



**“ESTUDIO DE EVALUACIÓN EX – POST DE MEDIANO PLAZO A
PROYECTOS DE RELLENOS SANITARIOS E INFRAESTRUCTURA
COMPLEMENTARIA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS”**

ID 730566-16-LE18

RESUMEN EJECUTIVO

**MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL Y FAMILIA
SUBSECRETARÍA DE EVALUACIÓN SOCIAL
SANTAR CONSULTORES ASOCIADOS LTDA**

**Documento elaborado por Santar Consultores Asociados Ltda.
Para la Subsecretaría de Evaluación Social
Ministerio de Desarrollo Social y Familia
Gobierno de Chile
Enero de 2020**

Contenido

I. Introducción	4
II. Marco Conceptual de la Gestión de Residuos Sólidos	7
A. Desarrollo	7
B. Conclusiones y recomendaciones	8
III. Evaluación Ex – Post	10
A. Desarrollo	10
B. Conclusiones y recomendaciones	11
IV. Análisis Satisfacción Usuaría	14
A. Desarrollo	14
B. Conclusiones y recomendaciones	15
V. Evaluación Modelo de Gestión	16
A. Desarrollo	16
B. Conclusiones y recomendaciones	17
VI. Criterios de Localización de Rellenos Sanitarios y Valor de Desecho	22
A. Desarrollo	22
B. Conclusiones y recomendaciones	23
VII. Beneficios y Costos en Proyectos de Valorización de Residuos	24
A. Desarrollo	24
B. Conclusiones y recomendaciones	25
VIII. Externalidades Rellenos Sanitarios	26
IX. Integralidad de Proyectos	26

I. Introducción

En el contexto del Sistema Nacional de Inversiones y como parte de su programa de Evaluación Ex – Post de Mediano Plazo, el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) ha contratado el estudio “Evaluación Ex – Post de Mediano Plazo a Proyectos de Relleno Sanitario e Infraestructura Complementaria para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios” con el objetivo de fortalecer y retroalimentar la formulación y evaluación de proyectos de gestión de residuos sólidos a través del análisis de iniciativas de inversión aprobadas por el SNI que cuenten con más de tres años de operación. Dentro de sus objetivos específicos se cuentan:

- 1) Desarrollar un marco conceptual de la gestión de residuos sólidos de la política pública actual y su implicancia en inversión pública.
- 2) Verificar el cumplimiento de lo programado en la formulación y evaluación del proyecto, analizando las brechas entre la evaluación ex – ante y ex – post.
- 3) Realizar una evaluación de la percepción de la calidad del servicio entregado a nivel de administración, instalaciones e identificar las necesidades actuales de los usuarios directos.
- 4) Evaluar el modelo de gestión de residuos de cada proceso involucrado, desde recolección hasta su eliminación final.
- 5) Efectuar un análisis crítico de los criterios de localización de Rellenos Sanitarios, para retroalimentar la formulación de proyectos de residuos, considerando en el análisis el proceso de la gestión de residuos a nivel local.
- 6) Analizar y cuantificar la valorización de beneficios y costos asociados a la instalación de infraestructura para la gestión de residuos.
- 7) Plantear un plan de difusión de los resultados y retroalimentar el proceso de inversión de proyectos de gestión de residuos.

De acuerdo a lo indicado en las Bases de Licitación, se requiere analizar, a lo menos, tres iniciativas de inversión de un total de ocho, individualizadas en el Anexo Técnico N°7 de las Bases. En la Tabla N°1 se presenta el listado de iniciativas de inversión potencialmente seleccionables.

Tabla N°1. Listado de Proyectos Seleccionables

Código BIP	Nombre de la Iniciativa
30073438-0	Construcción Relleno Sanitario Arauco Curanilahue
30037151-0	Construcción Relleno Sanitario Caldera
30070494-0	Construcción Relleno Sanitario Comuna de Guaitecas
20159691-0	Construcción Relleno Sanitario de Coyhaique
30086288-0	Construcción Relleno Sanitario de la Provincia del Huasco
30087486-0	Construcción Relleno Sanitario Provincial
30006057-0	Construcción Relleno Sanitario Puerto Cisnes, Cisnes
30066430-0	Construcción Relleno Sanitario Villa La Tapera

Fuente: Bases de Licitación

Dado que para el desarrollo del estudio resulta fundamental contar con información detallada de la etapa de preinversión de cada una de las iniciativas que se listan en la Tabla N°1, en relación con su formulación y evaluación económica, se solicitó al MDSF el siguiente listado de información para cada una de las iniciativas potencialmente seleccionables:

- 1) Ficha IDI
- 2) Resultado Evaluación Ex – Post de Corto Plazo¹
- 3) Informe Técnico – Económico de la Iniciativa
- 4) Memoria de Cálculo Evaluación Económica de la Iniciativa
- 5) Presupuestos de Inversión, Operación y Mantenición
- 6) Planos de Diseño
- 7) DIA/EIA
- 8) Cronograma de Actividades

De las ocho iniciativas incluidas en Tabla N°1, el MDSF recabó información para cuatro de ellas, que se presentan en la Tabla N°2.

¹ Esta solicitud está condicionada a que la iniciativa de inversión en análisis, haya sido considerada en la muestra del proceso de evaluación ex – post de corto plazo que realiza cada año el MDS.

