

4

CAPÍTULO

SANEAMIENTO BÁSICO



Fotografía cortesía de Carlos Oajaca



LA CARENCIA de agua potable en cantidad, calidad, continuidad y a un costo adecuado, así como la disposición inadecuada de excretas y de residuos sólidos, además de perjudicar la calidad de vida y las condiciones de producción afectan la integridad de las cuencas hidrográficas en general y de las fuentes de agua en particular. Dicho deterioro, unido a la carencia de agua potable crean ambientes insalubres que propician las enfermedades y disminuyen la productividad de la población.

La problemática mencionada en el párrafo anterior se aborda en el “**saneamiento básico**”, al cual llamamos “**básico**” por precisamente considerar las acciones mínimas que deben adoptarse en una localidad urbana o rural, para que las personas puedan vivir en un ambiente saludable. El saneamiento básico incluye:

- El abastecimiento de agua para consumo humano.
- El manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales y excretas.
- El manejo y disposición final adecuada de los residuos sólidos municipales.

En las áreas rurales el saneamiento básico constituye un reto multidisciplinario e interinstitucional. Con pocos recursos es necesario crear condiciones que mejoren la calidad de vida e incorporen variables

de orden técnico, económico, social y ambiental que contribuyan a lograr intervenciones sostenibles.

Las autoridades locales son quienes tienen la mayor oportunidad y responsabilidad de eliminar el riesgo para la salud que se puede encontrar en la ausencia o déficit del saneamiento básico.

Por lo anterior, es necesario desarrollar capacidades para que las autoridades locales formulen sus estrategias de desarrollo a partir de las posibilidades técnicas de atender las necesidades de la comunidad. Esto implica en cuanto al agua y al saneamiento en las zonas rurales, que ellos conozcan aspectos básicos de las fuentes de agua y métodos de aforo, los principales sistemas rurales de abastecimiento de agua, los principales sistemas rurales de saneamiento y el control y vigilancia de la calidad del agua.

Considerando lo mencionado, en este capítulo se presenta información general que esperamos sea útil para definir la alternativa tecnológica más conveniente para la realidad local que se quiere mejorar.

4.1 COMPLEJIDAD DE LOS PROBLEMAS²¹

Existen dificultades que son comunes en las áreas rurales:

- Bajo nivel socio económico de los beneficiarios;
- Viviendas aisladas o pequeños núcleos urbanos, lo cual no permite economías de escala en las soluciones propuestas;
- Limitado acceso a nuevas tecnologías;
- Limitado o nulo acceso a recursos financieros;
- Los sistemas son operados a través de organizaciones conformadas por miembros de la comunidad, lo que resulta en bajo nivel técnico de los operadores; y
- Carencia de supervisión, control y apoyo técnico de instituciones públicas o empresas de agua y saneamiento de mayor tamaño.

La complejidad del sistema de abastecimiento de agua en esas zonas está vinculada a factores locales como las fuentes de abastecimiento disponibles, la oferta de agua, la dispersión de las viviendas, factores climáticos, etc. En algunos casos la solución que se adopta es única, no existiendo alternativas más simplificadas.

La disposición de excretas también puede ser compleja. En la medida que el tamaño de la comunidad aumenta, la dispersión de las viviendas disminuye y éstas llegan a contar

con abastecimiento de agua domiciliario, podría llegar a ser necesario recurrir a una solución centralizada (red de alcantarillado y tratamiento de los desagües).

Antes de instalar cualquier tipo de servicio de saneamiento básico es necesario desarrollar en la comunidad el sentido de la necesidad del servicio que se implementará y que se genere la demanda a partir de esta prioridad. La experiencia muestra que aún los sistemas más simples quedan inoperantes en poco tiempo, por la falta de interés que tienen los beneficiarios y responsables por desarrollar las tareas mínimas de mantenimiento que se requieren.

También es importante buscar alternativas de pequeña escala que atiendan a las necesidades específicas de cada localidad. Éstas deben ser fáciles de usar y operar, no deben requerir mano de obra especializada, ni involucrar altos costos de mantenimiento.

4.2. SOSTENIBILIDAD Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS²²

Muchos proyectos tienen dificultades de sostenibilidad y dejan de operar al poco tiempo de haberse implementado. En otros, la calidad del servicio incluida la calidad del agua, están por debajo de lo esperado. Las causas de la falta de sostenibilidad son múltiples, siendo una de ellas la tecnología que en la mayor parte de las veces excede la capacidad de operación, mantenimiento y administración de la comunidad beneficiada, lo cual conduce al lento deterioro de las instalaciones y al abandono de las mismas en un tiempo muy por debajo de su horizonte de diseño o de la vida útil de sus componentes.

²¹ Fuente: OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

²² Fuente: OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Varios son los factores que inciden en la selección de una tecnología que sea sostenible, y la correlación de estos factores es la clave para identificar la opción tecnológica y el nivel de servicio más idóneo para una localidad determinada.

Las soluciones que se planteen para dotar con servicios de saneamiento básico a las comunidades rurales deben ser adecuadas a las capacidades locales para mantenerlas. Esto es, deben ser compatibles con la cultura local y con la capacidad de pago de la población para su operación y mantenimiento, lo que demanda como uno de sus requisitos, el uso de tecnologías apropiadas a cada caso²³.

Las tecnologías son apropiadas cuando tienen en cuenta la diversidad y las posibilidades de las realidades locales; y son desarrolladas desde y con las comunidades y no desde laboratorios centralizados. Las tecnologías apropiadas para ser consideradas como tales deben:

- Aprovechar los recursos del ecosistema, es decir, los insumos materiales y energéticos locales;
- Generarse en concordancia con la cultura y los intereses locales y regionales;
- Contribuir a la conservación del ambiente, al reciclaje de sus recursos y al empleo de fuentes alternas de energía;
- Generar y afianzar la participación organizada de la comunidad usuaria;
- Disminuir la dependencia científico-tecnológica de nuestros países e impulsar el desarrollo de sus potencialidades.

4.2.1 Factores de sostenibilidad

Para tener soluciones sostenibles debe planificarse teniendo en cuenta la gestión

²³ <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/TecnologiasApropiadasQueSon.html>

integral de los recursos hídricos de la cuenca. También debe efectuarse una selección adecuada de la tecnología más conveniente para la localidad y organizar la participación y gestión comunitaria con enfoque de género e interculturalidad. La política financiera debe garantizar la operación y mantenimiento eficiente del sistema y, desde el ámbito local, se necesita un apoyo institucional continuo. Los factores que se consideran clave para lograr la sostenibilidad de una infraestructura de agua y saneamiento en zonas rurales son:

1. Tamaño de la comunidad.
2. Demanda del sistema por la comunidad.
3. Solución adecuada al problema.
4. Baja complejidad del sistema.
5. Calidad del diseño y de la obra.
6. Capacidad de los beneficiarios para administrar, operar y mantener la solución adoptada.
7. Capacitación a los operadores en el control de la calidad de agua para consumo.
8. Apoyo externo para solucionar los problemas fuera del alcance de la capacidad local.

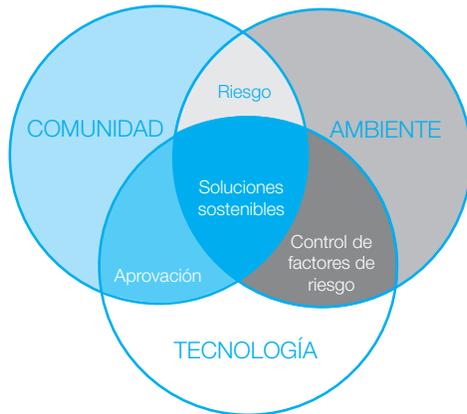
Componentes

El componente social del proyecto (capacitación en la operación y mantenimiento, promoción social para la generación de la demanda) favorece el desarrollo de capacidades de la comunidad, pero no es suficiente para garantizar la sostenibilidad. Si no se cumplen con los demás requisitos, será difícil lograr la sostenibilidad esperada.

En algunas situaciones específicas, será necesario un apoyo externo que pueda contrarrestar los efectos negativos encontrados.

Líneas de acción

Por el tipo de problemas de agua y saneamiento que existen en las localidades rurales, la solución debe basarse en tres ejes de intervención principales:



1. **Técnico**, corresponde al plano económico, donde el objetivo mayor es el desarrollo. Involucra instalar o rehabilitar la infraestructura de agua y saneamiento acorde a la realidad local y organizar la administración y operación del servicio, el mantenimiento de su infraestructura y la evaluación de los riesgos sanitarios.
2. **Social**, donde el objetivo mayor es la equidad. Involucra fortalecer a los beneficiarios para que demanden un buen servicio y apoyar el empoderamiento de sus dirigentes para que lo gestionen; promover la aceptación cultural y el ejercicio de las prácticas de higiene; y organizar el asesoramiento y apoyo externo municipal y de otras instituciones, para la adecuada gestión y sostenibilidad de los servicios.
3. **Ambiental**, donde el objetivo mayor es la sustentabilidad. Involucra el cuidado del ambiente y la protección del agua y de sus fuentes, para que puedan ser usadas por otras personas.

Para que la tecnología que se seleccione para una comunidad rural sea sostenible debe cuidarse que la misma sea socialmente aceptada y aceptable por parte de la población. La experiencia ha mostrado que todos los procesos de transferencia tecnológica que no encaran profundamente el factor humano de los actores del mismo están destinados al fracaso, sobre todo si esos procesos involucran los factores de desarrollo y estilos de vida de la comunidad.

Las tecnologías socialmente aceptadas son tecnologías que fomentan la organización y el trabajo solidario, generalmente se aplican en escalas pequeñas controlables y de fácil planificación, teniendo como características el que:

- Son de fácil asimilación por parte de la población.
- Requieren abundante mano de obra.
- Tienen acción ambiental positiva.
- Utilizan preferentemente recursos renovables.
- Son solidarias en la utilización de recursos no renovables.
- Utilizan principalmente recursos locales.
- Son económicas.
- Toman en cuenta la realidad sociocultural de los usuarios.

AGUA

4.3 TIPOS DE FUENTES²⁴

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- Subterráneas: manantiales, pozos.
- Superficiales: lagos, ríos, canales.
- Pluviales: aguas de lluvia.

²⁴ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Para seleccionar la fuente de abastecimiento deben considerarse las necesidades de la población, la disponibilidad y la calidad de agua durante todo el año, así como todos los costos involucrados en el sistema, tanto de inversión como de operación y mantenimiento.

El tipo de fuente de abastecimiento influye directamente en las alternativas tecnológicas viables. El rendimiento de la fuente de abastecimiento puede condicionar el nivel de servicio a brindar. La operación y el mantenimiento de la alternativa seleccionada debe estar de acuerdo a la capacidad de gestión de los beneficiarios del proyecto, a costos compatibles con su perfil socio económico.

Fuentes subterráneas

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos excavados y tubulares.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

Fuentes superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc.

La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos y otros.

4.4 CALIDAD DEL AGUA Y PROTECCIÓN DE LAS FUENTES²⁵

La calidad del agua debe evaluarse antes de construir el sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de consumirse. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar características que puedan ocasionar que la población rechace su uso.

Se define como agua potable aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y que básicamente atiende a los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud.
- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables.
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

El agua para consumo humano debe cumplir los estándares de calidad establecidos por las normas vigentes de cada país. Las “Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano” de la OMS recomiendan valores límites para los diferentes contaminantes que pueden encontrarse en el agua de consumo humano.

²⁵ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

La protección de las fuentes

La protección de fuentes de agua o nacimientos es un conjunto de prácticas que se aplican para mejorar las condiciones de producción de agua en calidad y cantidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo.

Estas prácticas pueden ser (Vieira, 2002):

- **En el área de recogimiento de la fuente:** Para aumentar la infiltración de agua en el suelo, recargar la capa freática que la sostiene y evitar la contaminación.
- **En el afloramiento del agua:** Para mejorar la captación y eliminar la contaminación local.
- **En el uso y manejo del agua:** Para evitar los desperdicios y la contaminación, tanto local como aguas abajo.

