



METODOLOGÍA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE EVACUACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS SERVIDAS SECTOR RURAL

Ministerio de Desarrollo Social
División de Evaluación Social de Inversiones

Marzo 2015

Ficha Resumen

Nombre Metodología	Formulación y Evaluación de Proyectos Evacuación y Disposición de Aguas Servidas en el Sector Rural		
Sector	Agua Potable y Alcantarillado		
Subsector	Disposición y Evacuación Final de Aguas Servidas Sector Rural		
Resumen	<p>La metodología está compuesta de tres capítulos. El primero corresponde a los antecedentes generales del sector; el segundo, a la formulación del proyecto que describe aspectos como: el diagnóstico y optimización de la situación actual y balance oferta-demanda y estudio de alternativas; y el tercero presenta la evaluación del proyecto que consta de la identificación de beneficios y costos; configuración de flujos netos; cálculo de indicadores y criterios de decisión.</p>		
Proyectos a los que aplica	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un sistema de evacuación y disposición final de aguas servidas en la zona rural • Extensión de redes • Mejoramiento y/o ampliación de una planta de tratamiento • Reposición de un sistema existente 		
Marco Normativo	<ul style="list-style-type: none"> • Norma NCh 1105-1999 (Diseño y Cálculo de Redes de Alcantarillado) • Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDDA), DS MOP 50 de 2003 • Guía Operativa del Programa Saneamiento Sanitario de SUBDERE • Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas Continentales Superficiales. DS 90/00. • Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. DS 46/02. • Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. DS 609/98. 		
Fuentes de los Principales Datos	<ul style="list-style-type: none"> • Subdirección de Agua Potable Rural, DOH -MOP • División de Desarrollo Regional, SUBDERE • Empresas de Servicios Sanitarios • DIPRES (Ley de Presupuesto) • Municipios • Comités o cooperativas de agua potable 		
Principales Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios por mayor cobertura del servicio • Liberación de recursos 		
Método Valorización Beneficios	No aplica	Horizonte de Evaluación (años)	20
Enfoque Evaluación	Costo Eficiencia		
Indicador 1	<i>Nombre Indicador</i>	Valor Actual de Costos (VAC)	
	<i>Criterio de Decisión</i>	Alternativa de Menor VAC	
Indicador 2	<i>Nombre Indicador</i>	Costo Anual Equivalente (CAE)	
	<i>Criterio de Decisión</i>	Alternativa de Menor CAE	

ÍNDICE

1. Antecedentes Generales del Sector	4
1.1 Descripción del Sector.....	4
1.2 Definición de un Sistema Colectivo de Aguas Servidas	4
1.3 Definición de un Sistema Individual de Aguas Servidas	4
1.4 Tipologías de Proyectos	5
a) Proyectos de Construcción	5
b) Proyectos de Ampliación de la Oferta.....	5
c) Proyectos de Mejoramiento.....	5
d) Proyectos de Reposición	5
1.5 Ciclo de vida de los Proyectos.....	6
a) Preinversión.....	6
b) Inversión	6
c) Operación	6
2. Formulación de Proyectos	6
2.1 Diagnóstico de la Situación Actual	7
a) Identificación del Problema.....	7
b) Descripción de la Población y del Área de Influencia	7
c) Descripción de la población afectada	8
d) Análisis del sistema actual de evacuación de aguas servidas (Oferta).....	8
e) Análisis de la Demanda actual y proyectada	8
2.2 Optimización de la Situación actual.....	9
2.3 Balance Oferta-Demanda	9
2.4 Análisis de Alternativas.....	9
a) Solución Colectiva.....	9
b) Solución Individual o Semicolectiva.....	10
3. Evaluación Social de Proyectos	11
3.1 Identificación de Beneficios y Costos de los Proyectos.....	12
a) Identificación de Beneficios	12
b) Identificación de Costos.....	12
3.2 Configuración de los Flujos Netos	13
a) Corrección a precios sociales	13
b) Horizonte de Evaluación	13
c) Valor Residual	13
d) Construcción de flujos netos.....	14
3.3 Cálculo de Indicadores y Criterios de Decisión	14
a) Tasa social de descuento	14
b) Valor Actual de Costos (VAC).....	14
c) Costo Anual Equivalente (CAE).....	15
d) Comparación con costo referencial	15
Referencias.....	16