Tabla N°2. Iniciativas de Inversión con Información Disponible

Código BIP	Nombre de la Iniciativa
30073438-0	Construcción Relleno Sanitario Arauco Curanilahue
30037151-0	Construcción Relleno Sanitario Caldera
30086288-0	Construcción Relleno Sanitario de la Provincia del Huasco
30087486-0	Construcción Relleno Sanitario Provincial

Fuente: Elaboración Propia

Una vez recibida la información de estas cuatro iniciativas de inversión, se procedió a realizar un balance de la información solicitada y un análisis de su calidad.

Como resultado de este análisis, se acuerda con el MDSF seleccionar las siguientes iniciativas²:

- 1) Construcción Relleno Sanitario Arauco – Curanilahue
- 2) Construcción Relleno Sanitario de Caldera
- 3) Construcción Relleno Sanitario de la Provincia del Huasco

² El proyecto Construcción Relleno Sanitario Provincial, no fue desechado del todo. Se realizó un análisis de su modelo de gestión y aplicación de encuesta de satisfacción usuaria.

II. Marco Conceptual de la Gestión de Residuos Sólidos

A. Desarrollo

Chile se encuentra en posiciones de liderazgo a nivel latinoamericano y con estándares mundiales en cobertura de recolección y disposición final de residuos. Sin embargo, en reciclaje y valorización el desarrollo es incipiente, existiendo una amplísima brecha respecto de la Unión Europea.

En el año 2005 se aprueba la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), instrumento de planificación elaborado por un grupo interministerial de trabajo y liderado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), con el objetivo de “lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector”.

Dicha política se orienta a la implementación de una estrategia jerarquizada, promoviendo la prevención en la generación de residuos sólidos y, si su prevención no es posible, fomentar, en este orden, su reutilización, reciclaje, valorización energética, tratamiento y disposición final, con la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente.

La PGIRS logró significativos avances en la materia sobre todo en el área institucional destacando la creación del Ministerio del medio Ambiente (MMA) en el año 2010; sin embargo, el surgimiento de se producen algunos eventos y constataciones durante la década del 2010 como i) el ingreso de Chile a la OECD, ii) el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) del 2015, iii) la necesidad de actualizar los instrumentos de planificación y iv) cumplir con los objetivos y metas pendientes de la PGIRS, sugirieron la conveniencia de desarrollar una nueva política para el periodo 2018 – 2030.

De eta forma surge la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) 2018 – 2030 con una doble finalidad:

- i) Profundizar los avances alcanzados con la PGIRS que definió el marco regulatorio, a través de generar los instrumentos (decretos, reglamentos, guías y otros) que permitan su adecuada implementación a un nivel más táctico (micro) y hacerse cargo de temas pendientes definidos en la PGIRS

y no abordados durante su implementación, como, por ejemplo, el financiamiento de la gestión de residuos domiciliarios.

- ii) Actualizar la PGIRS, ya que, desde su creación y posterior ejecución, la realidad de la gestión de residuos en el país ha evolucionado producto los eventos y constataciones internos y externos antes señalados junto al hecho de que el alcance temporal de la PGIRS se encuentra caducado.

En relación a los principios rectores de PNR, se incluyen casi todos aquellos consignados en la Ley N°20.920, quedando fuera los siguientes principios: i) el que contamina paga, ii) libre competencia, iii) precautorio y iv) responsabilidad del generador de un residuo.

Igualmente, de los principios presentes en la PGIRS se elimina el principio de autosuficiencia y soberanía nacional. Se reemplaza el principio de racionalidad económica (minimización de costos sociales y maximización de beneficios sociales) por el de racionalidad ambiental.

Finalmente, se incorpora a la Política Nacional de Residuos los principios de educación ambiental y equidad territorial.

B. Conclusiones y recomendaciones

- 1) En relación con la formulación de la PGIRS y, luego la PNR 2018 – 2030, llama la atención que ellas no cuenten con un diagnóstico acabado y un respaldo técnico – económico, por lo que su contenido es sólo cualitativo, sin ningún tipo de medición y valorización de beneficios y costos de las acciones propuestas, así como de la fijación de metas.
- 2) La formulación de la PNR 2018 – 2030, no dispuso de una evaluación ex – post de su antecesora, la PGIRS, que diera cuenta de su ejecución, de manera de evaluar el nivel de cumplimiento de sus objetivos en términos de costos y de eficiencia. Esto es una carencia significativa, en la medida que la PNR 2018 – 2030 es la continuadora temporal de la PGIRS.
- 3) A pesar de los avances en institucionalidad alcanzados durante la implementación de la PGIRS, el país todavía no cuenta con un organismo centralizado que se encuentre 100% dedicado a la gestión de residuos sólidos. Este organismo debiera poder articular al sector y estar a cargo del desarrollo de todas las tareas relacionadas con la gestión de residuos del país, siguiendo el ejemplo de la

comunidad autónoma de Cantabria en España donde crean la empresa pública MARE perteneciente al Gobierno de Cantabria y adscrita a la Consejería de Medio Ambiente, dedicada a la gestión de todas aquellas tareas de carácter medioambiental que le encomienda el Gobierno.

- 4) El marco regulatorio en materia de gestión de residuos se ha venido fortaleciendo durante los últimos 15 años, destacando la promulgación de la Ley N°20.920 (Ley REP) que entrega un mayor sustento legal a la implementación de una estrategia jerarquizada en el país. Otro aspecto relevante, es la existencia de 27 cuerpos normativos entre leyes, resoluciones, normativas y reglamentos. Se sugiere disponer de uno a dos textos legales de tipo generales que aborden toda la problemática de residuos sólidos y que se expresen operativamente vía resoluciones, normas y reglamentos que se requieran.
- 5) Si Chile quiere llegar a los niveles que exhiben países de la comunidad europea, la educación ambiental debe ser parte de los currículos formales desde la educación preescolar en adelante. Ello permitirá masificar el proceso educativo y lograr que las nuevas generaciones sean "amigas y protectoras" del medio ambiente.
- 6) Se requiere que el sistema de gestión de residuos domiciliarios cuente con un sistema tarifario eficiente, establecido con criterios técnicos y amparado bajo el principio "el que contamina paga" y que cuente con un nivel de fiscalización adecuado.