Formas de contaminación del agua

Los contaminantes tienen un impacto significativo en los problemas de calidad del agua, sin embargo normalmente son de difícil definición y cuantificación, por ese motivo muchas veces los programas de control no los tienen en consideración adecuadamente. La forma en que se contamina el agua puede ser dos tipos:

- **Formas puntuales**
Son las descargas en puntos definidos, como las descargas de desagües, industrias, etc. Los desagües domésticos presentan una gran cantidad de contaminantes que pueden provocar daños al ambiente, por ese motivo deben ser tratados antes de su disposición final.
- **Formas no puntuales**
La contaminación no puntual está asociada a las aguas de lluvia, deshielo, percolación,

etc. A medida que la lluvia cae, acarrea contaminantes naturales o producidos por el hombre.

Los contaminantes pueden ser:

- Relaves mineros
- Exceso de fertilizantes, herbicidas e insecticidas provenientes de usos agrícolas o domésticos;
- Aceites, grasas y contaminantes tóxicos transportados por el arrastre de agua de lluvia en zonas urbanas;
- Sedimentos provenientes de construcciones, zonas agrícolas o erosión;
- Drenaje ácido de minas abandonadas;
- Materia orgánica y microorganismos provenientes de zonas de ganadería;
- Arrastre de basura;
- Contaminantes en la atmósfera (material en partículas y otros compuestos).

Prácticas de protección

La protección de las fuentes es de importancia fundamental para garantizar el abastecimiento de agua de buena calidad. Es importante evitar la contaminación de la fuente ya que si ésta ocurre luego será necesario tratar el agua, lo cual puede tener un costo muy elevado.

Las fuentes de agua subterránea como manantiales y pozos deben estar protegidas contra la contaminación, las inundaciones y aguas superficiales. Se recomienda establecer un perímetro de protección para que el acceso de personas y animales esté restringido. Deben limitarse o prohibirse las actividades o instalaciones que puedan contaminar las aguas subterráneas, o que afecten el caudal realmente aprovechable para el abastecimiento a la población (Espinoza, Muñoz, Lobo 2004).

Para prevenir la contaminación de las fuentes, se debe dar atención especial a las siguientes medidas para controlarla:

Prevención de la contaminación por actividades agrícolas

- Gestión de los residuos sólidos animales para evitar la contaminación del agua superficial y subterránea.
- Reducir el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes.
- Eliminar el uso de pesticidas de elevada toxicidad, dando prioridad al uso de productos de origen biológico menos contaminantes.
- Disminuir la erosión a través del empleo de prácticas conservativas.
- Disposición adecuada de los envases de pesticidas, contenedores, agua de limpieza, etc.

Prevención de la contaminación por arrastre de agua de lluvia en zonas urbanas

- Disponer de un sistema de recolección adecuado y oportuno de basura.
- Mantener calles y patios de las casas libres de basura.
- Evitar la defecación en zonas abiertas y sujetas a arrastre. Disposición adecuada de heces.
- Disponer adecuadamente restos de pintura, aceite usado, productos químicos domésticos, etc., nunca echar a la calle o a los desagües.
- Los aceites usados deben ser recolectados, de ninguna manera esos productos deben ser descargados en los desagües o en las calles.
- Controlar zonas de erosión con adecuada protección.
- Adecuada operación y limpieza de tanques sépticos.
- Utilizar detergentes con bajo contenido de fósforo, para reducir la cantidad de nutrientes descargada en lagos y ríos.

Prevención de la contaminación por actividades mineras

- Con relación a las actividades industriales o mineras, es necesario evaluar previamente a su implantación los impactos ambientales que pueden ser generados a lo largo de su operación. Según el resultado de la evaluación deben verse las medidas mitigadoras correspondientes, tales como el tratamiento de las aguas residuales generadas, la disposición adecuada de los residuos sólidos, el reciclaje de aguas, la recuperación de sustancias químicas, etc.

4.5 MÉTODOS DE AFORO²⁶

Cuando se ubica una fuente que podría utilizarse para el abastecimiento de agua es necesario medir la cantidad de agua que produce con el fin de conocer para qué cantidad de población puede alcanzar. Esto se hace a través de una operación que se llama aforo, la cual consiste en medir el caudal, o sea el volumen de agua que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado.

El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario de la población, con el fin de poder cubrir la demanda de agua de la población futura. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

²⁶ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua²⁷. Los más utilizados en los proyectos rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts./seg. y el segundo para caudales mayores a 10 lts./seg.

27 Los aspectos técnicos se describen en el documento Lampoglia, Agüero y Barrios (2008) Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales. SER, págs 13 y ss.

Método volumétrico

Consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts./seg.



Método de velocidad – área

Este método mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente, tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme.

Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección uniforme o su promedio; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba del primer punto de control. Cuando el cuerpo pasa por dicho punto se

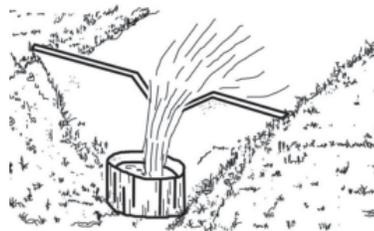


inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. Al resultado de la velocidad se le ajusta por un factor de 0.8 a 0.9

Método de vertedero

Este método de medición de caudal es útil para caudales pequeños.

Se coloca el vertedero que puede ser rectangular o triangular, en forma transversal a la sección del canal o flujo del agua. Se interrumpe el flujo del agua y se produce una depresión del nivel, se mide el tamaño de la lámina de agua y su altura, calculándose la cantidad de agua que se vertió en ese tiempo.



Estas mediciones son válidas para la fecha en que se efectúan. Se recomiendan mediciones periódicas para conocer las variaciones del flujo.

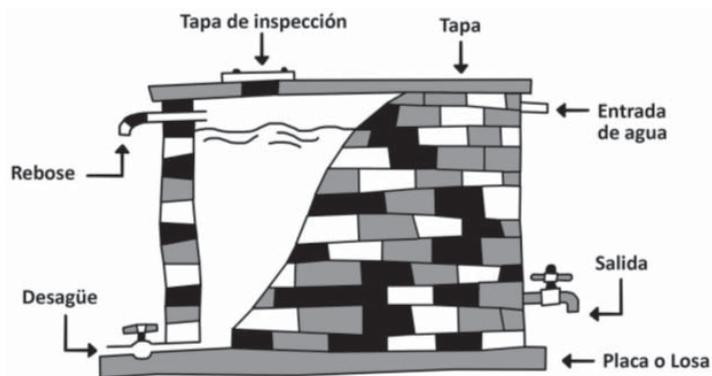
4.6 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y DE LA OPCIÓN TECNOLÓGICA²⁸

4.6.1 Nivel de servicio

Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o por conexión domiciliaria.

Público o multifamiliar

Reciben el servicio a través del acceso a pequeñas fuentes de abastecimiento de agua de uso exclusivo, o a partir de piletas o surtidores públicos abastecidos por una red. Las familias deben transportar el agua hasta su domicilio.



Conexión domiciliaria o familiar

Reciben el servicio individualmente en sus viviendas, por medio de conexiones domiciliarias conectadas a una red pública a las que se empalman las instalaciones intra domiciliarias. Éstas pueden estar ubicadas:

²⁸ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

- fuera de la vivienda (punto de agua al exterior de la vivienda)
- dentro de la vivienda (conexión con módulos sanitarios).

El nivel del servicio debe ser de acuerdo a las necesidades de las familias pero se ve influenciado por la capacidad de la fuente, el monto de la inversión disponible, los costos de operación y mantenimiento y la capacidad técnica y económica de los usuarios.

El nivel de servicio con conexión intradomiciliaria es el que proporciona mayor garantía sanitaria al usuario, ya que disminuye el requerimiento de almacenamiento intra domiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados a esa práctica.



Nivel de servicio con conexión intradomiciliaria

Factores de selección

Los factores que generalmente inciden en la selección apropiada de una solución tecnológica para el abastecimiento de agua son de tipo técnico, económico, social y cultural. La secuencia de su aplicación debe ser analizada de forma tal que permita establecer la opción tecnológica y el nivel de servicio más convenientes.

Los siguientes factores han sido considerados luego de un amplio análisis por parte de profesionales que laboran en el campo del diseño de pequeños sistemas de abastecimiento de agua²⁹.

²⁹ CEPIS, Consideraciones para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Sistemas de Abastecimiento de Agua. Lima, enero 2002.

Factores Técnicos

Dotación

este factor está vinculado con el nivel de servicio y se consideran los siguientes rangos:

- Menor a 20 l/hab/día: abastecimiento individual o multifamiliar a partir de pequeñas fuentes de agua de uso exclusivo.
- De 20 a 40 l/hab/día: suministro comunitario a través de fuentes públicas; y
- Mayor de 40 l/hab/día: provisión del servicio público de abastecimiento de agua mediante fuentes públicas o conexiones domiciliarias.

Estos valores son referenciales e indican rangos de dotación que pueden ser variados en función de las condiciones culturales, económicas, climáticas, etc., del lugar de intervención.

Fuente

Las fuentes de abastecimiento de agua, en función de su procedencia y facilidad de tratamiento se clasifican como:

- Superficial: compuesta por lagos, ríos, canales, etc.
- Subterránea: Conformada por aguas subálveas y profundas; y
- Pluvial: representada por las aguas de lluvia.

Rendimiento de la fuente

Determina la cantidad y disponibilidad de agua que puede ser destinada al abastecimiento de agua, y permite definir el nivel de servicio al que puede acceder la comunidad que será beneficiada.

Tipo de fuente subterránea

Las aguas subálveas y profundas pueden ser captadas por medio de manantiales de ladera o de fondo, galerías filtrantes y pozos perforados y excavados.

Ubicación de la fuente

La fuente de agua puede estar ubicada

por encima o por debajo de la localidad y permite definir si el abastecimiento es por gravedad o por bombeo.

Factores Sociales

Categoría de la población

Se considera como comunidad rural a las localidades cuya población normalmente no es mayor a 2000 habitantes. Sin embargo el algoritmo de selección que se presenta mas adelante puede ser aplicado a localidades con mayor número de habitantes, si su patrón corresponde a una localidad rural.

Características de la población

La característica está vinculada con la distribución espacial de la población y puede ser:

- Concentrada: Corresponde a las localidades con viviendas agrupadas formando calles y vías que determinan un crecimiento con tendencia a un núcleo urbano; y
- Dispersa: son localidades con viviendas distanciadas unas de otras y sin un orden de desarrollo preestablecido.

Tipo de Servicio

Es el resultado o la definición de la opción tecnológica y nivel de servicio que mejor se adecúa a las necesidades de la comunidad y que responde a las características físicas, económicas y sociales de la misma. Se consideran tres niveles básicos: familiar, multifamiliar y comunal.

- **Familiar:** permite atender de una a cinco familias.
- **Multifamiliar:** facilita la atención a grupos que van de cinco a veinticinco familias.
- **Comunal:** permite atender a grandes grupos de familias.

Factores Económicos

Condición Económica

Es un factor muy importante a considerar, ya que permite evaluar la opción tecnológica

y el nivel de servicio, al influir estos directamente en el monto de inversión para la construcción del sistema o los gastos de operación y mantenimiento. Teniendo en cuenta los niveles de ingresos económicos de las poblaciones a ser atendidas, puede ser bajo, medio o alto.

- **Bajo:** Cuando los ingresos familiares corresponden a la mitad del valor de la canasta familiar básica.
- **Medio:** corresponde a ingresos familiares equivalentes al valor de la canasta familiar básica.
- **Alto:** cuando los ingresos familiares equivalen a dos o más veces el valor de la canasta familiar básica.

4.6.2 Opciones tecnológicas

Las opciones tecnológicas son las diferentes soluciones de ingeniería que se ajustan a las características físicas, económicas y socioculturales de las poblaciones.

Permiten seleccionar la manera óptima de proporcionar servicios de calidad de agua potable y saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua están condicionadas por el rendimiento y la ubicación de las fuentes, por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, condiciones climáticas, etc. Estas condiciones determinarán que la opción tecnológica sea “convencional” o “no convencional”³⁰. Para las poblaciones rurales, en la mayoría de los casos es posible utilizar sistemas de tecnología simple, que no demandan personal calificado o altos costos operativos.