1. Antecedentes Generales del Sector

1.1 Descripción del Sector

En general, las localidades rurales que ya poseen sistema de agua potable, requieren dar solución a la evacuación de sus aguas servidas. Dependiendo de algunas características como densidad poblacional, topografía del sector, costos de inversión, operación y mantenimiento, conocimientos técnicos, entre otras, se podrá optar por sistemas colectivos tradicionales, es decir, aquellos que permiten conducir las aguas servidas de toda la localidad, desde su origen hasta su disposición final; sistemas individuales (fosa séptica y pozo de infiltración); o solución mixta (colectiva para las viviendas más concentradas e individuales para las más distantes).

En la actualidad no existe una ley que regule la provisión de la infraestructura y operación de los sistemas sanitarios rurales, por lo que las inversiones son realizadas a través de programas específicos, sustentados por la Ley de Presupuesto. En general, las iniciativas de este subsector son postuladas con financiamiento de la Provisión de Saneamiento Sanitario, programa que es administrado por SUBDERE, que en este ámbito permite financiar inversiones de solución colectiva (caseta sanitaria, unión domiciliaria, redes de recolección, sistema de tratamiento y disposición final) e individual (casetas sanitarias con fosa-pozo). Este programa se rige por la Guía Operativa del Programa de Saneamiento Sanitario, aprobada por Resolución Exenta N°: 12253/2012. SUBDERE transfiere fondos de inversión a nivel regional y son los municipios los responsables de llevar a cabo el proceso de inversión. En algunos casos, se firma un convenio con la Dirección de Obras Hidráulicas o con la empresa sanitaria de la región para apoyar técnicamente el desarrollo del proyecto.

1.2 Definición de un Sistema Colectivo de Aguas Servidas

El sistema colectivo se compone de cañerías de desagüe, cámaras de inspección y uniones domiciliarias que permiten sacar las aguas servidas del punto de origen (vivienda) a través de la red de recolección, derivándolas a colectores de mayor diámetro, para ser conducidas a la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). El efluente debe ser finalmente vertido, de acuerdo a norma, en el punto de disposición final. Dependiendo de la topografía, la red de colectores puede requerir de plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS). Hay casos de localidades rurales vecinas a sectores urbanos, donde una alternativa de tratamiento la constituye la planta existente en el sector urbano, para lo cual es necesario convenir con la concesionaria para aplicar el Art. 52 Bis de la Ley de Servicios Sanitarios

1.3 Definición de un Sistema Individual de Aguas Servidas

Un sistema individual se escoge como solución cuando las comunidades son dispersas, existe una larga distancia entre las viviendas y no es razonable asumir el costo de un sistema colectivo. La solución mayormente utilizada corresponde a la fosa séptica que consiste en un tanque que recibe las aguas servidas provenientes de las instalaciones

sanitarias de las viviendas, las cuales tienen un tratamiento primario y un sistema de drenaje.

1.4 Tipologías de Proyectos

Tanto para el sector urbano como rural es posible distinguir cuatro tipologías de proyectos:

a) Proyectos de Construcción

Su objetivo es dotar de un sistema de evacuación y disposición de aguas servidas a una localidad, cuya población enfrenta condiciones inapropiadas para la descarga de sus aguas servidas, lo que produce insalubridad en el entorno de la vivienda. Por lo tanto, este tipo de proyecto permite evacuar las aguas servidas de las viviendas mediante la construcción de los componentes nombrados anteriormente.

b) Proyectos de Ampliación de la Oferta

Su objetivo es incrementar la oferta máxima de un sistema de evacuación y disposición, con el fin de hacer frente al crecimiento de la demanda, para lo cual se debe invertir en obras de recolección y/o tratamiento. Las obras más típicas en estos proyectos corresponden a la extensión de redes, instalación de unidades domiciliarias, construcción o ampliación de una planta de tratamiento, entre otras.

c) Proyectos de Mejoramiento

Su objetivo principal es mejorar la calidad del servicio y para ello se deben realizar acciones de distinto tipo. En proyectos de mejoramiento del sistema, las obras más típicas corresponden al reemplazo de redes, ya sea por aumento de diámetro o para dar cumplimiento a la normativa; también puede requerir la intervención de una planta de tratamiento para efectos de mejorar su funcionamiento; el reemplazo por un sistema colectivo cuando se ha densificado la población y la solución individual deja de ser adecuada, etc.

