAD _t | Toneladas por tipo de residuo TAD _t ^j | | | | | | | |
|------|------------------|---|--------|-----------|---------|--------|------------|-----------|-----------|
| | | Papel | Cartón | Plásticos | Metales | Vidrio | Tetra Pack | Orgánicos | Otros (1) |
| 2019 | 43.537 | 5.224 | 871 | 1.741 | 1.306 | 6.531 | 2.177 | 21.769 | 3.918 |
| 2020 | 46.409 | 5.569 | 928 | 1.856 | 1.392 | 6.961 | 2.320 | 23.204 | 4.177 |
| 2021 | 48.729 | 5.847 | 975 | 1.949 | 1.462 | 7.309 | 2.436 | 24.365 | 4.386 |
| 2022 | 50.782 | 6.094 | 1.016 | 2.031 | 1.523 | 7.617 | 2.539 | 25.391 | 4.570 |
| 2023 | 52.833 | 6.340 | 1.057 | 2.113 | 1.585 | 7.925 | 2.642 | 26.416 | 4.755 |
| 2024 | 54.939 | 6.593 | 1.099 | 2.198 | 1.648 | 8.241 | 2.747 | 27.469 | 4.944 |
| 2025 | 57.115 | 6.854 | 1.142 | 2.285 | 1.713 | 8.567 | 2.856 | 28.558 | 5.140 |
| 2026 | 59.367 | 7.124 | 1.187 | 2.375 | 1.781 | 8.905 | 2.968 | 29.683 | 5.343 |
| 2027 | 61.696 | 7.403 | 1.234 | 2.468 | 1.851 | 9.254 | 3.085 | 30.848 | 5.553 |
| 2028 | 64.103 | 7.692 | 1.282 | 2.564 | 1.923 | 9.615 | 3.205 | 32.051 | 5.769 |
| 2029 | 66.592 | 7.991 | 1.332 | 2.664 | 1.998 | 9.989 | 3.330 | 33.296 | 5.993 |

(1) "Otros" considera también "inertes".

Fuente: Elaboración propia

d) Oferta actual y proyectada

El análisis de oferta corresponde a la determinación de la cantidad del bien o servicio que es entregado en el área de influencia. En este caso, la oferta es caracterizada en función de la infraestructura para la valorización de residuos disponible, y la proyección de ésta debe considerar la evolución esperada de la provisión de este tipo de infraestructura, considerando tanto a los actores participantes actuales como aquellos que podrían entrar a operar en el área de influencia.

Debe incluir todos los proyectos y programas de valorización aprobados para la ejecución futura y/o en ejecución por la Municipalidad, privados y cualquier otro agente económico en el área de interés, de modo que se defina un nivel de residuos tratados TAT en cada momento del tiempo t , por tipo de residuo j . La oferta proyectada requiere preguntarse sobre el funcionamiento del modelo de gestión de los residuos de la comuna, independientemente del proyecto de valorización que se plantee.

Los elementos que al menos debe describir son:

- Infraestructura de valorización (puntos limpios comunales, puntos verdes, contenedores, campanas de vidrio, compostaje).
- Campañas de reciclaje.
- Otras instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos.
- Contratos vigentes con empresas valorizadoras.
- Equipamiento para la valorización de residuos.
- Frecuencia y horario de recolección, si corresponde.
- Cobertura del servicio de valorización en el área de influencia.
- Administración y funcionamiento del sistema conjunto (organización, instituciones y responsables).

Ejemplo

En la comuna bajo análisis se encuentra en vigencia un programa de reciclaje que permite la recuperación de aproximadamente un 15% de residuos reciclables de papel. Adicionalmente, se sabe que recientemente se amplió la planta de separación en uso, con el aumento consecuente de la capacidad de tratamiento de ésta en un 20%. Con estos antecedentes, se calcula la oferta actual y proyectada por tipo de residuo tal como se muestra en el Cuadro N°9.

Cuadro N°8 – Composición actual de residuos comuna (2019)

| Tipo residuo (j) | % recuperación comuna |
|------------------|-----------------------|
| Papel | 20% |
| Cartón | 10% |
| Plásticos | 7% |
| Metales | 8% |
| Vidrio | 15% |
| Tetra Pack | 8% |
| Orgánicos | 29% |
| Otros (1) | 3% |
| Total | 100% |

(1) "Otros" considera también "inertes".

En planilla Excel llenar con porcentaje estimado de recuperación del tipo de residuo tratado.