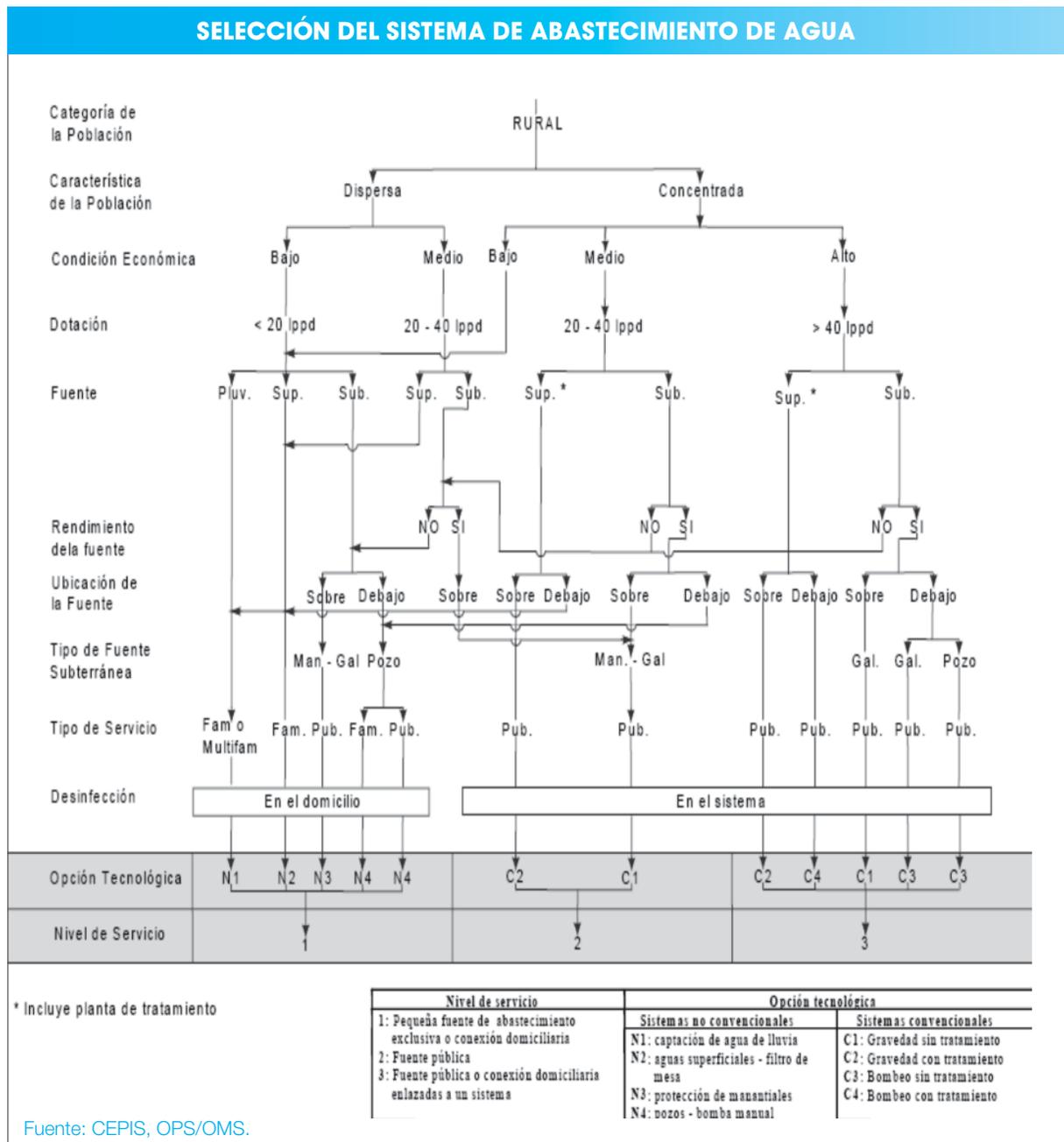
El siguiente cuadro presenta un resumen de lo indicado en párrafos anteriores.

30 OPS-OMS. GTZ-Cooperación Alemana al Desarrollo. Tecnologías apropiadas en Agua y Saneamiento-Curso de Auto instrucción. Lima, Perú

FACTORES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS	
Fuentes de abastecimiento disponibles	Subterránea Superficial
Conducción del agua	Por gravedad Por bombeo
Caudal disponible	Cantidad Temporalidad Calidad
Tratamiento requerido	Desinfección Tratamiento simplificado + desinfección Tratamiento químico + desinfección
Mantenimiento requerido	Simple Intermedio Complejo
Características locales	Clima Topografía Accesibilidad
Niveles de ingreso	Bajo Medio Alto
Capacidades locales	Muy baja Regular Buena
Tipo de población	Concentrada Dispersa

4.7 ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Este algoritmo nos orienta sobre un procedimiento para seleccionar la tecnología apropiada, basándose en los criterios anteriormente explicados en este capítulo. Es una guía para todas aquellas personas que desean planificar, construir, desarrollar proyectos. Fue desarrollado por el CEPIS y consideramos que es una herramienta valiosa en agua potable. En este algoritmo se consideran las siguientes soluciones técnicas:



Opción Tecnológica

Sistemas no convencionales

- C1: Gravedad sin tratamiento
- C2: Gravedad con tratamiento
- C3: Bombeo sin tratamiento
- C4: Bombeo con tratamiento

Sistemas convencionales

- N1: Captación de agua de lluvia.
- N2: Aguas superficiales-filtro
- N3: Protección de manantiales
- N4: Pozo-bomba manual

Nivel de Servicio

- 1: Pequeña fuente de abastecimiento exclusiva o conexión domiciliar.
- 2: Fuente pública.
- 3: Fuente pública o conexión domiciliar enlazadas a un sistema.

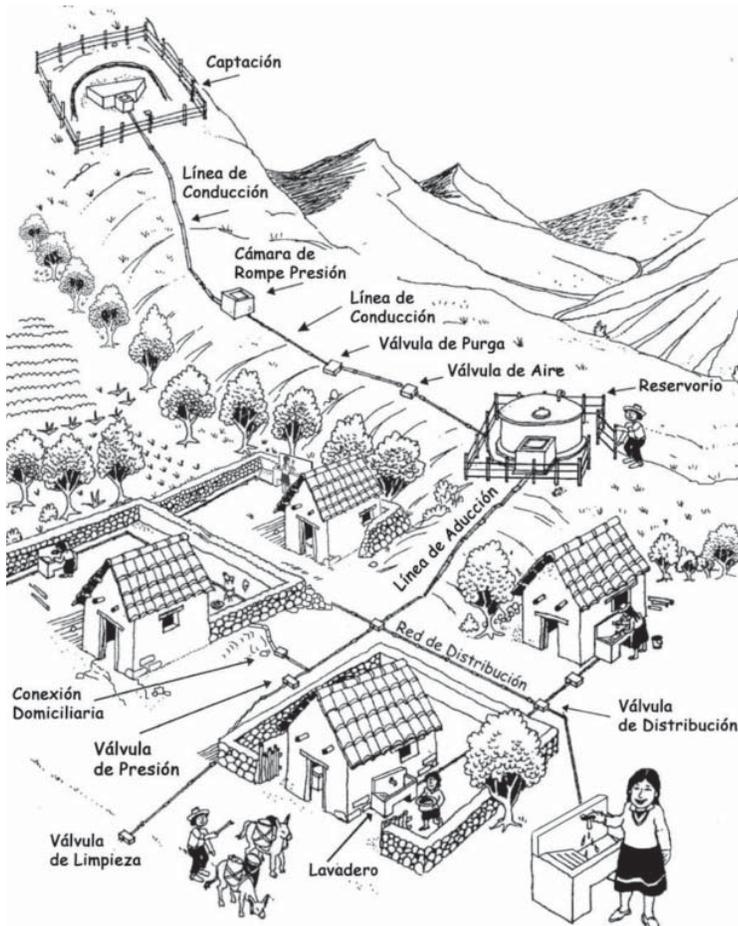
4.8 SISTEMAS CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA³¹

Se considera como sistema “convencional” aquel que brinda un servicio público de abastecimiento de agua al nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias, empleando un sistema de distribución de agua diseñado para proporcionar la calidad y cantidad de agua establecidas por las normas de diseño.

Son sistemas que son diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con piletas públicas. Consta de uno o más de los siguientes componentes:

- Captación o pozo.
- Línea de conducción o impulsión
- Planta de tratamiento o estación elevadora de agua.
- Reservorio o tanque de almacenamiento.
- Línea de aducción.
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias.

Para zonas rurales, es usual denominar los “sistemas por gravedad” cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que las viviendas de los usuarios; y “sistemas por bombeo”, cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para hacer llegar el agua a los usuarios.



³¹ Fuente: OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

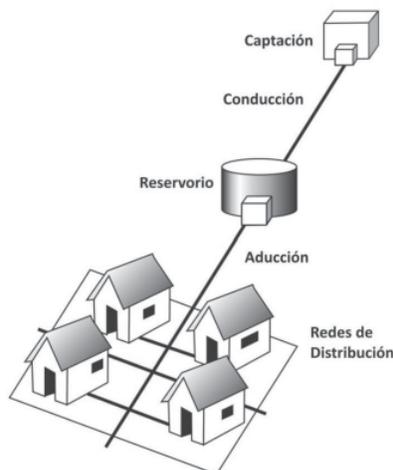
4.8.1 Tipos de sistemas convencionales

Los sistemas convencionales pueden ser:

- Abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)
- Abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)
- Abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)
- Abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución, salvo la cloración; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios.



En estos sistemas las fuentes de abastecimiento del agua suelen ser subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales, y en las subálveas el agua es captada a través de galerías filtrantes. La

desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, tiene buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar su buen funcionamiento.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

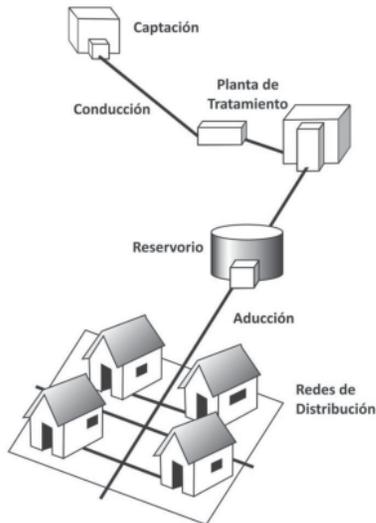
Ventajas

- » Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento.
- » Requerimientos de operación y mantenimiento reducidos.
- » No requiere operador especializado.
- » Baja o nula contaminación.

Desventajas

- » Por su origen el agua puede contener un alto contenido de sales disueltas.

Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)



Cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Si no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan “por gravedad con tratamiento”. Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

Estos sistemas tienen una operación más compleja que los sistemas sin tratamiento,

y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua. Al instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, para garantizar el resultado esperado.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

Ventajas

- » Remueve la turbiedad del agua cruda.

Desventajas

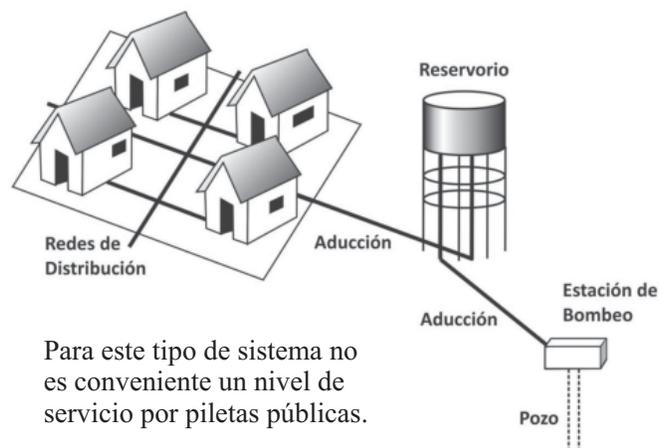
- » Requiere de personal capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento.
- » Puede necesitar usar productos químicos para el proceso de clarificación del agua.
- » Requiere desinfección obligatoria.
- » Mayor costo de Operación y mantenimiento que los sistemas GST.
- » Tarifas elevadas.

Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)

Estos sistemas también se abastecen con agua de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. Sin embargo, el agua necesita ser bombeada para ser distribuida al usuario final. Generalmente están constituidos por pozos.

Sus componentes son:

- Captación (pozo).
- Estación de bombeo de agua.
- Línea de conducción o impulsión.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.