En muchos casos, en los proyectos de mejoramiento se reemplazan elementos que aumentan la oferta o capacidad del sistema para cubrir futuras demandas de la población, por lo que es posible presentar proyectos de mejoramiento con ampliación.

d) Proyectos de Reposición

Su objetivo es renovar total o parcialmente uno o más componentes de un sistema existente, y en general, se debe al cumplimiento de la vida útil. Los proyectos de reposición pueden contemplar también obras relacionadas con la ampliación de sistema, tales como la reposición de una planta de tratamiento o de un sistema de evacuación y disposición de aguas servidas, etc.

1.5 Ciclo de vida de los Proyectos

Como en todo proyecto de inversión, en el ciclo de vida de un proyecto de evacuación y disposición de aguas servidas en el sector rural, se distinguen las fases de preinversión, inversión y operación.

a) Preinversión

El objetivo de esta fase es determinar la conveniencia de implementar la iniciativa de inversión y, como tal, busca entregar un criterio de decisión acertado respecto de su ejecución. Este análisis forma parte de la evaluación ex-ante de la inversión.

En general, las etapas de idea y perfil del proyecto son desarrolladas por las unidades técnicas responsables, que generalmente son los municipios. En la etapa de factibilidad se debe dar cuenta de la identificación, análisis y selección de alternativas de recolección de las aguas servidas y de la tecnología de tratamiento, debiendo elegir aquella de menor VAC o CAE, en caso de tener distinta vida útil. Además, en esta etapa se abordan aspectos legales, se analizan la factibilidad de disponer terrenos y servidumbres necesarios para la realización del proyecto; y se obtienen los permisos ambientales que correspondan.

b) Inversión

La fase de inversión está compuesta por las etapas de Diseño y Ejecución. El Diseño consiste en la elaboración de la ingeniería de detalle contenida en un Informe del Diseño que debe estar aprobado por la unidad técnica competente (DOH o Municipio) y por el Servicio de Salud. También se obtienen los terrenos y servidumbres de paso; y las aprobaciones técnicas que correspondan, las cuales son requisitos necesarios para postular a la etapa de ejecución de la obra. En tanto, la etapa de Ejecución se refiere a la construcción de las obras definidas en la etapa de diseño del proyecto y que finalmente dan solución al problema detectado en el estudio de diagnóstico.

c) Operación

Esta fase comienza con la puesta en marcha del proyecto. En esta etapa se debieran generar los beneficios y costos de operación y mantención esperados.

Después de un período de funcionamiento del proyecto, corresponde realizar los estudios de evaluación ex – post, los que están destinados a analizar el cumplimiento de las proyecciones, tales como la demanda, costos operacionales, entre otras. A partir de sus conclusiones se pueden formular acciones tendientes a corregir eventuales deficiencias técnicas y/o de gestión; y también es posible introducir mejoras en la formulación evaluación de futuros proyectos.

2. Formulación de Proyectos

En la formulación de los proyectos de evacuación y disposición de aguas servidas en el sector rural, las principales fuentes de información corresponden a la Dirección de Obras Hidráulicas de la Región, el Municipio, el Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural, y los habitantes de la localidad en estudio.

Cualquiera sea la etapa a la que se postula, el proyecto debe ser preparado de acuerdo a la siguiente pauta general.