La oferta actual y proyectada de papel para los años 2020 y 2025 se obtiene como sigue:

$$TAT_{2020}^{papel} = 20\% * 4.536 = 1.114 \left(\frac{ton}{año} \right)$$

$$TAT_{2025}^{papel} = 20\% * 4.784 = 1.371 \left(\frac{ton}{año} \right)$$

Cálculo TAT

Cuadro N^o 9 – Oferta actual y proyectada

| AÑO | Toneladas de residuos con potencial de valorización - Total | | | | | | | |
|------|---|--------|-----------|---------|--------|------------|-----------|-----------|
| | Papel | Cartón | Plásticos | Metales | Vidrio | Tetra Pack | Orgánicos | Otros (1) |
| 2019 | 1.045 | 87 | 122 | 104 | 980 | 327 | 6.313 | 118 |
| 2020 | 1.114 | 93 | 130 | 111 | 1.044 | 348 | 6.729 | 125 |
| 2021 | 1.169 | 97 | 136 | 117 | 1.096 | 365 | 7.066 | 132 |
| 2022 | 1.219 | 102 | 142 | 122 | 1.143 | 381 | 7.363 | 137 |
| 2023 | 1.268 | 106 | 148 | 127 | 1.189 | 396 | 7.661 | 143 |
| 2024 | 1.319 | 110 | 154 | 132 | 1.236 | 412 | 7.966 | 148 |
| 2025 | 1.371 | 114 | 160 | 137 | 1.285 | 428 | 8.282 | 154 |
| 2026 | 1.425 | 119 | 166 | 142 | 1.336 | 445 | 8.608 | 160 |
| 2027 | 1.481 | 123 | 173 | 148 | 1.388 | 463 | 8.946 | 167 |
| 2028 | 1.538 | 128 | 179 | 154 | 1.442 | 481 | 9.295 | 173 |
| 2029 | 1.598 | 133 | 186 | 160 | 1.498 | 499 | 9.656 | 180 |

(1) "Otros" considera también "inertes".

Fuente: Elaboración propia

e) Déficit actual y proyectado

El déficit actual y proyectado se determina sobre la base de la comparación de la demanda (actual y proyectada) y la oferta (actual y proyectada) en el área de influencia, que permite definir las necesidades de contar con mayor infraestructura para la valorización de residuos. Notar que el déficit también puede ser expresado en términos cualitativos, esto es, como deficiencias en el manejo correcto de los residuos, incumplimiento de normativas y otros.

Debe determinarse un nivel de déficit estimado por tipo de residuo caracterizado y definir posteriormente qué parte del déficit será cubierta por el proyecto de valorización.

$$Déficit_t^j = TAD_t^j - TAT_t^j$$

Donde:

$Déficit_t^j$ es el déficit de toneladas tratadas en el año t por tipo de residuo j ;

TAD_t^j es el total de toneladas generadas en el año t por tipo de residuo j ;

TAT_t^j es el total de toneladas tratadas en el año t por tipo de residuo j .

Recordar que, en términos generales, se considera que son residuos potencialmente valorizables todos aquellos que pueden recibir algún tratamiento para ser reciclados o valorizados energéticamente con alguna tecnología disponible en el mercado. Sin embargo, usualmente los proyectos de valorización buscan dar un mejor uso a algunos tipos de residuos, y sobre éstos debe centrarse el análisis. Así, por ejemplo, si se estimase

que el déficit más importante se encuentra en los residuos orgánicos, el foco debiese estar puesto sobre el estudio de las tecnologías que permitan el tratamiento de este tipo de residuos.

Ejemplo

De acuerdo a las estimaciones de oferta y demanda antes realizada, se proyecta que el déficit por año y tipo de residuo es el que se indica en el Cuadro N°10.

El déficit estimado de papel para los años 2020 y 2025 se obtiene como sigue:

$$\text{Déficit}_{2020}^{\text{papel}} = 5.569 - 1.114 = 4.455 \left(\frac{\text{ton}}{\text{año}} \right)$$

$$\text{Déficit}_{2025}^{\text{papel}} = 6.854 - 1.371 = 5.483 \left(\frac{\text{ton}}{\text{año}} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 10 – Déficit actual y proyectado comuna