La exitosa experiencia europea muestra que la separación en origen es requisito fundamental para el reciclaje y proyectos de valorización y ello se ha logrado con la combinación virtuosa de una sólida educación ambiental y un conjunto de incentivos a nivel de los hogares (pagos y cobros) para que realicen una separación en origen.

- 7) El mercado de recolección de residuos domiciliarios es imperfecto y presenta muchas debilidades e irregularidades expresado en muchos casos judiciales abiertos. El actuar independiente y con total autonomía de cada municipio antes señalado, ha sido una de sus causas principales. Por tanto, se requiere incentivar el desarrollo de la oferta de servicios de recolección generando una sana competencia, unido a una mayor transparencia en los procesos de licitación

desarrollados por los municipios, siendo clave la propuesta anterior, de un actuar conjunto de municipios y gobierno central.

- 8) Una de las debilidades de la gestión de residuos en Chile es no disponer de sistemas de información. El ingreso del país a la OCDE y la creación del RETC ha permitido mejorar el levantamiento de información. La siguiente etapa por desarrollar, consiste en mejorar la calidad y estandarización de dicha información, haciendo más eficiente la toma de decisiones y la posibilidad de compararse con el resto del mundo.
- 9) Con el objetivo de avanzar en el aumento de la tasa de valorización del país, se sugiere realizar un estudio de prefactibilidad que permita determinar las tecnologías de valorización más eficientes y efectivas para la realidad nacional.

III. Evaluación Ex – Post

A. Desarrollo

Para el correcto desarrollo de una evaluación ex – post se requiere cumplir con dos requisitos fundamentales:

- 1) En primer lugar, además de la información completa de la evaluación ex – ante, es necesario disponer de los flujos de inversión y de gastos efectivamente incurridos, tanto de la inversión inicial y reinversiones como de los costos y gastos de operación de los años de operación efectiva del proyecto.
- 2) En segundo término, es necesario que dicha información se agrupe en la misma estructura de cuentas de los flujos ex – ante, con el propósito de poder comparar cada partida asociada al proyecto y obtener de esta forma, conclusiones útiles sobre las bondades de las estimaciones ex – ante, tanto de precios como de cantidades y no sólo disponer de las variaciones a nivel de indicadores de rentabilidad globales.

Por lo tanto, para las 4 iniciativas de inversión a analizar, para complementar la información ex – ante y ex -post enviada por la contraparte, se procedió a realizar una campaña de terreno para el levantamiento de información primaria (escenario ex – post) de cada una de ellas, que permitió contar con:

- Contratos de ejecución de obras, compra de terreno y adquisición de maquinarias y equipos.
- Información de costos de operación.
- Inspección visual de las instalaciones y funcionamiento de cada iniciativa en estudio.

El resultado final fue que los 2 requisitos propios de una adecuada evaluación ex post se cumplen para la inversión inicial en la construcción de los 3 proyectos que se analizan, pero no acontece así para los costos y gastos de operación, lo que redundará en la diferente calidad de los resultados ex post en lo relativo a inversión y costos de operación.

El procedimiento de análisis seguido en cada uno de los proyectos estudiados contempló las siguientes etapas:

- Objetivo de la Iniciativa
- Descripción
- Historia y Tramitación del proyecto
- Formulación del Proyecto
- Evaluación Socio Económica

El resultado final fue disponer para cada proyecto de una cabal comprensión de sus objetivos y contenidos, de un análisis crítico de su evaluación ex - ante con identificación de principales hallazgos como no inclusión del valor del terreno, errores en la corrección a precios sociales, no inclusión de valor de desecho, errores numéricos entre otros, y la realización de la evaluación ex post, objetivo central buscado, obteniendo las VACS sociales ex post y su comparación con los respectivos valores ex -ante, lo cual será resaltado en las conclusiones que siguen.

B. Conclusiones y recomendaciones

- 1) La principal conclusión que se desprende de este estudio es la ratificación y constatación de que el éxito de una evaluación ex - post, en términos del logro de sus objetivos, depende del cumplimiento de los 2 requisitos señalados:

- Disponer de información fidedigna y completa de los procesos de ejecución y operación del proyecto.
- Que dicha información ex – post se organice y estructure de la misma forma que en el proceso de preinversión.

En relación con lo anterior, en todos los proyectos analizados se dieron simultáneamente cumplimiento y no cumplimiento a dichos requisitos. En efecto, en la Fase de Inversión, en lo referente a Obras Civiles, se dispuso de un excelente nivel de información ex – post, organizada con las mismas partidas e itemizado que la información ex – ante. Contrariamente, en la Fase de Operación, por una parte, la información ex – post fue escasa, con un respaldo documental acotado y parcial, con muchas estimaciones del Administrador y con gastos incurridos sin un valor monetario asociado y, por la otra, organizado en un plan de cuentas y con elementos de costo diferente al utilizado ex – ante, dificultando la comparación y obligando a la utilización de supuestos para ello. Sólo lo relativo a dotación de personal y sus remuneraciones cuenta con un nivel de información adecuado.