Para este tipo de sistema no es conveniente un nivel de servicio por piletas públicas.

Ventajas

- » Desinfección poco exigente
- » Menor riesgo a contraer enfermedades relacionadas con el agua

Desventajas

- » Requiere de personal especializado para operar y mantener el sistema de bombeo
- » Requiere elevada inversión para su implementación
- » Las tarifas del servicio son elevadas. Muchas veces el servicio es restringido a algunas horas del día para evitar la elevación de la tarifa.

Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Estación de bombeo de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

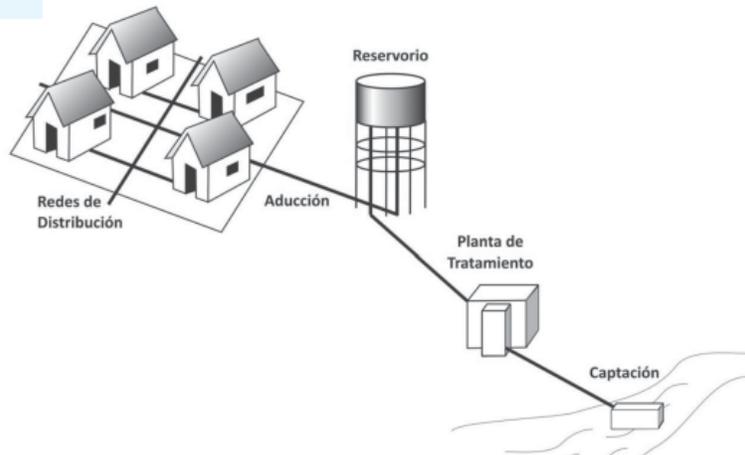
Para este tipo de sistema no es conveniente un nivel de servicio por piletas públicas.

Ventajas

Ninguna.

Desventajas

- » Requiere de personal altamente capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento y el sistema de bombeo.
- » Requiere de mayor costo de inversión, de operación y mantenimiento que los sistemas de bombeo sin tratamiento. Muchas veces el servicio es restringido a algunas horas del día para evitar la elevación de la tarifa.
- » Las tarifas del servicio son las más altas en comparación con los diferentes sistemas de abastecimiento de agua.
- » Sistema complejo y de poca confiabilidad.

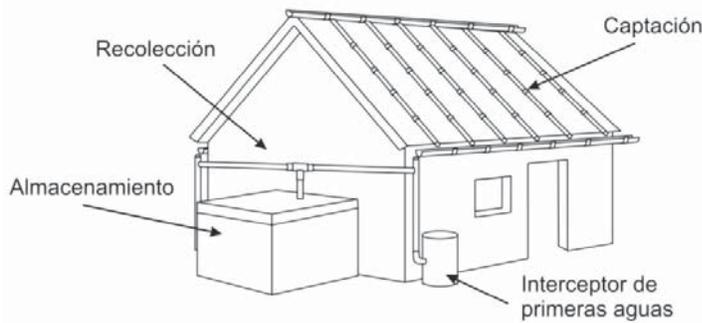


4.9 SISTEMAS NO CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA³²

Se consideran como sistemas “no convencionales”, a aquellas tecnologías de abastecimiento de agua compuestas por soluciones individuales o multifamiliares dirigidas a aprovechar pequeñas fuentes de agua y que usualmente requieren el transporte, almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario. Estas opciones tecnológicas están compuestas por los siguientes tipos de sistemas de abastecimiento de agua:

- Captación de agua de lluvia.
- Pozos protegidos, con bombas manuales.
- Manantiales con protección de vertiente.

Captación de agua de lluvia



El agua de lluvia generalmente se capta de los techos de las viviendas y se acumula en tanques de almacenamiento. El agua deberá desinfectarse antes de usarla.

La ventaja de este sistema es su simplicidad y bajo costo de implementación, sin

³² Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

embargo, el suministro queda condicionado a la variabilidad de la precipitación, resultando a veces en discontinuidad del servicio.

Pozos con bombas manuales



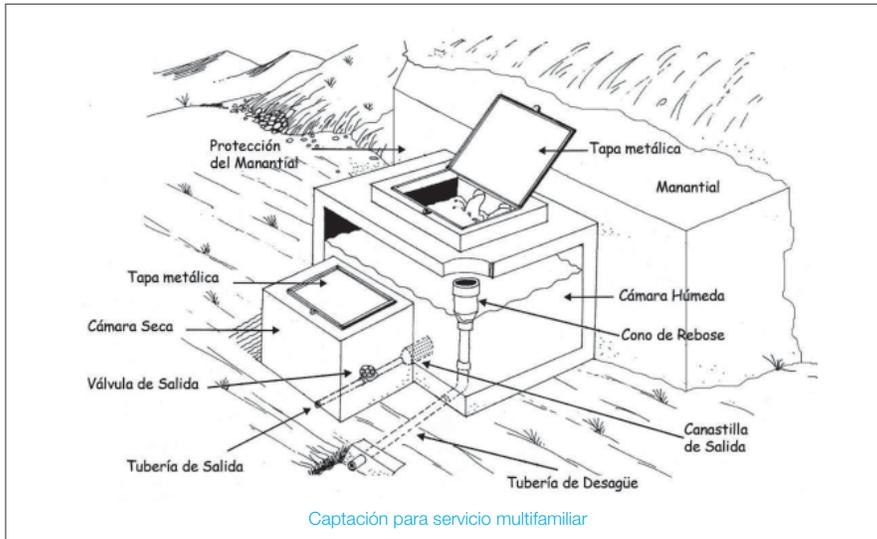
Estas soluciones constan de la bomba manual colocada sobre los pozos perforados o excavados debidamente protegidos, que pueden ser del tipo familiar o multifamiliar.

Dependiendo del tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, el agua debe ser desinfectada antes de destinarse al consumo humano directo.

Manantiales con protección de vertiente

Se constituyen en sistemas de abastecimiento de agua a partir de la captación segura de pequeñas fuentes de agua subterránea ubicadas cerca de la vivienda o grupo de viviendas.

Esta solución se compone de una captación, una pileta y una poza de drenaje; y se ubica en la fuente. Ocasionalmente, el agua se puede conducir a los usuarios mediante tuberías de pequeño diámetro. El nivel de servicio puede ser del tipo familiar o multifamiliar, según la capacidad de la fuente y del número de usuarios.



EXCRETAS

4.10 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE LA OPCIÓN TECNOLÓGICA Y NIVEL DE SERVICIO EN SANEAMIENTO

Las enfermedades relacionadas con el saneamiento pueden evitarse utilizando métodos adecuados de recolección y tratamiento de aguas residuales y disposición sanitaria de excretas. Pero a veces la ubicación de las localidades, específicamente en las zonas rurales de extrema pobreza, hace que los sistemas de recolección de aguas residuales convencionales requieran de una alta inversión, no solo en instalación de la infraestructura básica sino también en la operación y mantenimiento e implementación de los servicios higiénicos a nivel domiciliario.

Por tales razones es necesario analizar las opciones tecnológicas y niveles de servicio que se adecúen a las condiciones físicas,

económicas y sociales de las comunidades y/o pobladores a ser beneficiados.

Los niveles de servicio en saneamiento se refieren a las necesidades atendidas por el sistema implantado para la evacuación o disposición final de excretas y de aguas residuales. Pueden ser a nivel unifamiliar y multifamiliar.

4.10.1 Factores de Selección

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad.
- Dispersión de las viviendas.
- Disponibilidad de agua.
- Recursos disponibles.
- Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento.

Al seleccionar las opciones técnicas es recomendable considerar lo siguiente:

- En poblaciones menores a 100 familias (450 personas) no se usa alcantarillado. Solo deben considerarse sistemas de recolección sin uso de red de tuberías.

- En centros poblados entre 100 y 200 familias puede usarse alcantarillado sólo con pozos sépticos y percolador.
- En centros poblados de 200 a 400 familias se acepta usar alcantarillado con tanques sépticos o con lagunas facultativas, según las condiciones locales.
- En poblaciones mayores a 400 familias se acepta el alcantarillado con lagunas facultativas o tanque Imhoff.

En cualquier caso, para que se plantee alcantarillado debe contarse con conexión domiciliar de agua y, si no existe, debe tenerse compromisos formales de los beneficiarios de adquirir instalaciones intradomiciliarias (baños o tuberías), asistencia técnica para su instalación y/o sistemas de financiamiento. Asimismo, de ser necesario, debe considerarse un tratamiento focalizado de subvención para familias en extrema pobreza (los casos sociales).

La elección de la tecnología apropiada idónea a las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad se hace después de un análisis de la zona. Una buena elección de la tecnología en conjunto con una buena operación y mantenimiento, hace de ésta la solución ideal a los problemas de saneamiento de la comunidad sin ser necesaria una alta inversión para su implementación.

El uso de algoritmos de selección³³ ayuda en gran medida en la elección de este sistema, ya que toma en cuenta los puntos más importantes para su elección como son: situación económica, características del terreno, costumbres y la educación sanitaria que tenga la comunidad. La implementación de la tecnología muchas veces nueva para personas de áreas rurales de extrema pobreza, debe ir acompañada con la capacitación y evaluación del funcionamiento de cada sistema implantado.

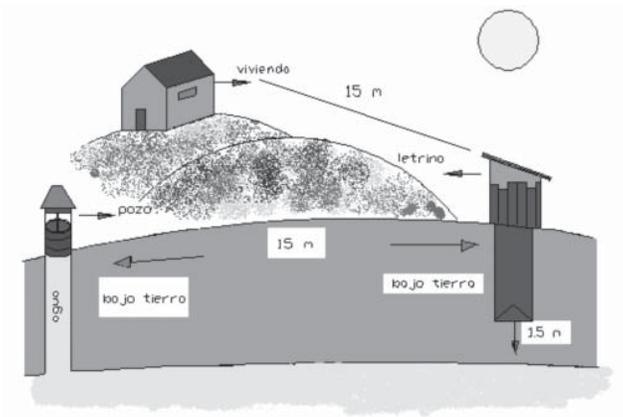
³³ CEPIS, Algoritmo para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Saneamiento, Lima, enero 2002

Al seleccionar la tecnología de saneamiento que debe aplicarse, es necesario tener en cuenta los factores de orden técnico, económico y social que se indican a continuación. El conocimiento cabal de estos factores resulta vital para la selección de la tecnología más conveniente.

Técnicos

- **Cantidad de agua utilizada en la descarga:** Las tecnologías de saneamiento están compuestas por las que requieren agua y aquellas que no la requieren. Generalmente las que requieren muy poca cantidad de agua y las que no la necesitan, realizan la disposición de los desechos fisiológicos “in situ”, mientras que en áreas atendidas con conexiones domiciliarias de agua, se opta por la disposición a distancia. Por ello, se considera la cantidad de agua disponible para la descarga como el punto de partida para la identificación de la solución de saneamiento más conveniente.
- **Fuentes de agua:** las fuentes subterráneas de abastecimiento de agua son las más expuestas a ser contaminadas por los sistemas de saneamiento “in situ”, siendo los pozos someros, tanto excavados como perforados, los más expuestos en comparación con los pozos profundos.
- **Densidad poblacional:** La menor o mayor dispersión de viviendas en el área de intervención puede inducir a seleccionar una solución de tipo individual, familiar o pública.

- **Distancia entre pozo de agua y letrina o pozo de infiltración > 15m³⁴:** Las soluciones “in situ” deben ubicarse a una distancia mínima de 15 metros de la fuente de agua subterránea para garantizar que el agua no se contamine por la infiltración de los desechos fisiológicos dispuestos en el subsuelo. (CEPIS recomienda que la distancia entre pozo de agua y letrina o pozo de infiltración debe ser mayor de 25 metros).



Cartilla Ambiental, letrinas, DRPSA, Guatemala agosto 2001

- **Facilidades de limpieza:** El uso de letrinas de un solo pozo, tanque séptico o letrina anegada, requieren que existan las facilidades necesarias para el vaciado periódico de los mismos.
- **Disponibilidad de terreno:** La aplicación de sistemas de saneamiento “in situ” del tipo familiar requieren que el interesado disponga de área al interior del predio, de lo contrario se tendrá que optar por soluciones multifamiliares o de otra índole.
- **Suelo fisurado:** es un factor importante para las soluciones “in situ”, porque facilitan la

rápida infiltración de los desechos líquidos al subsuelo causando la contaminación de las fuentes subterráneas de agua. En estos casos, es necesario considerar la construcción de barreras al interior de los pozos para con ellas controlar la contaminación.