2.1 Diagnóstico de la Situación Actual

El objetivo del diagnóstico es en base a un conocimiento técnico, identificar y establecer la magnitud del problema, la población afectada y su crecimiento esperado; describir el área de influencia; describir la forma de evacuación de las aguas servidas actualmente, en términos de antigüedad, tipo de aguas servidas a tratar y de fuente, capacidad (oferta), la demanda esperada en el horizonte de evaluación y los responsables técnicos de la operación y mantención.

a) Identificación del Problema

Se deberá describir la situación de evacuación de las aguas servidas actual, indicando los efectos negativos que provoca y que fundamentan una intervención para corregirlos. Es importante señalar que el problema no debe definirse en términos de la falta de infraestructura, pues de esta manera se predetermina la solución a adoptar, lo que limita el análisis de alternativas y optimizaciones posibles.

b) Descripción de la Población y del Área de Influencia

Los antecedentes mínimos que deben señalarse son:

- Nombre de la localidad y comuna
- Características geográficas y climáticas: coordenadas geográficas, superficie, tipo de suelo, topografía, hidrología (características fluviales y pluviales) y tipo de clima.
- Características demográficas, habitacionales y económicas: número de habitantes, número y tipo de viviendas (superficie, materialidad, si es para residencia permanente o de agrado/segunda vivienda), croquis de emplazamiento de viviendas, densidad de las viviendas por kilómetros de red (actual y proyectada), densidad de la población (nivel de ingresos, actividades laborales predominantes, organizaciones comunitarias existentes).

Para localidades vecinas que se abastecen con distintos sistemas de agua potable, eventualmente se podría considerar un sistema conjunto de tratamiento de aguas servidas; o inclusive conducir las aguas servidas al sistema de tratamiento de la localidad vecina, en caso de existir.

- Infraestructura pública: descripción de caminos (tipo y longitud), vías de comunicación; servicios públicos y equipamiento de la localidad.

c) Descripción de la población afectada

Se deberá identificar dentro del total de los habitantes de la localidad, a aquellos que están afectados por el problema referido a la evacuación de las aguas servidas, distinguiendo a residentes temporales de los permanentes; y señalando el emplazamiento de sus respectivas viviendas.

d) Análisis del sistema actual de evacuación de aguas servidas (Oferta)

En el caso de un proyecto de construcción se debe caracterizar, en términos de caudales e instalaciones existentes, la forma de evacuación de aguas servidas de la población que no cuenta con un sistema apropiado.

En caso de los proyectos de ampliación del servicio y/o mejoramiento, el diagnóstico se realiza por cada componente del sistema existente, tanto desde el punto de vista físico como operativo, identificando la capacidad, longitud de la red, estado de conservación, vida útil remanente, caudal medio y su calidad, precisando las características físico-químicas, nivel de contaminantes, resultados de controles sanitarios, etc.

e) Análisis de la Demanda actual y proyectada

Para los proyectos de evacuación y disposición de aguas servidas, la demanda debiera provenir de las familias residentes de la localidad que necesitan satisfacer su carencia de servicio higiénico. Es por esto que se debe distinguir entre la población residente permanente y la flotante, especialmente en lugares turísticos.

También corresponde caracterizar las aguas servidas a tratar, en cuanto a tipo de contaminantes y concentración, caudal medio, caudal máximo para la situación sin y con proyecto para un periodo de 20 años. El caudal medio, según la Norma NCh 1105-1999, se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{mdas} = \frac{Px Dx R}{86.400}$$

Q_{mdas} = Caudal medio diario de aguas servidas (L/S)

P = Población a servir

D = Dotación de consumo de agua potable (L/hab/día)

R = Coeficiente de recuperación

La dotación de consumo de agua potable, la que varía generalmente entre 100 y 160 litros/habitante/día y el coeficiente de recuperación varía entre 0.7 y 1.0

2.2 Optimización de la Situación actual

En proyectos de construcción, no corresponde optimizar la forma de evacuación actual, ya que ésta se reemplaza.

En el caso de ampliación y/o mejoramiento, la optimización del sistema existente incluye acciones tales como: la ejecución de inversiones marginales que permitan superar algún déficit detectado; aumentar la cobertura de la red de recolección, aumentar la capacidad del sistema de tratamiento; acciones administrativas como por ejemplo: modificaciones tarifarias que permitan regular la demanda, en caso de que se registre un exceso de consumo.