- 2) La calidad y detalle de la evaluación ex – post realizada en cada caso es la mejor demostración de lo aseverado en el punto anterior. Efectivamente, para la inversión en construcción de los RS se pudo calcular las desviaciones a nivel de ítems y desagregar dichas desviaciones en sus efectos precio y cantidad, entregando valiosa información para mejorar las exigencias a futuras evaluaciones ex – ante en términos de la ingeniería que debe respaldar las estimaciones de cantidades (cuantificación de costos) y la exigencias de cotizaciones de mercado actualizadas y adecuadas a la zona, para respaldar las estimaciones de precio (valorización de costos). Contrariamente en lo relativo a costos de operación y con la excepción de personal y remuneraciones, sólo se pueden extraer conclusiones a nivel de cuentas agregadas, poco útiles para los fines de la evaluación ex – post que son los de retroalimentar el proceso de evaluación ex – ante.
- 3) Los VACS ex – ante y ex – post presentan diferencias que se ubican dentro de un rango aceptable – Caldera-, aceptable con reparos – Huasco – y no aceptable – Arauco para un nivel de diseño: 3,3%, 8% y 11,1% respectivamente. Sin embargo, el análisis detallado a nivel de partidas e ítems muestra que los errores en las principales partidas se ubican en rangos no aceptables, muy por encima del 10% de desviación. Dado que los errores fueron en ambos sentidos,

sobrevaloraciones y subvaloraciones, por efecto compensación se lograron buenos resultados a nivel de VACS globales, lo que no debe ocultar deficiencias en las estimaciones ex – ante, tanto de precios como de cantidades. En el caso de operaciones, dado los problemas de información ex – post, queda la duda si efectivamente se encuentran incluidos todos los gastos incurridos, por lo que las comparaciones son menos sólidas.

- 4) En las evaluaciones ex – ante se observaron deficiencias metodológicas, que dada la larga experiencia del SNI en la materia, no debieran ocurrir. Un par de ejemplos son, i) la no inclusión del valor del terreno en todas las evaluaciones revisadas, por haber sido comprado previamente y ii) confundir bien importable con bien importado, no aplicando el factor de corrección de la divisa y arancel de importación. El reforzamiento de la evaluación ex – ante y de su proceso de revisión y autorización por parte del MDS es una conclusión útil y significativa de este estudio.
- 5) Se recomienda que la elección de los proyectos sujetos a evaluación ex – post se realice tempranamente, durante las últimas etapas de la preinversión (factibilidad y/o diseño), de tal suerte de planificar y organizar la estructura y nivel de apertura de la información requerida, para las etapas de ejecución y operación, una vez que se desarrollen ambas etapas. Esta estructura debe ser idéntica a la utilizada en la evaluación ex – ante.
- 6) Relacionado con el punto anterior, se recomienda desarrollar un protocolo para la recopilación de información interinstitucional para la evaluación ex – post de proyectos de inversión pública, el que debiera ser incluido y exigido en las Normas de Inversión Pública (NIP) y RIS respectivos de cada sector del SNI para la obtención de la recomendación favorable (RS). Este protocolo debiera ser firmado por las autoridades de la Entidad Técnica y Financiera del proyecto a financiar.
- 7) Los proyectos analizados realizaron inversiones (terrenos) antes de desarrollar su preinversión e ingresar al SNI, lo cual condiciona la evaluación económica de cada uno de ellos y posterior toma de decisiones, no asegurando un uso eficiente de los recursos públicos (eficiencia asignativa).
- 8) La evaluación de proyectos (social y privada) es una disciplina dinámica, por lo tanto, cuando la etapa de inversión de un proyecto presenta un desfase importante (más de 3 años) respecto de su etapa de preinversión, es fundamental actualizar

esta última (parámetros, demanda, presupuestos, costos de operación e ingresos), garantizando de esta forma una toma de decisión óptima con la mejor información disponible. Un ejemplo negativo de lo anterior es el caso del RS de Arauco – Curanilahue cuya evaluación socioeconómica difiere en 8 años con la ejecución del proyecto, sin actualización alguna de por medio, lo que afecta significativamente la bondad de la evaluación ex post.

IV. Análisis Satisfacción Usuaría

A. Desarrollo

Dado el objetivo de conocer la percepción de los usuarios de cada RS la principal actividad consistió en visitas a los 4 Rellenos Sanitarios analizados en este estudio, con el objetivo de conocer la opinión de los usuarios de cada RS, a través de las siguientes actividades a 3 perfiles de funcionarios: Operarios, Jefes de Operación y Administradores Municipales y utilizando 3 instrumentos de recolección de información: Focus group, entrevistas semiestructuradas y encuestas. Adicionalmente se realizó una encuesta vía correo electrónico a las empresas usuarias.

- Entrevistas con funcionarios municipales, de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y operadores.
- Focus group aplicados a funcionarios de Rellenos Sanitarios.
- Encuestas a usuarios directos y empresas.

El resultado del trabajo realizado fue obtener la percepción usuaria sobre los siguientes tópicos:

- Ambiente de Trabajo y Relaciones Personales al Interior del RS
- Instalaciones
- Equipamiento para Operarios
- Recolección de Residuos
- Disposición Final de Residuos
- Aspectos Territoriales y Climáticos
- Relación con la Comunidad

A las empresas usuarias se les consultó sobre la calidad de los servicios y el valor de la tarifa cobrada por el RS, tiempos de atención y trámites administrativos.

En general, los resultados muestran una percepción positiva con variaciones entre los RS analizados.