- **Permeabilidad del suelo:** Los suelos permeables con suficiente capacidad de absorción permiten viabilizar las soluciones de tipo “in situ” húmedo; como por ejemplo: la letrina de cierre hidráulico, tanque séptico o letrina de pozo anegado.
- **Zona Inundable:** Esto afecta sustancialmente en la selección de la opción tecnológica obligando a colocar las soluciones tradicionales por encima del nivel de inundación.
- **Aguas Subterráneas:** al igual que el caso anterior, los altos niveles en la napa freática de agua, conducen a emplear las soluciones tradicionales por encima del nivel del suelo.
- **Estabilidad del suelo:** Los suelos no cohesivos o no consolidados requieren entibar las paredes de las excavaciones, cosa que no sucede con los suelos cohesivos o consolidados. Para suelos rocosos, las soluciones “in situ” pueden conducir a la construcción de pozos por encima del nivel del suelo.
- **Tipo de saneamiento recomendado:** es la opción tecnológica que se adecúa a las necesidades de la comunidad a la vez que se ajusta a las características físicas, económicas y sociales de la misma.

34 DRPSA, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Cartilla Ambiental Sobre Letrinas, Guatemala, 2001, 15 páginas.

Sociales

- **Método de limpieza anal:** los tipos de materiales empleados en la limpieza anal influyen en la determinación del volumen del pozo y el tipo de aparato sanitario.
- **Aprovechamiento de los residuos fecales:** el aprovechamiento voluntario o tradicional de los desechos fecales ayuda a definir la alternativa de solución.

Económicos

- **Gastos de capital y de mantenimiento:** es un indicador que limita en gran medida la selección de la opción tecnológica y del nivel de servicio.

4.10.2 Opciones tecnológicas en saneamiento

La opción tecnológica en saneamiento comprende la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas locales y a las condiciones socio-económicas de la comunidad. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas en saneamiento están divididas en dos grupos y tienen correspondencia con los niveles de servicio:

- Soluciones con recolección por red de tuberías con arrastre hidráulico.
- Soluciones sin red de recolección (disposición in situ) con o sin arrastre hidráulico.

En el cuadro siguiente se muestra la correspondencia entre las opciones tecnológicas en saneamiento y sus niveles de servicio.

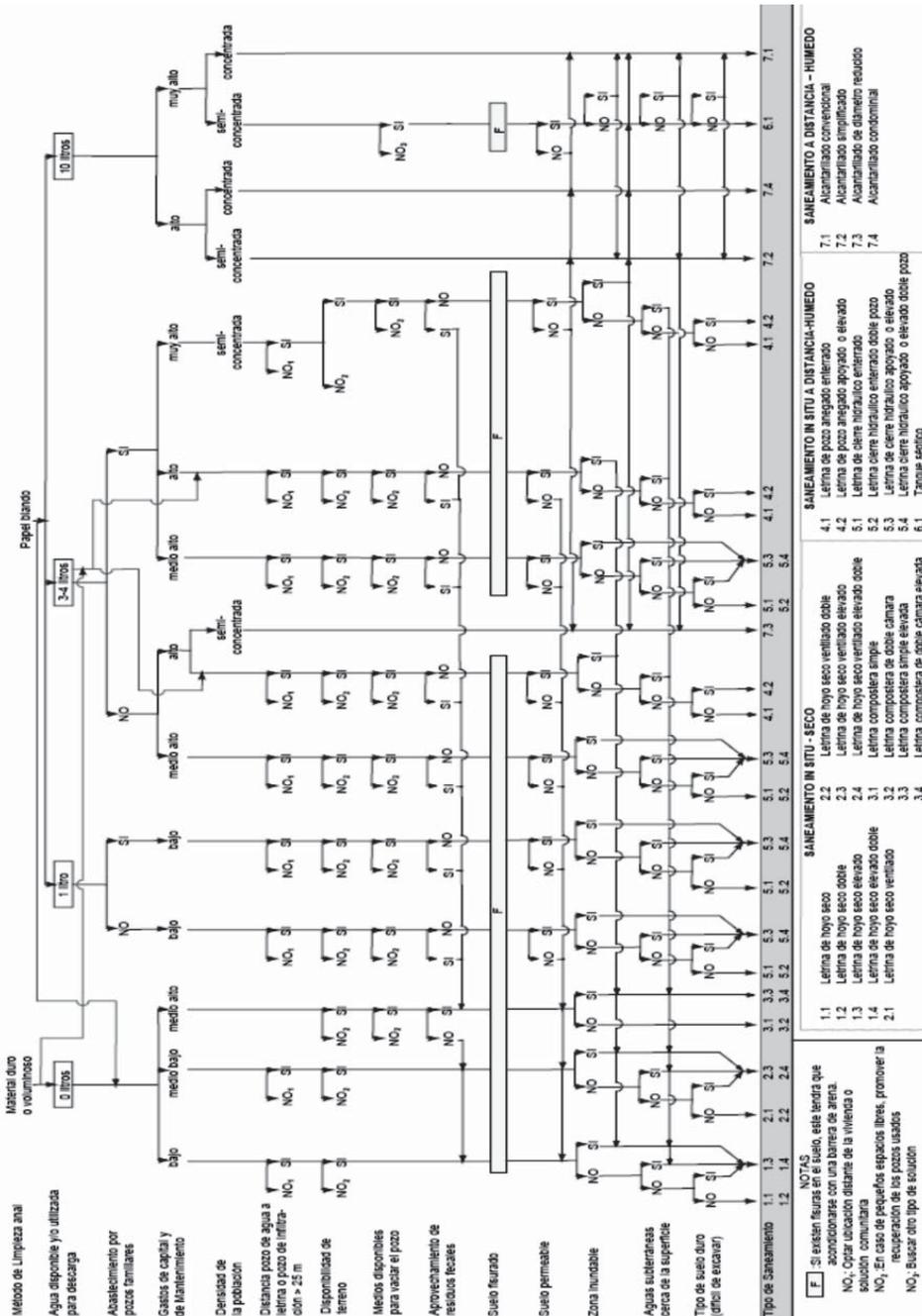
OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO	
Con sistemas de recolección en red de tuberías	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominial		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
Sin sistemas de recolección en red de tuberías	Unidad sanitaria con pozo séptico	Unifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Unidad sanitaria con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado	Unifamiliar	Disposición de excretas
	Letrina de pozo anegado		
	Baño de arrastre hidráulico		
	Letrina compostera o baño ecológico		

4.11 ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES

Este algoritmo fue desarrollado por el CEPIS y orienta para seleccionar la tecnología más apropiada a la realidad local, basándose en los criterios explicados anteriormente en este capítulo.

Considera soluciones de saneamiento in situ seco y húmedo, así como de saneamiento a distancia húmedo.

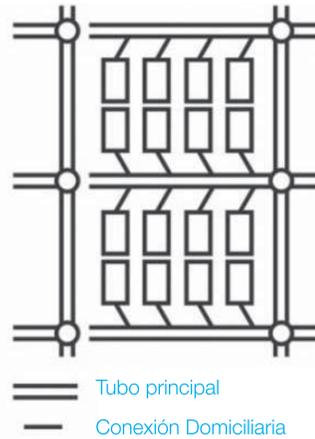
SELECCIÓN DEL SISTEMAS DE SANEAMIENTO



4.12 SISTEMAS CON RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS³⁵

4.12.1 Tipos de sistemas

Alcantarillado convencional



En zonas rurales y pequeñas localidades cuando se reduce la dispersión de las viviendas y su número aumenta, y si las viviendas están dotadas de unidades sanitarias con arrastre hidráulico, se hará necesario proveer un sistema para recolectar las aguas residuales generadas.

El alcantarillado convencional es el sistema que se usa para recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales. Es utilizado en zonas urbanas, y en algunos casos puede llegar a usarse en zonas rurales o pequeñas comunidades.

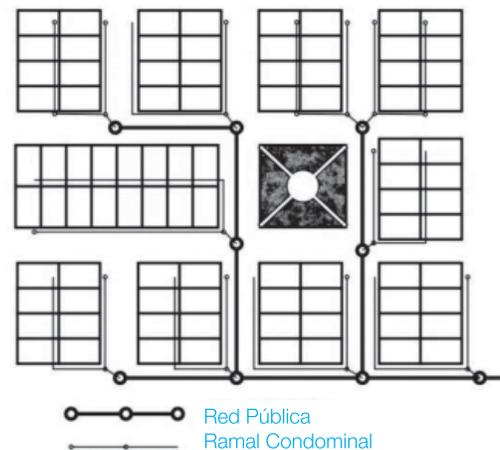
Al ser un sistema por arrastre hidráulico, se debe prever la dotación de agua suficiente para su funcionamiento adecuado. Para evitar la contaminación, las aguas servidas recolectadas deben ser conducidas a

³⁵ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

un sistema de tratamiento antes de su disposición final en el ambiente.

El alcantarillado convencional en la mayoría de los casos considera la implantación de la infraestructura, no estando prevista la participación de los beneficiarios en las diferentes etapas de implantación del proyecto.

Alcantarillado condominial



El sistema de alcantarillado condominial es un sistema de alcantarillado sanitario destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando el ramal condominial como unidad básica de conexión. El ramal condominial es una tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones y la descarga a la red pública en un solo punto.

Desde el punto de vista técnico, el sistema condominial divide la red de alcantarillado en dos componentes: el *ramal condominial* y las *redes públicas*.

El ramal condominial atiende a un *condominio* (una manzana o un grupo de viviendas). El ramal puede colocarse a menor profundidad, es de menor diámetro (usualmente 100 mm), y está asentado en zonas protegidas alrededor de la manzana (veredas o jardines) o al interior de los lotes. Así no recibe cargas vehiculares.

Los domicilios se conectan a los ramales condominiales por medio de cajas condominiales, las que a su vez tienen la función de elemento de inspección para mantenimiento. Los ramales condominiales se conectan a la *red pública* en un solo punto, quedando definido de esa manera el *condominio* como una unidad de atención al usuario. La red pública conduce los desagües hasta el *sistema de tratamiento de desagües* previo a su disposición final (Lampoglia, Mendonça, 2006).

Por lo mencionado, esta es una propuesta de infraestructura de bajo costo. La reducción del diámetro de la tubería y su menor profundidad permite ahorros considerables en el costo de ejecución de la obra. Con relación al sistema convencional, el alcantarillado condominial permite un ahorro en los costos de inversión alrededor de 40% y hasta más. Por otro lado, la incorporación del componente social resulta en mayor uso de la infraestructura, garantizando la rentabilidad económica y social para el proyecto.

El componente social busca incorporar a los futuros usuarios en todas las etapas del proyecto, desde la definición de la ubicación del ramal hasta el tipo de gestión a ser implementado. Estas decisiones se toman tanto a nivel individual (ubicación de las instalaciones intradomiciliarias y su conexión al ramal condominial) como a nivel colectivo (la ubicación del ramal y el tipo de gestión a implementar). El resultado observado es el mejor funcionamiento y utilización de la infraestructura construida (Neder, Lampoglia 2003).

Alcantarillado de pequeño diámetro



En el sistema de alcantarillado de pequeño diámetro, las aguas residuales son previamente sedimentadas en un tanque séptico unifamiliar, instalado a la salida de la caja de registro. La descarga del tanque se conecta a la red de alcantarillado, que tiene un diámetro mínimo de 100 mm. Como se efectúa la remoción de sólidos previamente a la descarga a la red de alcantarillado, los requerimientos de mantenimiento se reducen significativamente en la red.

La reducción de la carga orgánica en el desagüe recolectado también se reflejará en una economía en el sistema de tratamiento. Sin embargo, es necesario prever la limpieza y el mantenimiento periódico de los tanques sépticos, la que estará a cargo de cada usuario o de un servicio municipal o privado, previamente negociado con la asociación de vecinos. Esto último es muy importante para garantizar la operación y mantenimiento del sistema.