2.3 Balance Oferta-Demanda

En este punto corresponde comparar la demanda proyectada por un sistema de evacuación de aguas servidas versus la oferta resultante de la optimización de la situación actual, para un período de 20 años. Para los casos de proyectos de construcción se debe asumir la inexistencia de oferta, ya que la forma de evacuación es totalmente reemplazada.

En caso de los proyectos de ampliación y/o mejoramiento, el objetivo de este análisis es conocer los déficit que pudieran producirse en el sistema, y el año en que éstos se presentan, lo que permite definir y dimensionar correctamente el proyecto.

2.4 Análisis de Alternativas

a) Solución Colectiva

En caso de proyectos de construcción, primero se estudiará la solución de un sistema colectivo. La configuración de alternativas corresponderá a las distintas especificaciones que pueden adoptarse para la ubicación del sistema de tratamiento, para el trazado de la red y el emplazamiento de la(s) PEAS en caso de requerirse. Respecto al sistema de tratamiento, cuando se estudia un sistema centralizado (porque cuenta con redes), es posible considerar las alternativas descritas en la siguiente tabla:

Tabla N°1 Sistemas de Tratamiento Centralizados

Tratamiento Biológico		Tratamiento Físico-Químico
Convencional (requieren mecanización)	No convencional (en general, requieren de mayor terreno)	Tratamiento a partir de una reacción física y química
<ul style="list-style-type: none"> • Cultivo Fijo <ul style="list-style-type: none"> – Biofiltro o filtro percolador – Biodiscos o Contactores Biológicos Rotatorios • Cultivo Suspendido Aeróbico (lodos activados) <ul style="list-style-type: none"> – Aereación Extendida – A media carga – Convencionales • Lagunas Aereadas <ul style="list-style-type: none"> – A mezcla completa – Multicelulares – Facultativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagunas de estabilización facultativas • Lagunas Anaeróbicas • Wetlands 	Componentes unitarias de tratamiento tipo físico (sedimentación, flotación, filtración, etc.) y a reacciones estequiométricas ante la adición de ciertos reactivos (coagulantes, polielectrolitos, polímeros, etc.).

Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, "Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales", Mayo 2011.

Asimismo, se deberá considerar alternativas para la provisión de energía para la operación del sistema de recolección y tratamiento, como por ejemplo, evaluar la opción de paneles solares.

Como se indica más adelante, si la solución colectiva supera los costos de referencia, es necesario plantear soluciones individuales o semicolectivas.

b) Solución Individual o Semi-colectiva

En esta solución descentralizada no existe una red que recolecte todas las aguas servidas de la localidad. Los sistemas descentralizados pueden servir a una vivienda, a un conjunto residencial o a edificaciones comunitarias, donde la solución más comúnmente utilizada corresponde a fosa séptica (para la retención de sólidos) y red de drenaje o pozo absorbente. Al igual que en el sistema colectivo, debe considerarse la existencia de la caseta sanitaria en la vivienda. Las componentes más comunes en el sistema pequeño y descentralizado están indicadas en la siguiente tabla:

Tabla N° 2 Sistemas de Tratamiento Descentralizados

Tipo de Tratamiento	Alternativa
Primario	<ul style="list-style-type: none"> • Fosa Séptica • Tanques Imhoff
Primario Avanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Fosa Séptica – Cámara Filtración • Fosa Séptica- Reactor Cultivo Fijo
Secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento Biológico Aeróbico • Tratamiento Aeróbico/Anaeróbica • Filtro de Arena de Flujo Intermitente • Filtro de Grava con Recirculación • Lagunas • Humedales artificiales
Avanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento en el suelo • Filtros de lecho empacado, intermitentes y con recirculación • Filtración rápida • Desinfección

Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, “Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales”, Mayo 2011

3. Evaluación Social de Proyectos

La evaluación social de proyectos permite determinar en qué medida un proyecto de inversión tendrá un efecto sobre la sociedad en términos económicos y de bienestar. En el SNI se utilizan dos enfoques de evaluación:

- **Análisis costo-beneficio:** este tipo de análisis permite identificar, entre un conjunto de alternativas de iniciativas de inversión, cuál es la que genera el mayor beneficio neto para la sociedad. Requiere identificar, cuantificar y valorizar todos los beneficios y costos del proyecto, en precios sociales y obtener indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) que permitan concluir sobre la rentabilidad económica del proyecto.
- **Análisis costo-eficiencia:** asume que los beneficios son deseados por la sociedad por lo que no se calcula un valor monetario de los beneficios. El objetivo de este enfoque es evaluar alternativas que permitan obtener el beneficio buscado, para identificar aquella que permita obtener el beneficio buscado, utilizando la menor cantidad de recursos. Para ello, se debe realizar una completa identificación, cuantificación y valoración de los costos asociados al proyecto, expresados en precios sociales, para construir posteriormente indicadores como el Valor Actual de Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE),

Las iniciativas de inversión de proyectos de evacuación y disposición de aguas servidas se evaluarán con un enfoque costo eficiencia, ya que la política pública vigente ha definido la necesidad de proveer el servicio al sector rural.

3.1 Identificación de Beneficios y Costos de los Proyectos

a) Identificación de Beneficios

Un proyecto de evacuación y disposición de aguas servidas en el sector rural puede generar los siguientes beneficios sociales:

- i) **Beneficios por mayor cobertura** de red posibilitada por la adecuada evacuación de las aguas servidas y disposición final, proporcionada por el proyecto. Dentro de estos beneficios se encuentran: mejoras en la salud física y psicosocial de los integrantes de las familias; mayor comodidad para las labores domésticas y de aseo personal; posibilidad de realizar actividades productivas; mejoras en la calidad medioambiental y reducción de malos olores, entre otros.
- ii) **Liberación de recursos** utilizados en la situación sin proyecto para la evacuación y tratamiento de las aguas servidas; entre ellos, ahorro de costo en la mantención de las soluciones actuales, ahorro de tiempo si es que el sistema actual se encontraba lejos de la vivienda, etc.

b) Identificación de Costos

En un proyecto de sistema de evacuación y disposición de aguas servidas se deben identificar, medir y valorar los costos de preinversión, inversión y operación. Los primeros se refieren al costo de los estudios de prefactibilidad, factibilidad, de suelos, estudios ambientales, terrenos (en algunos casos se consideran en la etapa de diseño), derechos de agua, asesoría externa, etc.; y su inclusión en la evaluación dependerá de la etapa en la que se encuentre el estudio del proyecto.

- i) **Costos de inversión:** corresponden a la infraestructura y equipamiento para la evacuación y disposición final de las aguas servidas. Las instalaciones domiciliarias, redes, uniones domiciliarias, colectores, plantas elevadoras y de tratamiento son obras típicas de un sistema colectivo; y entre sus componentes de costos pueden estar el acondicionamiento del terreno, obras civiles, equipamiento, asesoría y/o inspección técnica, entre otros.
- ii) **Costos de operación y mantención:** se registran a lo largo de la vida útil del proyecto y son los que permiten el funcionamiento y la mantención del sistema. Por ejemplo el retiro y disposición de lodos; productos químicos necesarios en el tratamiento, mano de obra del encargado de operar el sistema, etc.
- iii) **Costos de reposición:** recambio de algunos componentes del sistema que cumplen su vida útil antes de los 20 años.

Los costos sociales resultan de ajustar los costos privados según los factores de corrección de los precios sociales que corresponda a cada uno de los componentes de costos del proyecto en estudio (mano de obra, divisa).

3.2 Configuración de los Flujos Netos

A partir de los costos de inversión y operación y mantenimiento, se debe construir los flujos netos durante el horizonte de evaluación, valorados a precios sociales.

a) Corrección a precios sociales

La evaluación social de proyectos utiliza valores expresados en precios sociales. Éstos se definen como el costo económico o de oportunidad de los bienes y servicios producidos y consumidos en la sociedad. El SNI actualiza e informa anualmente los diferentes precios sociales que son utilizados la evaluación social de proyectos. En términos prácticos, la aplicación de los precios sociales se realiza según lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla N°3: Corrección a Precios Sociales

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.