| AÑO | Toneladas por tipo de residuo no tratada comuna | | | | | | | |
|------|---|--------|-----------|---------|--------|------------|-----------|-----------|
| | Papel | Cartón | Plásticos | Metales | Vidrio | Tetra Pack | Orgánicos | Otros (1) |
| 2019 | 4.180 | 784 | 1.620 | 1.202 | 5.551 | 1.850 | 15.456 | 3.801 |
| 2020 | 4.455 | 835 | 1.726 | 1.281 | 5.917 | 1.972 | 16.475 | 4.051 |
| 2021 | 4.678 | 877 | 1.813 | 1.345 | 6.213 | 2.071 | 17.299 | 4.254 |
| 2022 | 4.875 | 914 | 1.889 | 1.402 | 6.475 | 2.158 | 18.028 | 4.433 |
| 2023 | 5.072 | 951 | 1.965 | 1.458 | 6.736 | 2.245 | 18.756 | 4.612 |
| 2024 | 5.274 | 989 | 2.044 | 1.516 | 7.005 | 2.335 | 19.503 | 4.796 |
| 2025 | 5.483 | 1.028 | 2.125 | 1.576 | 7.282 | 2.427 | 20.276 | 4.986 |
| 2026 | 5.699 | 1.069 | 2.208 | 1.639 | 7.569 | 2.523 | 21.075 | 5.183 |
| 2027 | 5.923 | 1.111 | 2.295 | 1.703 | 7.866 | 2.622 | 21.902 | 5.386 |
| 2028 | 6.154 | 1.154 | 2.385 | 1.769 | 8.173 | 2.724 | 22.757 | 5.596 |
| 2029 | 6.393 | 1.199 | 2.477 | 1.838 | 8.490 | 2.830 | 23.640 | 5.813 |

(1) "Otros" considera también "inertes".

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado el déficit (sin tratamiento), por tipo de residuo a nivel comunal, estas cifras deben ser aplicadas a la población que se ha definido como "objetivo" de esta iniciativa de inversión.

f) Aplicación a la Población objetivo del déficit actual y proyectado por tipo de residuo.

Finalmente, a partir de la “estimación del déficit actual y proyectado por tipo de residuo en la comuna”, es posible calcular el déficit por tipo de residuo de la “población objetivo”, resultado que será la base para la formulación del proyecto de valorización.

Para el estimar el déficit, es necesario contar con la población objetivo del año 2019 y su proyección a 10 años. De no contarse, es posible emplear la tasa de crecimiento aplicada a nivel comunal.

Ejemplo

De acuerdo al déficit comunal previamente calculado, se proyecta el déficit por año y tipo de residuo de la población objetivo, lo que se indica en el Cuadro N°11.

El déficit estimado de papel para el año 2020, se obtiene como sigue:

$$\text{Déficit Objetivo } t \text{ Población } \textit{papel} = \left(\text{Déficit}_t^{\textit{papel}} / \text{Población Comuna}_t \right) * \text{Población Objetivo } t$$

Donde:

$$\text{Déficit Objetivo } 2020 \text{ Población } \textit{papel} = (4.180 / 129.999) * 3.915 = 134$$

Cuadro N° 11 – déficit residuos población objetivo

| AÑO | Población Comuna | Población Objetivo | Toneladas por tipo de residuo no tratada | | | | | | | |
|------|------------------|--------------------|--|--------|-----------|---------|--------|------------|-----------|----------|
| | | | Papel | Cartón | Plásticos | Metales | Vidrio | Tetra Pack | Orgánicos | Otros(1) |
| 2019 | 124.150 | 3.877 | 131 | 24 | 51 | 38 | 173 | 58 | 483 | 119 |
| 2020 | 129.999 | 3.915 | 134 | 25 | 52 | 39 | 178 | 59 | 496 | 122 |
| 2021 | 134.085 | 4.029 | 141 | 26 | 54 | 40 | 187 | 62 | 520 | 128 |
| 2022 | 137.263 | 4.556 | 162 | 30 | 63 | 47 | 215 | 72 | 598 | 147 |
| 2023 | 140.282 | 4.612 | 167 | 31 | 65 | 48 | 221 | 74 | 617 | 152 |
| 2024 | 143.294 | 4.754 | 175 | 33 | 68 | 50 | 232 | 77 | 647 | 159 |
| 2025 | 146.337 | 4.881 | 183 | 34 | 71 | 53 | 243 | 81 | 676 | 166 |
| 2026 | 149.416 | 4.915 | 187 | 35 | 73 | 54 | 249 | 83 | 693 | 170 |
| 2027 | 152.532 | 5.064 | 197 | 37 | 76 | 57 | 261 | 87 | 727 | 179 |
| 2028 | 155.681 | 5.122 | 202 | 38 | 78 | 58 | 269 | 90 | 749 | 184 |
| 2029 | 158.866 | 5.321 | 214 | 40 | 83 | 62 | 284 | 95 | 792 | 195 |

(1) "Otros" considera también "inertes".