B. Conclusiones y recomendaciones

- 1) Según los actores entrevistados, los RS en estudio funcionan bien y su infraestructura es adecuada para el trabajo realizado; se constituyen ambientes de trabajo agradables donde, en general, destaca el compañerismo y la colaboración entre trabajadores y jefaturas.
- 2) Se observan algunos espacios de mejora en los ítems preguntados, concentrándose principalmente en "instalaciones", donde cada RS tiene necesidades específicas y, en la disponibilidad y mantención de "maquinarias", siendo un factor crítico para la operación y en el cual se observan mayores desajustes.
- 3) En cuanto al proceso de disposición de residuos propiamente tal, éste es bastante estándar y cada trabajador sabe exactamente cuál es su función. En las entrevistas no aparece el "recurso humano" como un elemento deficitario, ni en cantidad ni en calidad (o cualificación).
- 4) En lo que refiere a la sostenibilidad de los RS, aparece en todas las entrevistas el tema de la separación de residuos o reciclaje como un proyecto que debe desarrollarse en paralelo al proyecto de RS.
- 5) Por último, si bien la satisfacción de la comunidad atendida es difícil de medir directamente, sí se percibe un efecto positivo en ella, en la medida que los RS han sido una solución real y observable a la limpieza de espacios privados y públicos, respondiendo a problemas de salubridad (moscas, ratones y otros) y disminuyendo también la proliferación de basurales clandestinos.
- 6) Las empresas usuarias tienen una percepción muy satisfactoria del servicio y de la infraestructura de los RS. La tarifa cobrada por disponer los RS es considerada elevada y la percepción de los trámites administrativos exigidos no es tan favorable.

V. Evaluación Modelo de Gestión

A. Desarrollo

El objetivo es analizar el modelo de gestión de residuos – y sus procesos internos – implementado en cada uno de los RS, analizando aspectos determinantes como: tipo de organización, recursos humanos, equipos y equipamiento instalados, costos y servicios entregados, entre otros, con la finalidad de extraer lecciones que permitan mejorar la gestión y operación de futuros proyectos de Residuos Sólidos.

La metodología aplicada analiza cada proceso involucrado en cuatro dimensiones:

- Técnico – Gestión.
- Ambiental.
- Social.
- Económico

Para cada dimensión se construyen indicadores que permitan determinar el grado de cumplimiento del modelo de gestión comprometido ex – ante. Estos indicadores se basan en información real recopilada durante la campaña de terreno e información ex – ante (preinversión) entregada por la contraparte técnica del estudio. Se definieron y calcularon en total 27 indicadores para cada RS con excepción de I RS Provincial en que la información disponible fue menor lo que permitió calcular sólo 22 indicadores.

Esta metodología de análisis utiliza una combinación de dos métodos a saber:

- 1) *Listas de verificación*: permite juzgar en forma sencilla y rápida si los proyectos cumplen o no con los objetivos establecidos en la evaluación ex – ante.
- 2) *Aporte de metas*: permite obtener una estimación del avance porcentual en relación con el desempeño de cada proyecto³.

La metodología propuesta permite realizar dos tipos de análisis: i) individual y ii) comparativo. El primero mide el nivel de cumplimiento de cada iniciativa de inversión

³ J. F. Pacheco y E. Contreras, "Manual Metodológico de Evaluación Multicriterio Para Programas y Proyectos," Santiago de Chile, 2008

con lo comprometido ex – ante. El segundo se enfoca en la comparación de los modelos de gestión implementados en cada una de las iniciativas en análisis.

El análisis se ha estructurado de la siguiente manera para cada RS:

- Estrategia de Gestión
- Proceso de Gestión y Funcionamiento Interno
- Grupos de Interés
- Funcionamiento de Recursos Humanos
- Capacidad Instalada
- Programa Arquitectónico
- Análisis Gestión General, evalúa el desempeño general del RS en análisis.
- Análisis comparativo entre los RS analizados.

B. Conclusiones y recomendaciones

- 1) De un total de 27 indicadores evaluados, el RS Arauco – Curanilahue muestra un 52% con desempeño bueno, un 34% con desempeño regular y un 8% con desempeño deficiente. Esto se traduce en una nota de 5,5 para la gestión del RS Arauco – Curanilahue (escala de 1 a 7), reflejando que el RS cumple adecuadamente, pero tiene espacio para desarrollar mejoras a su gestión.

Entre las debilidades detectadas (desempeño deficiente) destacan:

- a) La adquisición parcial (sólo un 45%) de los equipos y maquinarias planificadas para una correcta operación de este RS.
- b) La planificación de su estructura administrativa, ya que la dotación actual de personal supera en un 29% a la proyectada originalmente.
- c) El programa arquitectónico muestra errores de diseño, con un subdimensionamiento de las instalaciones administrativas, lo que obligó a realizar instalaciones adicionales a las programadas.

Entre sus fortalezas (desempeño bueno) destacan:

- a) Buena accesibilidad del RS, cercano a la Ruta 160 y accesibilidad bidireccional (se puede acceder desde el norte o desde el sur).
 - b) Una tasa de correcta disposición de residuos de un 100%.
 - c) Lavado de camiones recolectores en cada pasada (incluye el uso de aromatizantes y detergente).
 - d) Impermeabilización de acuerdo a RCA.
 - e) Óptimo manejo del biogás.
- 2) De un total de 27 indicadores evaluados, el RS de Caldera muestra un 70% con desempeño bueno; un 4% con desempeño regular y un 26% con desempeño deficiente. Esto se traduce en una nota de 5,5 para el RS de Caldera, lo que se traduce en desempeño adecuado, con posibilidad de mejoras.