b) Horizonte de Evaluación

En general, el horizonte de evaluación del proyecto está definido por la vida útil de la inversión, en función del tiempo (años) o capacidad de producción. Para proyectos de evacuación y disposición de aguas servidas, el horizonte de evaluación no debe ser superior a 20 años.

c) Valor Residual

En el último periodo del horizonte de evaluación, deberá incluirse el valor residual de los activos del proyecto. Éste puede calcularse restando la depreciación acumulada al valor inicial de los activos; o, alternativamente, estimando el valor de mercado que podrían tener en el último período del horizonte de evaluación. En el caso de terrenos, su valor residual debe ser equivalente al considerado en la inversión, ya que cualquier aumento en su plusvalía, no es un beneficio atribuible al proyecto.

d) Construcción de flujos netos

A continuación se muestra cómo deben presentarse los flujos netos que permitirán la evaluación económica de la iniciativa de inversión.

Tabla N°4: Flujos considerados en la evaluación económica

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año 20
(1) Costos Operación		CO ₁	CO ₂	...	CO ₂₀
(2) Costos Mantenición		CM ₁	CM ₂	...	CM ₂₀
(3) Costo Terreno	Te				
(4) Inversión	Inv				
(5) Valor Residual					-VR
Flujo de Costos (1) + (2) + (3) + (4) + (5)	I ₀	CT ₁	CT ₂	...	CT ₂₀

Donde:

CO_t : Costo operación año t

CM_t : Costo mantención año t

Te : Inversión en terrenos

Inv : Inversión en saneamiento sanitario

I₀ : Inversión inicial año 0

CT_t : Costo total año t

3.3 Cálculo de Indicadores y Criterios de Decisión

El cálculo de indicadores y la aplicación de criterios de decisión permiten seleccionar la alternativa más conveniente. En proyectos de agua potable rural, como se mencionó, se aplica el enfoque costo eficiencia, por lo que se estimarán los indicadores de costos CAE y VAC.

a) Tasa social de descuento

Para la evaluación social de proyectos se utiliza la tasa social de descuento, que representa el costo alternativo que significa para el país destinar fondos al proyecto y no a su mejor uso alternativo. Esta tasa se utiliza para actualizar o descontar los flujos futuros del proyecto estimados para el horizonte de evaluación, con el fin estimar los indicadores.

b) Valor Actual de Costos (VAC)

El VAC es el valor actualizado de los costos de inversión, operación y mantención. Este indicador sólo permite comparar alternativas de igual vida útil. Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

- I_0 : Inversión Inicial
- CT_t : Costos incurridos durante el año t
- n : Horizonte de evaluación
- r : Tasa social de descuento¹

El criterio de decisión al utilizar el VAC es el siguiente: la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor actual de costos es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico.

c) Costo Anual Equivalente (CAE)

El CAE es un indicador utilizado para comparar alternativas de proyectos que tienen beneficios iguales en el tiempo, y distinta vida útil. Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CAE = VAC * \left[\frac{r * (1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Donde:

- VAC = es el valor actual de los flujos de costos referido previamente
- r = Tasa social de descuento
- n = Horizonte de evaluación

El criterio de decisión al utilizar el CAE es el siguiente: la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor del costo anual equivalente es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico.

d) Comparación con costo referencial

Si un proyecto de construcción de un nuevo sistema o la ampliación de uno existente presenta un costo de inversión por unidad domiciliaria (UD) superior al costo referencial², deberá ser sometido a reestudio, desarrollando el análisis de alternativas individuales y/o semicolectivas³. Si este tipo de solución resulta en un costo mayor al del sistema colectivo, finalmente este último podrá ser ejecutado aún cuando sobrepase el costo de referencia.

¹ Para conocer valor vigente de la tasa social de descuento, ver documento de precios sociales ubicado en <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl>

² Valores publicados en <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl>, en "Normas, Instrucciones y Procedimientos de Inversión Pública (NIP)", en "Requisitos por Sector para Formulación de Proyectos", Sector Agua Potable y Alcantarillado.

³ Para esto, apoyarse en "Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales", SUBDERE, 2011.

REFERENCIAS

- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, “Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales”, Mayo 2011.
- Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos, MIDEPLAN 2006.