4.13 SISTEMAS SIN RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS ³⁶

Existen sistemas que pueden ser construidos por los usuarios sin mayores dificultades técnicas, y otros donde se incluyen equipos fabricados por empresas privadas, algunos de los cuales pueden estar patentados.

³⁶ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

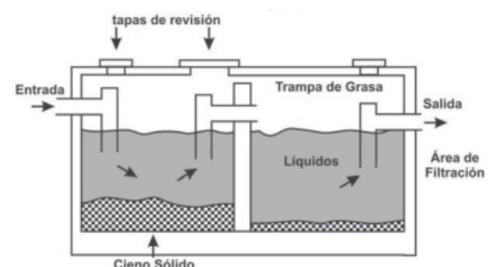
Tanques sépticos

El sistema es adecuado para viviendas con conexiones domiciliarias de agua y cuando el suelo es permeable y no sujeto a inundaciones para recibir los efluentes o aguas residuales³⁷. Las unidades sanitarias están conformadas por duchas, lavaderos e inodoro.

Cuando se instalan esas unidades, las aguas residuales generadas deben ser tratadas antes de la disposición al ambiente. El tratamiento de las aguas residuales puede ser mediante tanques sépticos para

³⁷ Las aguas residuales están compuestas por las aguas grises y las aguas negras. Las aguas grises, también conocidas como aguas servidas, son las aguas provenientes de duchas, lavatorios y sifones de recolección de aguas de lavado que generalmente son jabonosas. Las aguas negras son aquellas aguas provenientes de los inodoros o aguas con excretas.

unidades unifamiliares o multifamiliares; y la disposición final de los efluentes ya tratados, puede realizarse en zanjas de infiltración o pozos absorbentes. En los tanques sépticos se asienta la materia sólida por decantación al detenerse el agua residual en el tanque, lo que permite que se decanten los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que esta separación ocurra, el agua residual debe detenerse en el tanque un mínimo de 24 horas.



Se detiene el agua residual para que se separen las impurezas

Biodigestor clarificador

Este sistema usa un biodigestor prefabricado y una zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas.

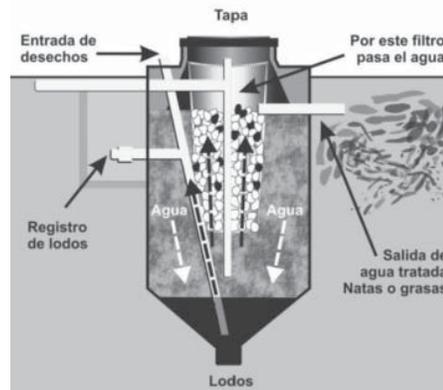
Las aguas negras generadas (con excretas) son conducidas a un biodigestor prefabricado y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración.

El biodigestor es un equipo de tratamiento de aguas residuales autolimpiable, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 18 a 24 meses.

En su interior las aguas negras tienen una digestión anaeróbica (sin aire) y las aguas

residuales, cuando salen del biodigestor se pueden volver a usar previo secado, para pequeños sembríos.

Biodigestor clarificador prefabricado
(esquema de la descripción general)



Letrinas de hoyo seco ventilado

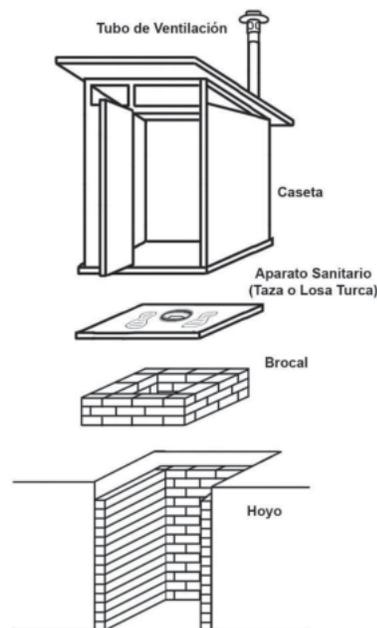
Consiste en un hoyo excavado donde se acumulan las heces, cubierto con una losa sanitaria. Todo el conjunto está protegido por una caseta.

La función de la losa es aislar el hoyo y también soportar la caseta, el tubo de ventilación y al usuario. La losa cuenta con dos orificios, uno para la disposición de las excretas y otro donde se inserta el tubo de ventilación.

Deben ser instaladas en zonas libres de inundación, manteniéndose a una distancia mínima de 15 metros de las fuentes de agua. El tamaño del hoyo dependerá de la vida útil prevista para la letrina.

Cuando el hoyo se encuentre lleno hasta aproximadamente 75 % de su profundidad será necesario cavar otro hoyo, trasladándose la losa, la caseta y el tubo de ventilación.

A las excretas acumuladas en el primer foso se les adiciona cal y se tapan con tierra, luego de un período de digestión de aproximadamente un año pueden ser utilizadas como abono.

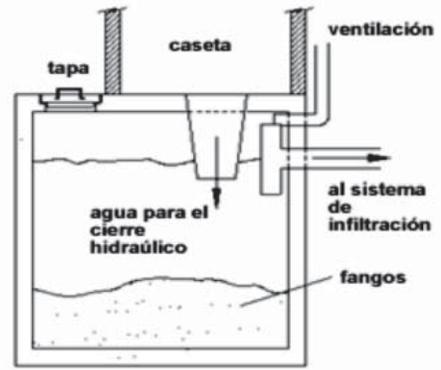


Letrinas de pozo anegado

En estas unidades, las excretas son conducidas por un ducto de defecación directamente a un tanque lleno de agua, donde se procesa la digestión húmeda. El extremo del ducto debe estar inmerso en el agua de 10 a 15 cm., formando un cierre hidráulico para evitar la proliferación de olores.

El arrastre de las heces se realiza con ayuda de agua, que también sirve para mantener el nivel dentro del tanque. Un tubo de rebose conduce el líquido excedente a un pozo o zanja de percolación.

Periódicamente, los sólidos acumulados en el tanque deben ser removidos y adecuadamente dispuestos.



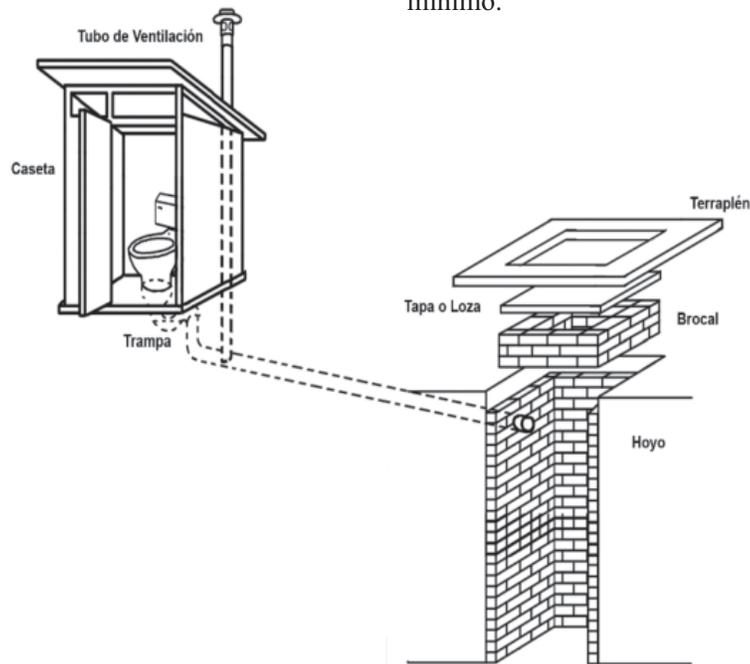
Baño de arrastre hidráulico

El baño de arrastre hidráulico es similar al anterior, con la diferencia que la losa cuenta con un aparato sanitario dotado de un sifón.

El pozo de digestión puede estar desplazado con relación a la caseta, conectándose los dos a través de un tubo.

En este caso la taza puede estar apoyada directamente en el suelo y ubicada en el interior de la vivienda.

La cantidad de agua necesaria para el arrastre de las heces depende del tipo de tubo y de la ubicación del tanque, variando entre uno y tres litros como mínimo.



Letrinas con separación de orina

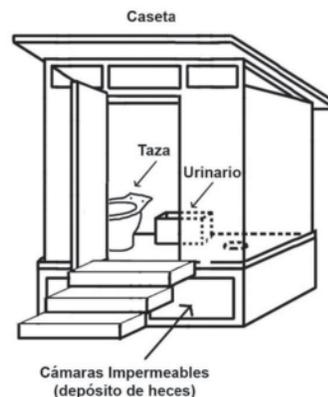
Esta letrina también llamada en otros lugares Baño Ecológico, está formada por una taza y dos cámaras.

La taza debe permitir separar la orina de las heces, para minimizar el contenido de humedad y facilitar el deshidratado de las heces. La orina es recolectada aparte, para ser utilizada como fertilizante.

Las dos cámaras son impermeables e independientes. Cada cámara tiene un volumen de 1 m³ aproximadamente. Ahí se depositarán solo las heces, utilizándose una cámara a la vez.

Luego de cada uso se adiciona cal, cenizas o tierra, para promover el secado y minimizar los olores.

Cuando la primera cámara esté llena a aproximadamente dos tercios de su capacidad, debe completarse con tierra, pasándose a utilizar la segunda cámara. El contenido de la primera cámara podrá ser utilizado como abono luego de 6 meses a un año, tiempo requerido para su estabilización.



4.14 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO³⁸

El mantenimiento de los sistemas de saneamiento se hace para tener el sistema operando en buenas condiciones.

Los responsables por el mantenimiento de los sistemas de saneamiento deben contar con las herramientas necesarias para las tareas que van a realizar.

Como los desagües contienen gérmenes patógenos y gases tóxicos, es fundamental que los operadores dispongan de los

elementos de protección requeridos para ingresar a los buzones y evitar la contaminación.

El mantenimiento de sistemas de alcantarillado convencional

Las tareas de mantenimiento preventivo de redes de alcantarillado convencional son de limpieza preventiva total de la red colectora, especialmente en las zonas de baja pendiente y de obstrucción frecuente, la inspección del estado de la red, la identificación de conexiones clandestinas de aguas pluviales y la limpieza de buzones o registros de inspección.

El mantenimiento de sistemas de alcantarillado condominial

El mantenimiento de los sistemas condominiales está basado principalmente en una estrategia de mantenimiento

³⁸ Fuente: OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009

preventivo, donde la participación de los usuarios es esencial.

El usuario debe cuidar las instalaciones intradomiciliarias, evitando la descarga de residuos sólidos u otros desechos que puedan causar obstrucciones.

Las actividades de mantenimiento preventivo recomendadas son:

- Inspecciones periódicas de redes y ramales condominiales.
- Inspecciones periódicas para detectar conexiones clandestinas de aguas pluviales.
- Talleres de educación sanitaria reforzando el tema del buen uso de los sistemas.

El mantenimiento correctivo se realizará cuando resulte necesario.

Mantenimiento de sistemas sin recolección por red de tuberías

Mantenimiento de letrinas de hoyo seco ventilado

Las letrinas deben controlarse y mantenerse en buen estado, a fin de evitar la presencia de moscas y olores desagradables. El control rutinario del estado de la letrina debe incluir las siguientes actividades:

- Verificar que las puertas, techo y paredes se encuentren en buenas condiciones, haciendo las reparaciones de ser necesario.
- Mantener el aseo interno en la caseta, evitando la presencia de suciedad.
- Para controlar olores, cuando se generen, se recomienda agregar 200 grs. de estiércol todos los días, hasta que se eliminen los olores. De no ser posible, puede agregarse ceniza o cal, o una mezcla de ambos, para neutralizar el olor.

- Verificar que el tubo de ventilación esté con malla para evitar el ingreso de insectos. Además, debe estar protegido del ingreso de aguas de lluvia.

Cuando el nivel de excretas en la letrina alcanza el 75% de la profundidad del hoyo será necesario trasladar la letrina a otro lugar. Para eso será necesario cavar otro foso, trasladándose la losa, la caseta y el tubo de ventilación. El hoyo anterior deberá clausurarse, agregando primero una capa de cal y luego tierra hasta el nivel del terreno.