Entre las debilidades detectadas (desempeño deficiente) destacan:

- a) 39% de mayor cantidad de residuos dispuestos en el RS en relación a lo planificado y 28% de capacidad aumentada, lo que sugiere una menor vida útil para el RS.
- b) Este RS opera en la actualidad con un 38% más de dotación, en relación a lo planificado.
- c) Este RS opera en la actualidad con un 23% más de superficie para instalaciones administrativas.

Entre las fortalezas detectadas (desempeño bueno) destacan:

- a) La gestión en la recolección de residuos, con una cobertura de 100% y una frecuencia de 3 veces por semana.
- b) Su localización, dado que se encuentra a una distancia de 4 km de la ciudad de Caldera.
- c) Excelente accesibilidad, con un camino en óptimas condiciones y a una distancia de 2 km aproximadamente de la Ruta 5.

- d) El buen desempeño de su funcionamiento interno, con todos sus procesos calificados con buen desempeño, tales como, pesaje previa disposición, tiempo de recorrido de los camiones al interior del RS, tasa de residuos
- 3) De un total de 27 indicadores evaluados, el RS de la Provincia de Huasco muestra un 67% con desempeño bueno; un 7% con desempeño regular y un 26% con desempeño deficiente. Esto se traduce en una nota de 5,4 lo que refleja un desempeño adecuado, con posibilidad de mejoras.

Entre las debilidades detectadas (desempeño deficiente) destacan:

- a) La dotación inicial era de 9 funcionarios, pero en la práctica sólo hay 7 funcionarios, es decir, una desviación de un (-22%).
- b) Inicialmente se consideró un parque de 7 equipos y maquinarias; no obstante, en la actualidad opera sólo con 2, es decir, un 29% del parque de maquinarias planificado ex - ante.
- c) Los indicadores "Capacidad aumentada de disposición final" y "Ratio de utilización de las instalaciones de disposición final", con desviaciones de 23% y 20% respectivamente, indicarían una posible disminución de su vida útil.

Entre las fortalezas detectadas (desempeño bueno) destacan:

- a) El buen cometido en el tópico "Estrategia de Gestión" con 5 de 6 indicadores con buen desempeño.
 - b) La cobertura en recolección que alcanza el 100% y la excelente frecuencia de recolección.
 - c) La calidad de las instalaciones del RS que se mantienen en buenas condiciones y cuyo dimensionamiento se encuentra de acuerdo a la planificación ex - ante.
 - d) Buena accesibilidad, a una distancia de 2 km de la Ruta 5 y con un camino de acceso que se encuentra en óptimas condiciones.
- 4) De los 22 indicadores que se pudieron medir dada la información disponible, el RS Provincial muestra un 63% con desempeño bueno, un 7% desempeño regular y

un 11% desempeño deficiente. Dada la existencia de un 19% de indicadores que no se pudieron medir no fue posible establecer una nota global.

Entre las debilidades detectadas (desempeño deficiente) destacan:

- a) La gran distancia que se encuentra de algunas comunas que atiende, con casos sobre los 100 km. Se sugiere estudiar la factibilidad técnico – económica de instalar estaciones de transferencia en aquellas comunas con distancias mayores a los 30 km.
- b) Debilidad de sus controles ambientales, ya que en la actualidad tiene procesos de sanción y multas abiertos, lo que sugiere reforzar el cumplimiento ambiental de este RS, pues es fundamental para su correcto funcionamiento.
- c) Su estructura organizacional muestra una desviación del 130% al comparar los 10 funcionarios considerados en el ex – ante con los 23 existentes. Ello se habría originado en una solicitud de la I. Municipalidad de Puerto Montt, para que la recolección fuera realizada en horario vespertino, obligando al RS a contar con dos turnos.

Entre las fortalezas detectadas (desempeño bueno) destacan:

- a) Sus instalaciones, las que se ajustan en un 100% al dimensionamiento planificado ex – ante. Igualmente se debe destacar su calidad constructiva y los amplios espacios considerados, que permiten una adecuada ejecución de sus actividades diarias.
 - b) Los indicadores “Capacidad aumentada de la disposición final” y “Ratio de utilización de las instalaciones de disposición final”, se encuentran en línea respecto de su proyección ex – ante, lo que permite inferir que este RS podrá cumplir con su vida útil proyectada.
 - c) Los procesos de gestión internos cumplen de buena forma los estándares exigidos.
- 5) En términos comparativos las calificaciones obtenidas por el RS de Caldera y de la Provincia del Huasco son similares, destacando la gran cantidad de indicadores con desempeño bueno, 70% y 67% respectivamente, aunque, por otra parte, recibieron el mayor nivel de indicadores con desempeño deficiente, con un 26%

en ambos casos. Por su parte, si bien el RS Arauco – Curanilahue tiene un porcentaje de sólo 52% de calificaciones con desempeño bueno, obtuvo la menor tasa de indicadores con desempeño deficiente (11%). Su mayor porcentaje de indicadores con desempeño regular, 37% versus 4% y 7% en Caldera y Huasco, evidencia un importante espacio para la realización de mejoras tendientes a optimizar sus procesos de gestión.

VI. Criterios de Localización de Rellenos Sanitarios y Valor de Desecho

A. Desarrollo

Los RS son considerados pasivos ambientales y, por lo tanto, es fundamental en la etapa de diseño del proyecto identificar aquellas áreas idóneas para su desarrollo.

Este proceso de selección representa una tarea compleja dado que depende de varios factores de diseño e impacto a la comunidad que deben estar en línea con parámetros sociales, medioambientales, técnicos y que supongan la minimización de costos económicos con relación a su desarrollo y/o construcción, así como en la operación.