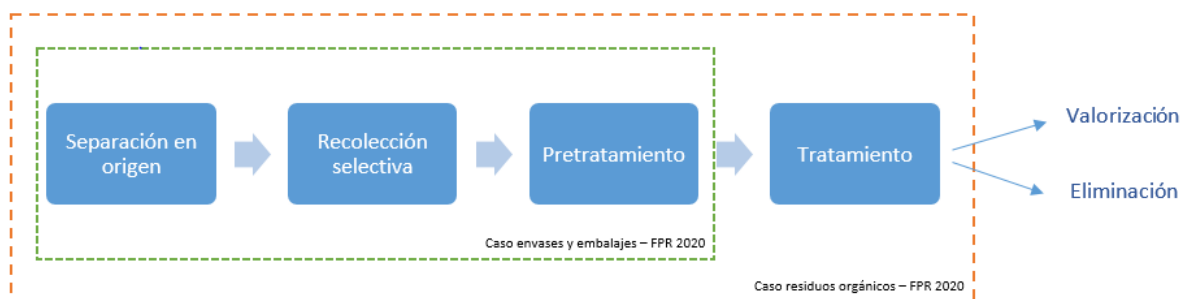
Fuente: Elaboración propia

3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En esta etapa se debe identificar la propuesta técnica y legalmente factible que permita **dar solución al problema u oportunidad detectada**. La propuesta debe ser presentada considerando que el foco de financiamiento del Fondo para el Reciclaje 2020 corresponde a proyectos **pilotos de separación en origen con infraestructura para el manejo de residuos de envases y embalajes y de residuos orgánicos, que contemplen sensibilización ciudadana y/o promoción del conocimiento técnico municipal y de recicladores de base**.

Para el proyecto de valorización, se deberá considerar las etapas que financia el FPR 2020, según la Figura N° 9, para el residuo de Envases y Embalajes corresponderá a las líneas segmentadas de color verde (separación en origen, recolección selectiva y pretratamiento), mientras que para los residuos orgánicos corresponderá a la línea segmentada de color anaranjado (incluye la etapa de tratamiento).

Figura N°9- Etapas a considerar en el financiamiento del FPR 2020



Fuente: Elaboración propia

Así, el formulador deberá plantear la propuesta de solución considerando al menos los siguientes elementos:

1. Etapa de Separación en origen

- Método de separación en el cual se almacenarán los residuos en el hogar previo a su retiro (bolsas, contenedores, cajas, etc).
- Condiciones de entrega del material.
- Plan de sensibilización ciudadana.

2. Etapa de recolección

- Sistema de recolección centralizado a cargo de la Municipalidad, sistema de recolección descentralizado o sistema de entrega, inclusión de recicladores de base

- Concordancia del sistema de recolección deseado en función de la densidad residencial (número de casas atendidas, cercanía de los hogares entre sí).
- Plan de rutas de recolección.
- Sistema de logística y plan de rutas de transporte.

3. Etapa de pretratamiento

- Características de la instalación.
- Condiciones de entrega del material.
- Operaciones físicas preparatorias o previas a la valorización, como separación, corte, trituración, compactación, entre otras.
- Requerimiento de recurso humano.
- Señalética.
- Suministro de agua potable, alcantarillado, electricidad.
- Localización.

4. Etapa de tratamiento para la fracción orgánica de residuos

4.1. Escala domiciliaria

- Esquema de distribución de la entrega de equipamiento para la valorización de la fracción orgánica
- Plan de seguimiento

4.2. Escala barrial o comunitario

- Características de la instalación
- Tecnología o combinación de tecnologías utilizadas
- Accesos disponibles
- Suministro de agua potable, alcantarillado, electricidad
- Señalética requerida
- Requerimiento de recursos humanos
- Requerimiento de maquinaria especializada
- Localización

Una completa caracterización del proyecto de valorización requiere además plantear un **modelo de gestión** que no sólo integre las 4 etapas anteriores, sino que asegure la *viabilidad* del proyecto en 4 componentes principales:

1. **Económico:** Deben definirse las fuentes de financiamiento existentes, no sólo en términos del proyecto de inversión, sino también de la operación y mantenimiento

del proyecto, los cuales podrán ser aportes cofinanciados. Esto es, quién se hará responsable de la prestación de los servicios comprometidos a lo largo de la vida útil del proyecto y qué cargos habrán comprometidos, pudiendo incorporar tanto participación pública como privada. Adicionalmente, deberá evaluarse la existencia de capacidades gerenciales y/o de administración de los recursos empleados en la operación del proyecto.