Mantenimiento del baño con arrastre hidráulico

Debe estar disponible en la caseta un envase con agua de lavado. Después de cada uso se agrega agua al hoyo de la losa, el cual debe permanecer tapado. Se recomienda una vez a la semana efectuar la limpieza de la losa. Periódicamente se debe examinar la letrina para identificar daños, reparando lo que sea necesario.

Mantenimiento de la letrina con separador de orina o baño ecológico

Este baño ecológico está fuera de la casa y debe protegerse de la lluvia. Debe tenerse un trapo húmedo para la limpieza exterior y cuidar de que esté seca la cámara de las heces. Además, es mejor que cada cierto tiempo, con una madera se muevan las heces para que no se forme un montículo y se le eche tierra, para que se conviertan más rápido en compost.

RESIDUOS

4.15 MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo de residuos sólidos se basa en la normativa de cada país, siendo responsabilidad de los municipios la gestión integral de los mismos, operándolos ya sea directamente o mediante una concesión o contrato. El servicio de aseo tiene como principales objetivos el proteger la salud de la población y mantener un ambiente agradable y sano.

Los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, según lo establecido en la norma nacional y considerando los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Estos residuos generalmente provienen de las familias y de las instituciones (administración pública, escuelas), mercados, pequeña industria, otras existentes así como del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un centro poblado.

Están compuestos por residuos orgánicos, como sobras de comida, hojas, restos de papel, cartón, madera y otros materiales biodegradables; y por residuos inorgánicos como el vidrio, plástico, metales, objetos de caucho, material inerte y otros.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos tiene serias consecuencias en el ambiente y en la salud de las personas, principalmente de aquellas que están más en contacto con los residuos, como es el caso del personal operativo que en su mayoría no cuenta con las medidas mínimas de prevención y seguridad ocupacional.

La situación es más crítica para los individuos que viven de la recuperación

de materiales y que realizan su trabajo en condiciones antihigiénicas e inhumanas, entre los que se destaca un porcentaje significativo de mujeres y niños.

4.16 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL MUNICIPAL³⁹

A nivel mundial la generación de residuos aumenta cada año. Este incremento se debe principalmente a un aumento del nivel de ingresos de la población y por ende del consumo, lo que además provoca cambios en la composición de los residuos. En el caso de un municipio pequeño rural este incremento puede no ser significativo.

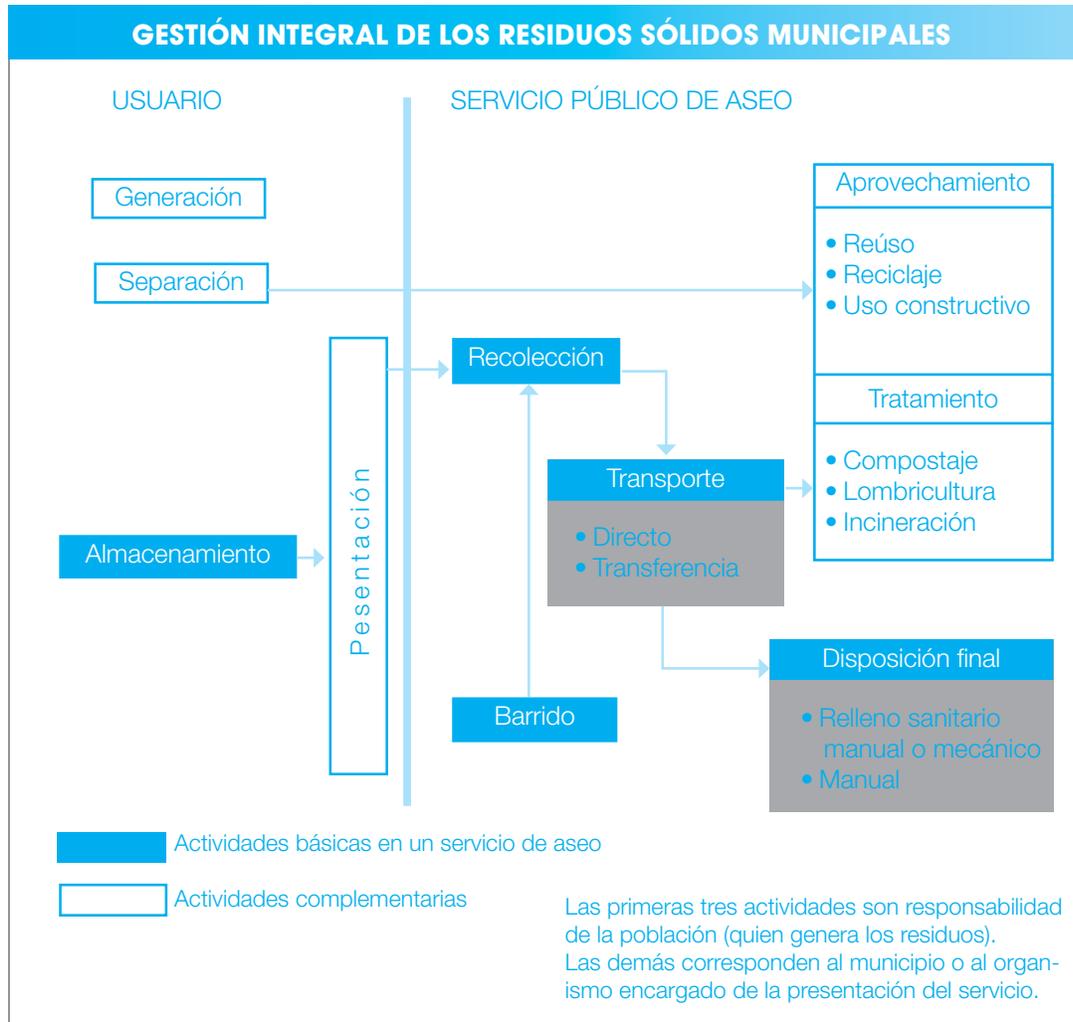
El manejo de los residuos sólidos es una actividad local en que los gobiernos nacionales y provinciales deben apoyar cada vez más a los municipios, particularmente a los que tienen escasa capacidad gerencial y limitados recursos y en los cuales la escasez de información acerca del tema es más pronunciada.

De otra parte debido a su liderazgo, los alcaldes y otras autoridades locales participan cada vez más en la definición de políticas y en la ejecución de programas que benefician a las comunidades bajo su jurisdicción.

El servicio de aseo o limpieza consta de las siguientes actividades

- Separación (opcional),
- almacenamiento,
- presentación para su recolección,

³⁹ Fuente: OPS Area de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS. Asociación Servicios educativos Rurales. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima, Setiembre 2009



- recolección,
- barrido,
- transporte,
- tratamiento y
- disposición sanitaria final de los residuos sólidos.

4.17 PROBLEMAS QUE GENERAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Con el aumento de las vías de transporte se incrementan los viajes y, en los ámbitos rurales, aumentan también los residuos sólidos con materiales provenientes de las ciudades.

En las poblaciones rurales muchas veces se arroja la basura en cualquier parte del campo, en el patio y otros sitios. Cuando la población no tiene dispersas sus viviendas, tienden a arrojarla a determinadas zonas que se convierten en basurales. Los basurales con residuos domésticos (plásticos, vidrios, latas periódicos y materias orgánicas) son focos de infección y al ser quemados, constituyen un problema ambiental.

El efecto ambiental más obvio es que genera riesgos para la comunidad. Pueden causar muchas enfermedades, al ser un foco infeccioso que atrae roedores e insectos, los que a su vez infectan a las personas y animales; y también provocan olores molestos.

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esto se da por arrojar la basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado o lixiviado, producto del paso del agua de lluvia a través de los residuos en descomposición en los botaderos a cielo abierto.

La contaminación de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos. El polvo

que levanta el viento puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los malos olores.

Además, debe tenerse en cuenta que los residuos sólidos pueden durar mucho tiempo, según puede observarse en el siguiente cuadro.

DURACIÓN DE LA BASURA		
1 Mes	Pedazo de Papel	2 - 4 semanas
	Tela de Algodón	1 - 5 meses
6 Meses	Soga	3 - 14 meses
1 Año	Media de Lana	1 año
	Pedazo de Bambú	1 - 3 años
10 Años	Pedazo de Madera	13 años
100 Años	Lata de Hojalata	100 años
500 años	Plásticos	450 años
	Botella de Cristal	500 años+
	Lata de aluminio	500 años

4.18 LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ZONAS RURALES

En el medio rural la generación de residuos por cápita es generalmente poca, del orden de los 500 gramos por habitante por día. El problema de la disposición final de residuos sólidos adopta características particulares en localidades pequeñas y en zonas rurales.

Esto se debe a varios factores:

- La falta de recursos, por el subsidio casi generalizado del servicio de limpieza;
- La ausencia de información sobre las consecuencias negativas de los botaderos;
- El desconocimiento de soluciones conjuntas o mancomunadas,

que reducen los costos de implementación y operación de los rellenos manuales gracias a la aplicación de economías de escala;

- La falta de conocimiento de tecnología apropiada para disponer los residuos;
- La ausencia de conocimiento acerca de cómo enfrentar el problema de la disposición final inadecuada de residuos.

4.19 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE LA OPCIÓN TECNOLÓGICA Y NIVEL DE SERVICIO

Los principales factores a considerar para seleccionar la opción tecnológica mas

adecuada para el servicio de aseo son los siguientes:

- Factores económicos
- Factores ambientales y ecológicos
- Factores físicos como la topografía, clima, etc.
- Nivel de servicio

Factores económicos

El costo de los servicios es quizá el factor más influyente en la selección de la tecnología apropiada. Esto depende mucho de las finanzas municipales y de la capacidad de pago de los usuarios. Las tecnologías mientras más sofisticadas más caras son.

Generalmente los municipios rurales con pequeñas comunidades urbanas comienzan con un servicio de aseo muy rudimentario, consistente inicialmente en un barrido en la zona pavimentada y la limpieza del mercado y de sitios de acumulación de basura. Los usuarios generalmente disponen sus basuras en sus mismos predios o arrojándolos en lotes baldíos. Poco a poco el servicio se va ampliando conforme crece la población, hasta que finalmente se establece un servicio de recolección domiciliaria y un sitio municipal que se maneja como basurero a cielo abierto.

Se recomienda que el servicio sea lo más simplificado posible ya que los costos se van incrementando conforme se usan tecnologías más sofisticadas tal como se explicó anteriormente. El paso de una tecnología como la del relleno sanitario manual a la de producción de compost o incineración puede aumentar los costos sustancialmente, tal como se explica más adelante en el inciso correspondiente a los “Costos relativos de las diferentes tecnologías”. Es recomendable iniciar un servicio formal de aseo con la tecnología más simple posible e irlo ampliando paulatinamente hasta obtener el nivel de servicio que se desea.

Factores ambientales y ecológicos

Consideramos como factores ambientales a aquellos que tienden a conservar el ambiente libre de contaminación que exceda las normas ambientales del país.

Denominamos factores ecológicos a aquellos cuya finalidad es la conservación de los recursos naturales y de la energía. Ejemplos de estos son el reciclaje y la compostificación, es decir lo relacionado con el término popular “verde”.

Estos últimos pueden estar normados o no en la legislación ambiental del país y si no lo están, queda a criterio del municipio y los usuarios del servicio de aseo si quieren realizar actividades ecológicas en el manejo de los residuos y si es así, cuanto más están dispuestos a pagar para realizarlas.

Factores físicos

Los factores físicos imperantes en un municipio son determinantes en la selección de la tecnología apropiada. El clima y su régimen de lluvia por ejemplo son decisivos para seleccionar el tipo de relleno sanitario o proceso de compost.

Lo mismo pasa con el tipo de topografía del lugar, ya que ésta nos indicará si se puede utilizar el relleno de tipo trinchera o el de tipo área. También deben ser tomados en cuenta el nivel freático de los mantos subterráneos y la cercanía a corrientes superficiales de agua.

La opción del uso de rellenos sanitarios o plantas de tratamiento regionales para varios municipios dependerá de la cercanía o no de los centros de población y del deseo de varios municipios de mancomunarse o no.