Por una parte, existe el problema de la disponibilidad de terreno, que debe ser lo suficientemente amplio, para poder cumplir con la demanda esperada de residuos y los estándares medioambientales, técnicos, sociales y económicos en torno a dicho terreno.

Por otra parte, existen restricciones de localización que indican que un RS no puede ubicarse en la proximidad de viviendas, aeropuertos, terrenos aluviales, zonas húmedas, zonas con fallas, zonas de impacto sísmico y zonas inestables.

Por lo tanto, dadas las externalidades negativas sobre el entorno que generan los RS y sus condiciones mínimas técnicas, su localización se encuentra regulada y normada por la legislación nacional como internacional.

En consecuencia, las opciones reales de localización de un RS están limitadas a las zonas autorizadas por la legislación, así como las características técnicas sociales y medioambientales que presenten las áreas a seleccionar.

En este sentido, el análisis de dicha normativa es la clave para el tema que preocupa, por lo que la metodología de trabajo consiste en el conocimiento y análisis del marco normativo local e internacional, con el fin de poder establecer conclusiones sobre el nivel de desarrollo de esta temática en el país, en comparación con otros países de la región y estándares internacionales de países con mayor desarrollo en la materia.

Las principales normativas que regulan la localización de un RS en Chile son las siguientes:

- Código Sanitario de 1968.
- Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente 1994.
- Decreto Supremo N°189 publicado de 2008.

A nivel internacional se analizaron los siguientes documentos:

- Directiva 1999/31/CE y 1975/442/CE del Consejo de la Unión Europea, relativa al vertido de residuos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT⁴-2003.
- Resolución 282 de Paraguay, por la cual se implementan los criterios para la selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios.
- Criterios para Rellenos Sanitarios Municipales. (Title 40: Protection of Environment -Part 258—Criteria for Municipal Solid Waste Landfills)
- Solid Waste Disposal Facility Criteria Technical Manual.

En las conclusiones y recomendaciones se destacan los principales hallazgos de este análisis comparativo.

En relación al valor de desecho de un RS, corresponde a un sitio que requiere de vigilancia y mantención durante un largo periodo, lo que implica incurrir en costos y limitaciones a su uso para otros fines; sin embargo, con algunas inversiones puede transformarse en un activo económico con usos productivos variados, que le otorgan un valor de mercado positivo. Al respecto la literatura especializada indica que en el mundo existen dos estrategias para rehabilitar el sitio de un RS post cierre y cambiar su condición de pasivo ambiental, éstas son: Recuperación y Reinserción, lo que incrementa su valor de desecho.

B. Conclusiones y recomendaciones

- 1) La normativa nacional es bastante completa y de gran similitud con la internacional, existiendo diferencias en 3 temas principales:

⁴ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- a) *Distanciamiento de viviendas más próximas*: la normativa chilena señala una zona de protección estableciendo una distancia de 300 m al interior del sitio donde no se puede construir edificaciones para uso habitacional o de servicios. La normativa internacional establece explícitamente una distancia mínima a la vivienda más próxima.
 - b) *Distancia de aeropuertos y aeródromos*: la normativa chilena no se refiere explícitamente a distancias mínimas respecto a aeropuertos y aeródromos. Contrariamente, la normativa internacional sí lo hace.
 - c) *Material de Cobertura*: la normativa nacional establece un punto más estricto que la normativa internacional en lo relativo a la existencia de material de cobertura suficiente a lo largo de toda su vida útil.
- 2) El Valor de Desecho o Valor Residual de un Relleno Sanitario es positivo y equivalente al precio de un terreno bien localizado cerca de centros urbanos y con buenas vías de comunicación neto de: i) castigo por la limitación en su uso final y ii) las inversiones que se deben realizar para su recuperación o re inserción.

Dicho valor se puede obtener, en principio, de 2 fuentes:

- a) Valores de venta efectivos de RS que terminaron su vida útil, estableciendo el castigo respecto de terrenos de similar localización y tamaño.
- b) A partir del precio de terrenos de similar tamaño y ubicación y un castigo por i) las limitaciones en su uso final y ii) la estimación de los costos de recuperación o re inserción, para hacerlos comparables a los terrenos cotizados.

VII. Beneficios y Costos en Proyectos de Valorización de Residuos

A. Desarrollo

En Europa las instalaciones de proyectos de valorización de los RSD son comunes y cada vez más atractivas económicamente debido a la separación en origen generalizada de los desechos, las altas tarifas de descarga de RS y los precios favorables de la energía, alcanzando niveles de uso productivo de los RSD altísimos.

El procedimiento de análisis identifica los principales tipos de proyectos – reciclaje, compostaje, Digestión Aerobia (DA) e incineración- y describe el proceso de valorización

de residuos y las respectivas tecnologías disponibles para, finalmente, identificar los beneficios y costos asociados con algunas referencias a costos aproximados de inversión obtenidos de bibliografía internacional y local.

Adicionalmente, se incluye las sugerencias de estos consultores en las líneas de acción a desarrollar para cuantificar y valorizar cada uno de los beneficios de los proyectos de valorización identificados con el objeto de avanzar hacia el desarrollo de una metodología costo beneficios de los proyectos de valorización, complementando el esfuerzo inicial en esta materia desarrollado por el SNI.