Es así que, los proyectos de valorización de residuos deben representar una oportunidad para lograr un mejor aprovechamiento de recursos que serían de otro modo eliminados. Sin embargo, esta oportunidad se encuentra limitada por la capacidad e intención de compra de las empresas y actores de mercado que utilizan los materiales reciclados, energía producida, etc. Así, deberá realizarse una investigación de mercado que permita identificar el verdadero valor económico que los residuos potencialmente valorizables tienen en el mercado. Deben analizarse los precios de los materiales en la puerta del comprador, ubicación de los mismos, número de compradores en el mercado, entre otras variables. A partir de esto se establecerá además una cota máxima para la demanda relevante del proyecto de valorización. Es decir, no puede proyectarse un aprovechamiento de los residuos potencialmente valorizables que sea mayor al que podría colocarse en el mercado. La investigación de mercado que se realice debe ser debidamente respaldada por los medios de verificación correspondientes (encuestas, estudios y publicaciones, etc).

El verdadero valor de mercado de los residuos dependerá de:

- Precio del residuo después del tratamiento recibido (reciclaje o valorización energética).
- Número de empresas en el mercado que utilizan los residuos tratados.
- Número de proyectos que compitan con los residuos a valorizar.
- Distancia entre el lugar de tratamiento de los residuos y el lugar donde se encuentran las empresas compradoras de éstos.

El formulador debe preguntarse, ¿Quién comprará los residuos valorizados o qué uso interno se les dará? ¿Existen otros proyectos de valorización que estén colocando los mismos recursos en el mercado? ¿En qué medida afectará esto el precio de venta de los materiales? Estos elementos están también relacionados con el análisis de oferta y demanda antes descrito.

2. **Social:** Al ser proyectos de recolección diferenciada dependerán fuertemente de participación de la ciudadanía, por lo que en caso de contar con un instrumento

como encuestas, entrevistas, estudios relacionados, entre otros, que evalúe el grado de aceptación que el proyecto tiene en la comunidad, se deberá incorporar en el proyecto. Además, analizar las preferencias de los recicladores de base, si se les incluye en el proyecto, en función de sus expectativas contractuales o deseo de formalización de su trabajo.

A su vez, se podrá presentar una carta de apoyo y compromiso del Comité Ambiental Comunal, en caso de que la comuna cuente con dicha entidad.

3. **Normativa y actores:** A su vez, el proyecto debe situarse en el contexto normativo que lo rige y en consideración de los actores relevantes que en éste participan, definiendo las atribuciones y responsabilidades de éstos. El formulador deberá establecer claramente cómo se interrelacionan estos roles y plantear un esquema de gestión completo de los residuos que se decida valorizar.

4. **Calidad de los materiales:** No todos los residuos potencialmente valorizables son usados en la práctica puesto que la calidad de muchos de ellos no está de acuerdo con los estándares mínimos necesarios para que sean puestos en el mercado. Esto es especialmente relevante para proyectos de reciclaje de residuos de envases y embalajes como vidrio, papel, cartón y plásticos, ya que sólo una fracción de ellos cumplirán con las exigencias de limpieza y presentación que los compradores de estos materiales imponen. Así por ejemplo, residuos valorizables retirados mediante un proceso de recolección mixta (no diferenciada) y tratados posteriormente para ser vendidos a los productores, tienen usualmente una calidad menor que aquellos que se obtienen de la recolección segregada. En general, se espera que los residuos que poseen mayor calidad son los que, en la etapa de recolección, son retirados por los recicladores de base o mediante un sistema de entrega. Por lo tanto, se debe indicar cuáles serán los residuos de envases y embalajes con los cuales se considera.

4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación social de este tipo de proyectos tiene por objeto identificar, medir y valorar todos los costos y beneficios asociados a la construcción de una instalación de valorización. En la medida que el bienestar social sea mayor al que se hubiera alcanzado sin el proyecto, se podrá concluir que la iniciativa planteada es rentable socialmente.

4.1 Identificación de beneficios (descripción de índole cualitativo)

Se requiere describir de manera cualitativa los beneficios que se espera obtener de la ejecución del proyecto de valorización propuesto.

Ejemplo:

- Por menor disposición en rellenos sanitarios
- Por venta de residuos valorizados y/o por ahorro de costos en procesos internos
- Por ahorro en emisiones de Gases de Efecto de Invernadero
- Por menores tasas de morbilidad
- Por mayor información y conciencia ambiental
- Por menor explotación de recursos naturales
- Otra: identificar y caracterizar

4.2 Identificación y cuantificación de los costos

La identificación de los costos a nivel físico de un proyecto de valorización debe considerar las diferentes actividades que se encuentran involucradas en el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, se deberá tener en cuenta la cuantificación física de los insumos requeridos como inversión inicial del proyecto, además de operación y mantenimiento de éste.

Asimismo, los costos del proyecto deben ser ajustados para representar el verdadero costo que el proyecto de valorización tiene para la sociedad, corrigiendo los precios de mercado (privados) en función de las distorsiones que en éste se presenten³.

³ Para mayor detalle respecto a la corrección a **precios sociales**, se debe revisar los precios sociales publicados por el SNI.

a) Inversión

Corresponden a los costos involucrados en la construcción de la infraestructura e incluye materiales, maquinaria y mano de obra. Asimismo, la adquisición de equipos, incluyendo la inversión total en la compra hasta su puesta en funcionamiento e incorporando las modificaciones y/o adaptaciones de infraestructura requeridas e instalaciones complementarias. Corresponde asignar este gasto en el momento inicial del proyecto.

La identificación de los componentes físicos de la inversión se puede hacer con la ayuda de otros proyectos similares al proyecto de valorización en términos de la tecnología e infraestructura a utilizar. Si no se dispone de información confiable de este tipo, será necesario realizar un diseño preliminar del proyecto para contar con estimaciones adecuadas de las cantidades físicas de insumos requeridos en la construcción del proyecto.

En términos generales, se pueden considerar como parte de la iniciativa del proyecto de valorización los siguientes ítems de costos:

- Terreno
- Obras civiles
- Equipamiento
- Consultoría (incluye capacitación, educación ambiental y sensibilización a la ciudadanía, partidas que suelen representar hasta un 5-7% del monto total de inversión del proyecto).

b) Operación y mantenimiento

- **Costos de operación:** Los costos que surgen por este tipo de proyectos están principalmente asociados a la operación rutinaria. Algunos ejemplos de partidas a considerar son: consumo de servicios básicos; personal de aseo y seguridad; conservación de los sistemas eléctricos, agua potable, alcantarillado, etc.
- **Costos de mantención:** Corresponden a los costos incurridos para evitar el deterioro de la maquinaria e infraestructura, tales como pinturas, barniz, limpieza de ductos, reposición de componentes menores.

Todos los costos deberán ser expresados en precios sociales, para lo cual, los precios de mercado deberán ser corregidos según lo siguiente:

| Costos | Ajuste |
|---|----------------------------------|
| Maquinarias, equipos e insumos nacionales | Descontar IVA y otros impuestos; |

| | |
|---|--|
| Maquinarias, equipos e insumos importados | Descontar IVA, arancel y otros impuestos; aplicar el factor de corrección de la divisa |
| Sueldos y salarios | Aplicar el factor de corrección de la mano de obra, para cada nivel de calificación. |
| Combustibles | Utilizar el Valor Social del Diesel o Gasolina. |

c) Horizonte de evaluación y Vida útil

Horizonte de Evaluación: unidad de tiempo utilizada para la estimación del flujo de beneficios y costos atribuibles al proyecto y se puede determinar considerando las características de éste; usándose para ello, la vida económica de los activos físicos o proponiendo un límite donde la proyección de los flujos sea más certera, es en general menor o igual a la vida útil económica de las obras de infraestructura.

Vida Útil: duración que se le asigna a un bien como elemento de provecho para una entidad. Las bases utilizadas para la determinación de la vida útil son: a) tiempo en años (edificios, mobiliario) b) capacidad de producción (vehículos, máquinas o equipos).

Valor Residual: Se debe considerar al final del horizonte de evaluación y corresponde al valor económico del proyecto, conocido también como valor de rescate.

- 1) Para proyectos Punto Limpio, se considera una vida útil de 10 años, y un horizonte de evaluación de 10 años, por lo tanto, el Valor Residual será 0.
- 1) Para proyectos de centros de acopio, si se estima una vida útil superior a 10 años se deberá determinar un valor residual. Para esto, se considera el costo total de inversión y se aplica depreciación lineal, luego ese valor se multiplica por los años restantes de duración de la vida útil.

Ejemplo: Si el proyecto tiene una vida útil de 15 años y se considera un horizonte de evaluación de 10 años, el valor Residual corresponderá al valor económico de la obra por los 5 años que restan.

$$\mathbf{VR = Valor Actual de la Inversión/HE * (VU-HE)}$$

Donde:

VR = Valor Residual

VA = Valor Actual de la Inversión

HE = Horizonte de Evaluación (10 años)

VU = Vida útil

4.3 Construcción de Flujo de Costos

Al adoptarse el enfoque de evaluación costo - eficiencia, los flujos del proyecto estarán conformados por los costos de inversión, operación y mantención, ya señalados. El año 0 del proyecto se indican los costos de inversión y para el horizonte de evaluación deben identificarse los costos de operación y mantención, lo que permitirá determinar el Valor Actual de los Costos, VAC.