B. Conclusiones y recomendaciones

- 1) Los beneficios de las diferentes tecnologías de valorización de residuos son similares en cuanto:
 - a) Generan un bien económico vendible en el mercado: Fácil de cuantificar y valorar dado que se pueden observar precios de mercado.
 - b) Aumentan la vida útil de los RS: de difícil cuantificación y valorización debido a que son estimaciones de largo plazo con alto nivel de incertidumbre. Sin embargo, el cobro de una tarifa por disponer en el recinto del proyecto de valorización, habitual en el mundo desarrollado, genera un ingreso que puede utilizarse como un estimador del beneficio por aumento de la vida útil del RS.
 - c) Disminuyen la generación de GEI de los RS (externalidad negativa): es posible su cuantificación y su valorización a través de precios de mercado (bonos de carbono) en términos privados y del precio social del carbono estimado por el SNI en términos sociales.
- 2) Los costos de inversión y de operación y mantenimiento son los propios de cualquier actividad productiva siendo menores en el compostaje y DA en relación a la incineración.
- 3) En relación con los costos de transporte de residuos sólidos, su consideración como beneficio neto o costo neto, depende de cada proyecto en particular, no pudiendo generalizarse a priori pues hay, tanto ahorros de costos como generación de costos adicionales de transporte.

VIII. Externalidades Rellenos Sanitarios

- 1) Los proyectos de inversión en Rellenos Sanitarios son reductores de externalidades, ya que sustituyen a soluciones como vertederos, botaderos y otras formas de disposición de residuos domiciliarios (sin proyecto) que presentan muchas más externalidades negativas.
- 2) Entre las principales externalidades de un RS destacan:
 - a) Emanaciones de gas metano.
 - b) Líquidos percolados.
 - c) Malos olores.
 - d) Fauna nociva.
 - e) Congestión en vías de acceso al RS.
- 3) La valorización de estas externalidades se puede realizar a través del impacto sobre el precio de los terrenos y propiedades de las comunidades aledañas al RS, el valor monetario de las compensaciones que el Gobierno paga a las comunidades afectadas por dichas externalidades y, en el caso del gas metano, a través del precio de los bonos de carbono (evaluación privada) y su precio social estimado por el SIN (evaluación social).

IX. Integralidad de Proyectos

- 1) Desde un punto de vista económico, el concepto de integralidad de proyectos está asociada al concepto de complementariedad de proyectos de inversión. Esto significa que de existir ésta, la evaluación económica de dichos proyectos complementarios debe ser realizada conjuntamente, ya que así se maximiza su rentabilidad.
- 2) En rigor, el caso que preocupa corresponde más bien a una decisión sobre "tamaño óptimo" antes que proyectos complementarios, ya que se busca establecer hasta que etapa de un proyecto conviene avanzar: sólo hasta RS o hasta proyecto de valorización que incluye un RS, aunque más pequeño. Igual situación se da en el caso de que exista un RS y se desea saber si conviene agregar un proyecto de

valorización. Por tanto, constituye un proceso de evaluación de proyectos clásico, donde se deben definir dos situaciones:

- Situación sin proyecto: sólo proyecto relleno sanitario.
- Situación con proyecto: proyecto de relleno sanitario más algún componente adicional como puede ser una obra de valorización.

Por tanto, es un típico cálculo del VAN que corresponde a los flujos diferenciales de las situaciones con y sin proyecto.

- 3) El procedimiento descrito anteriormente, requiere disponer de los flujos de beneficios y de costos de ambas situaciones, lo que actualmente no se dispone pues las metodologías del SNI son costo – eficiencia.

Sin embargo, dado que el beneficio por disposición del RS se da en igual magnitud, tanto en el “con” y “sin” proyecto, pasa a constituir un valor irrelevante en el VAN diferencial anulándose, por lo que no se requiere valorizar, es decir, no se requiere disponer del VAN del sin proyecto, sino sólo de sus costos de inversión, operación y externalidades negativas valorizados.

Del proyecto de valorización propiamente tal se requiere disponer de la valorización de todos sus beneficios y de todos sus costos de inversión, operación y externalidades negativas, vale decir de una metodología costo – beneficio.

Como se señaló, siempre que se aplica el criterio de VAN Marginal, su carácter diferencial implica el riesgo de estar aprobando un proyecto no rentable en la medida que tanto con y sin proyecto tienen VAN negativo, siendo más negativo el del sin proyecto. Sin embargo y dado que el VAN sólo RS (sin proyecto) se supone rentable socialmente, la regla de decisión señalada funciona adecuadamente, aunque no se sepa el VAN sólo RS.

- 4) Alternativamente, la contraparte ha sugerido trabajar con el concepto costo - eficiencia, a través de incorporar en el proyecto integral los beneficios del proyecto valorización y los ahorros de externalidades en relación con el sin proyecto, como costos negativos (ahorros de costos), de tal suerte de igualar los beneficios de ambas opciones, pudiendo aplicarse la regla de decisión del VAC que exige iguales beneficios de las alternativas de proyectos.

Al igual que el VAN diferencial, requiere necesariamente valorizar la totalidad de los beneficios del proyecto de valorización y de valorizar la totalidad de las externalidades negativas del RS y del proyecto integral. En definitiva, al igual que en el caso del VAN, sólo se ahorra de valorizar el beneficio del RS por disposición de los RSD, pero requiere de la totalidad de los otros beneficios.

Su principal limitación es que sólo permite comparar proyectos integrales con el mismo RS como sin proyecto, limitación que la metodología costo – beneficio no tiene, ya que el VANS permite comparar proyectos integrales de diferentes tipologías de valorización y a lo largo de todo el país.

- 5) Se recomienda elaborar una metodología beneficio – costo para evaluar los proyectos de valorización, requisito fundamental para el cálculo del VAN diferencial o el procedimiento alternativo descrito.