Cálculo del CAC (valor actual costos)

$$VAC = Inv + \sum_{t=1}^n \frac{CT_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Inv : Inversión Inicial

CT_t : Costos totales incurridos durante el año t

n = Horizonte de evaluación (años)

r : Tasa social de descuento

Horizonte de evaluación: El horizonte de evaluación corresponde a los años de vida útil del proyecto y es en general menor o igual a la vida útil económica de las obras de infraestructura. En la mayoría de las obras de infraestructura urbana es común utilizar un período de 20 años, aunque en el caso de los proyectos de valorización esto será particular a la instalación y tecnología de que se trate.

Así por ejemplo, el horizonte de evaluación de un punto limpio deberá corresponder a 10 años como máximo. Esto, porque en un período de tiempo mayor, la infraestructura provista alcanza un nivel de deterioro tal que se requerirían inversiones adicionales importantes para no comprometer el nivel de servicio que originalmente se prestaba.

Cuadro 12-Costos del proyecto de valorización

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| t | 2020 | 20201 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| Inversión | | | | | | | | | | | |
| Terreno | 10.000.000 | | | | | | | | | | |
| Obras civiles | 300.000.000 | | | | | | | | | | |
| Equipamiento | 50.000.000 | | | | | | | | | | |
| Gastos administrativos | 5.000.000 | | | | | | | | | | |
| Total Inversión | 365.000.000 | | | | | | | | | | |
| Costos | | | | | | | | | | | |
| Gastos en personal | | 35.175.000 | 35.350.875 | 35.527.629 | 35.705.268 | 35.883.794 | 36.063.213 | 36.204.045 | 36.244.171 | 36.319.943 | 36.135.883 |
| Insumos operación | | 30.150.000 | 30.300.750 | 30.452.254 | 30.604.515 | 30.757.538 | 30.911.325 | 31.032.038 | 31.066.432 | 31.131.379 | 30.973.614 |
| Mantenimiento y reparaciones | | 5.025.000 | 5.050.125 | 5.075.376 | 5.100.753 | 5.126.256 | 5.151.888 | 5.172.006 | 5.177.739 | 5.188.563 | 5.162.269 |
| Total Costos | | 70.350.000 | 70.701.750 | 71.055.259 | 71.410.535 | 71.767.588 | 72.126.426 | 72.408.089 | 72.488.342 | 72.639.885 | 72.271.766 |
| Flujos actualizados | -365.000.000 | 45.714.659 | 43.145.568 | 40.793.349 | 38.524.648 | 36.381.427 | 34.779.931 | 33.220.552 | 31.785.083 | 29.974.919 | 28.623.962 |

Fuente: Elaboración propia

4.4 Cálculo del Indicador Costo-Eficiencia FPR 2020

El Indicador Costo Eficiencia Reciclaje ($ICE_{reciclaje}$) da cuenta del costo unitario por tonelada de residuos recolectados para el reciclaje que estima manejará la comuna con la implementación del proyecto.

$$ICE_{reciclaje} = \frac{VAC}{[ton\ residuos\ recolectados]}$$

Donde:

VAC: Valor Actual de los Costos

Ton residuos recolectados: cantidad estimada de los residuos a manejar por el proyecto, presentada en toneladas por año [ton/año].

4.5 Elementos complementarios a la propuesta

Capacitaciones: Corresponden a los costos involucrados en fomentar la sensibilización de la ciudadanía en materia de gestión de residuos, capacitación municipal o de recicladores de base, los cuales son necesarios para complementar la buena implementación del proyecto de inversión. **Notar que la capacitación ciudadana sobre el concepto de valorización de residuos es un aspecto clave en la formulación de proyectos de este tipo. Si la población objetivo no ha sido instruida sobre el rol que debe cumplir en el desarrollo del proyecto, existe una gran probabilidad de que éste fracase. Los**

formuladores deberán plantear por tanto una línea de acción clara respecto a la educación que recibirán en esta materia las personas.

5. PRESENTACION DEL PROYECTO

La presentación del proyecto debe contener

- Estudio de perfil = estudio de preinversion detallado de acuerdo a la formulación y evaluación anterior
- Ficha IDI del proyecto propuesto
- Detalle de recursos solicitados por fuente de financiamiento acorde a ficha IDI
- Anexar toda la documentación solicitada en el Concurso del Fondo para el Reciclaje
- Cumplimiento de los requisitos de información que se señalan a continuación.

Requisitos de información para postulación de iniciativas de inversión

A continuación se presenta un resumen de los contenidos y requisitos que se deben considerar en la formulación y presentación de los proyectos. Estos contenidos se suman a los ya establecidos en las bases del Fondo para el Reciclaje y deben ser aportados por el formulador para la correspondiente etapa de evaluación del proyecto.

| Antecedentes Requeridos para la Presentación de Proyectos | Observaciones |
|--|---|
| Formulación del proyecto “Guía para la formulación y evaluación Socioeconómica de proyectos del fondo para el reciclaje 2020” 1. Identificación y definición del problema | Justificación argumental, con indicación de fuente, de la consistencia de la iniciativa de inversión en relación a la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Se debe identificar el problema que se pretende resolver. El foco debe estar en el problema principal, estableciendo las causas que lo originan y los efectos que produce. |
| 2. Diagnóstico de la situación actual | Corresponde incluir un análisis de la demanda y oferta de la situación actual, que permita visualizar de forma clara la necesidad que se pretende cubrir y las características del problema. |

| | |
|---|--|
| <p>- Identificación de Área de Estudio y Área de influencia</p> | <p>El área de estudio corresponde a la zona geográfica que da contexto al problema. Su delimitación dependerá de las características propias del proyecto, pudiendo ser definida por límites geopolíticos o geográficos, por la organización territorial, o por la configuración territorial de la red de un determinado servicio en análisis, entre otros.</p> |
| <p>- Población objetivo</p> | <p>Señalar la población objetivo a la que apunta el proyecto, que puede corresponder al total de la población potencial o afectada por el problema u oportunidad, o bien a un subgrupo de ésta.</p> |
| <p>- Cálculo de la demanda actual y proyectada</p> | <p>Corresponde al requerimiento que realiza la población afectada para satisfacer una necesidad. El análisis de demanda actual deberá indicar la población potencial beneficiaria del proyecto. Considera un estudio de demanda que incluye el siguiente análisis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paso 1: Determinación de la cantidad actual de residuos generados. • Paso 2: Proyección de la cantidad de residuos generados. • Paso 3: Determinación de la cantidad actual de residuos valorizables • Paso 4: Proyección de la cantidad de residuos valorizables. |
| <p>- Cálculo de la Oferta actual y proyectada</p> | <p>Hace referencia a la cantidad del bien o servicio entregado en el área de influencia. La oferta es caracterizada en función de la infraestructura para la valorización de residuos disponible, y la proyección de ésta debe considerar la evolución esperada de la provisión de este tipo de infraestructura.</p> |
| <p>- Cálculo del déficit actual y proyectado</p> | <p>Se debe estimar sobre la base de la comparación de la demanda (actual y proyectada) y la oferta (actual y proyectada) en el área de influencia, que permita definir las necesidades de contar con mayor infraestructura para la valorización de residuos.</p> |

| | |
|---|---|
| 3. Modelo de gestión | El modelo gestión que se proponga no solo ha de considerar las etapas de recolección, transporte y tratamiento, sino que también asegurar la viabilidad del proyecto en lo económico, social y ambientalmente. Deberá asimismo ajustarse al contexto normativo y establecer la participación de los actores relevantes definiendo sus responsabilidades y atribuciones y como se interrelacionan sus roles. De lo anterior, se ha de plantear un esquema de gestión completo de los residuos acorde a lo que se decida valorizar. |
| 4. Informes y especificaciones técnicas que avalen la propuesta. | <ul style="list-style-type: none"> - Incluir toda aquella documentación que acredite la propiedad y/o los derechos sobre el sitio donde se emplazará el proyecto. - Plano cartográfico del área del proyecto. - Plano ubicación instalación. |
| 5. Estimación de Costos | <p>Entre estos considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terreno - Obras civiles - Equipamiento - Consultorías |
| 6. Costos de mantención, operación y mantenimiento. | <p>Entre los costos desglosados, considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maquinarias - Dotación de personal - Edificaciones - Sistema de electricidad e iluminación - Sistema de agua potable y alcantarillado - Seguridad - otros |
| 7. Cronograma de actividades (carta Gantt) para el horizonte total de ejecución del proyecto. | Se debe detallar el cronograma, tanto para las actividades postuladas al FPR 2020, como para el horizonte de evaluación del proyecto. |