Nivel del servicio

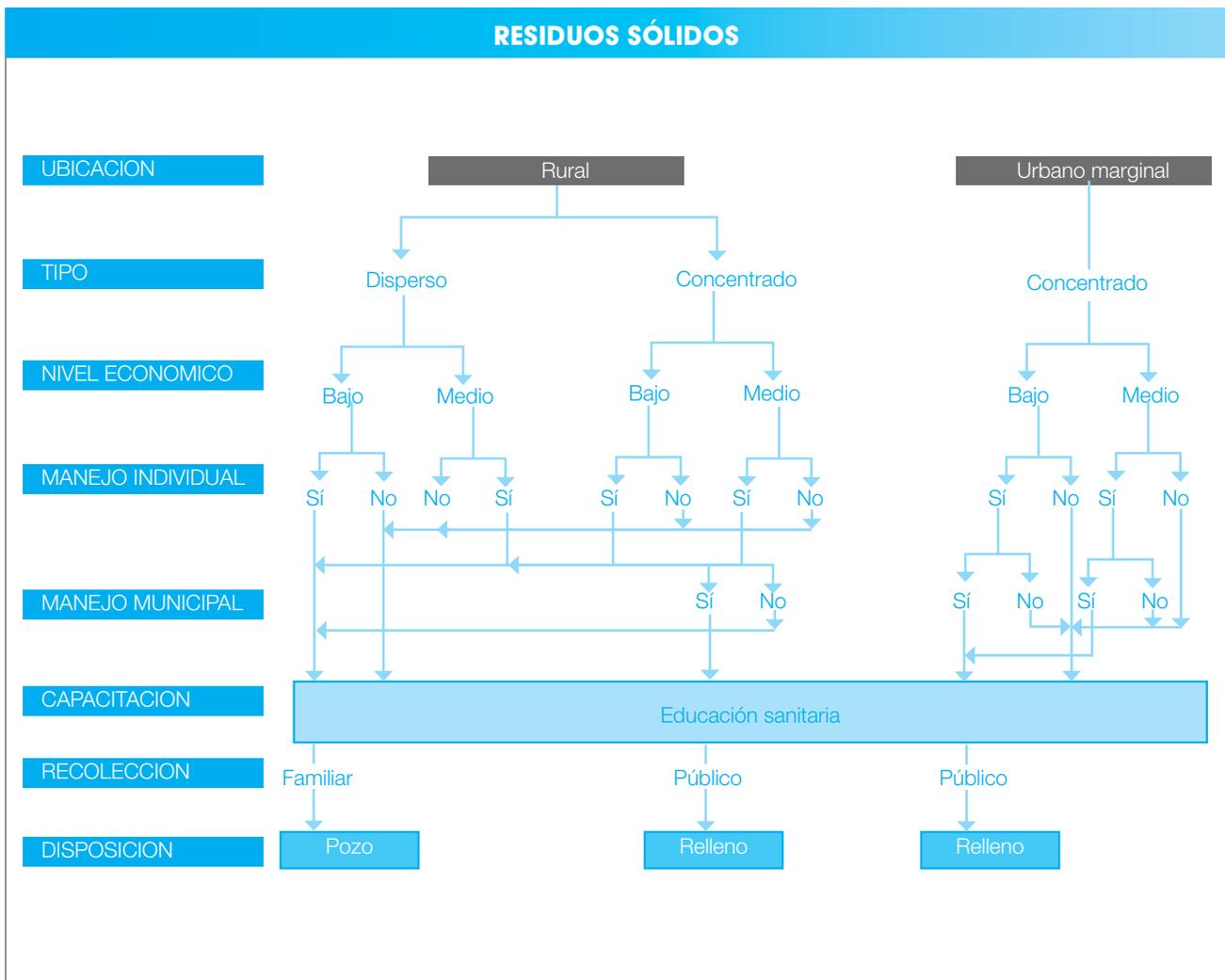
El servicio de aseo puede tener varios niveles de servicio, cada uno de los cuales tiene asociado el uso de una tecnología

como se explica mas adelante en los incisos de Recolección y Barrido. La frecuencia y la calidad del barrido y la recolección establecen el nivel de servicio que se proporciona al usuario. Se tiene que establecer un equilibrio entre el nivel de servicio que quiere el usuario y su disposición a pagar por el.

4.20 ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE RESIDUOS SÓLIDOS⁴⁰

Este algoritmo fue desarrollado por el CEPIS y en el mismo se consideran los siguientes aspectos:

⁴⁰ Fuente: Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental - CEPIS, www.bvsde.ops-oms.org.



- **Ubicación:** Considera como ámbito de aplicación el *Urbano marginal* y el *Rural*.
- **Tipo:** se refiere al grado de dispersión de las viviendas: *Concentrada* y *Dispersa*.
- **Nivel económico:** Aunque las poblaciones urbano marginales y rurales se caracterizan por su bajo nivel de ingresos, también tienen una minoría de ingresos medios, por lo que en este algoritmo se consideran los niveles *Bajo* y *Medio*.
- **Manejo individual:** Considera el manejo dentro de la vivienda, y se refiere básicamente al ámbito rural
- **Manejo Municipal:** Porque el manejo del sistema de la localidad generalmente es de jurisdicción municipal.
- **Capacitación:** Se refiere a la necesidad de *Educación Sanitaria* para incidir en el cambio de hábitos higiénicos de la población para el manejo y disposición de residuos sólidos domésticos.
- **Recolección:** Considera el nivel *Público* cuando son acciones a cargo del gobierno local y *Familiar* cuando se realiza dentro del hogar y la disposición final es cerca a la vivienda.
- **Disposición:** Considera las tecnologías aplicables para la disposición final de los residuos domésticos: *Pozos* familiares (rural dispersa) y *Rellenos* manuales o mecanizados (población urbana).

4.21 PROCESO DEL MANEJO DE BASURAS Y OPCIONES TECNOLÓGICAS DE TRATAMIENTO

4.21.1 La separación domiciliaria (opcional)

Es muy importante decidir qué tipo de tecnología, o combinación de ellas, se va a utilizar para el tratamiento y disposición final de los residuos. Por ejemplo, el método más económico es el relleno sanitario de los residuos no separados ya que evita el costo de la recolección separada y el costo de composteo, etc.

Si se desea optar por una tecnología más amigable ambientalmente, aunque más onerosa, como el composteo con reciclaje y relleno sanitario entonces si conviene clasificar la basura desde su origen. Un sistema sencillo de clasificación es separarla en bolsas o recipientes de diferentes colores, lo cual incrementa el costo para el usuario también.

4.21.2 La recolección y sus niveles de servicio

En comunidades rurales dispersas generalmente no hay un servicio de recolección pero las casas suelen tener suficiente terreno para hacer pozos de dos a tres metros de profundidad y un metro de sección donde se va colocando la basura cubriéndola periódicamente con tierra producto de la excavación. Si no hay problemas de contaminación atmosférica se pueden construir unos hornos con barriles de 200 lts. La materia orgánica de los desperdicios de cocina muchas veces se utiliza para alimentar a pollos y puercos.

Las comunidades concentradas de entre 1.000 y 15.000 habitantes pueden tener servicio de recolección que van desde carretas de tracción humana, de tracción animal, motocicletas tipo triciclo hasta incluso un camioncito. El servicio de recolección puede ser puerta a puerta o colocar contenedores (p. ej. barriles o tambores de 200 lts) a los que la gente lleva la basura y el servicio solo los vacía. El único requisito es que la carreta o vehículo recolector sea de descarga rápida.

Generalmente se asocia el nivel del servicio con la recolección y el costo es más elevado a mayor nivel de recolección. El nivel más alto de servicio es cuando el recolector entra al predio del usuario y saca la basura, el usuario no realiza esfuerzo alguno. Un nivel intermedio de servicio es cuando el usuario debe presentar su basura para la recolección en horarios y días establecidos. El nivel mínimo de servicio es cuando el usuario lleva su basura hasta el recolector o a contenedores colocados generalmente en las esquinas.

4.21.3 El barrido y sus niveles de servicio

En comunidades de más de 1.000 habitantes generalmente se tiene un servicio de barrido en las calles pavimentadas y en el mercado, lo cual se hace generalmente con una carreta de mano o un carrito con un barril de plástico de 200 lts. La frecuencia no tiene que ser diaria. En ciertas zonas poco concurridas puede ser hasta de una vez por semana. Es necesario coordinar la recolección con el barrido. El nivel de servicio estaría dado por la frecuencia de barrido del frente del predio del usuario.

4.21.4 El transporte

En comunidades rurales el transporte lo hace el mismo vehículo recolector a menos que se haya formado una mancomunidad de varias comunidades para tener un relleno o planta de tratamiento regional. En ese caso es conveniente analizar si los recolectores locales pueden llevar la basura hasta ese sitio o conviene una transferencia.

4.21.5 El reciclaje

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos para reutilizarlos o aprovecharlos como materia prima para nuevos productos. Sin embargo, el reciclaje también incrementa los costos de operación del servicio y de no ser muy oneroso, su factibilidad requiere de un estudio de

mercado que va a depender de la cantidad reciclada y del costo de transporte de los reciclados hasta la industria que los va a utilizar. Cuando se dispone de recursos para reciclar se logran varios beneficios, ecológicos y sociales.

Hay gran cantidad de desechos que son reciclables y gracias a la tecnología moderna, la lista de productos que se pueden reciclar cada vez se amplía más. Estos residuos dejan de ir al relleno sanitario y:

- Constituyen la materia prima para nuevos procesos.
- Generan ahorros en energía y recursos en las industrias.
- Crean empleos y nuevas tecnologías para procesarlos.

4.21.6 El compostaje

El compost es un abono natural, producido a partir de la basura orgánica por descomposición natural o acelerada. Tiene las características de tierra humus y es rico en minerales fertilizadores (Röben, 2002).

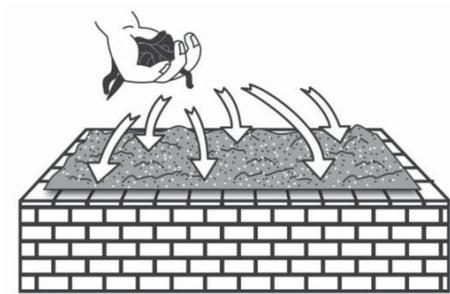
El proceso del compostaje se puede acelerar con medidas mecánicas (mezcla, revuelta, aireación, riego) o con ayuda de lombrices (lombricultura). Se distinguen dos fases del compostaje:

- La pre-fermentación, durante la cual se calienta el material hasta 60 - 70 °C. Ese proceso tarda entre uno y tres meses
- La maduración, durante la cual el compost tierno se transforma en un humus fertilizador higiénico de alta calidad. Ese proceso tarda entre 3 y 9 meses, dependiendo del clima y de la técnica aplicada.

No se usa para el proceso del compostaje lo que se recicla (plásticos, vidrio y metal). Tampoco se compostan estos otros desechos:

- Comida cocinada, líquida o espesa
- Desechos de carne, piltrafa
- Desechos de madera pintada o laqueada
- Pañales desechables, compresas higiénicas
- Colillas, fósforos usados
- Desechos de barrido
- Medicamentos
- Desechos químicos, detergentes etc.

4.21.7 Lombricultura



El principio de la lombricultura es como el del compostaje normal, solamente que se agregan las lombrices al material. El objetivo de la lombricultura es acelerar el proceso del compostaje con ayuda de lombrices y obtener un compost de mejor calidad. La lombricultura funciona mejor si se compostan estiércoles mezclados a la basura biodegradable. Generalmente la lombricultura logra mejores resultados cuando las lombrices se colocan en lechos de compost fresco (no madurado)

4.21.8 Relleno Sanitario

Es el método de disposición final más económico y más apropiado para Latinoamérica. Consiste en hacer celdas diarias con la basura del día, compactando con equipo pesado la basura y cubriendo diariamente la celda con una capa de tierra, cuidando que los líquidos lixiviados y gases producidos durante la descomposición de la basura no afecten el ambiente.

En comunidades rurales de poca producción de basura se recomienda el relleno sanitario manual el cual cumple con todos los requisitos anteriores con excepción del uso de maquinaria pesada ya que todo se hace manualmente.

Los rellenos sanitarios según la topografía donde se desarrollen pueden ser de zanja o trinchera o de área.

4.21.9 Incineración

En el medio rural la incineración no debe usarse por sus altos costos, con excepción de su uso para incinerar desechos peligrosos de hospitales y clínicas. Sin embargo, pueden usarse hornos caseros en poblaciones dispersas donde no se contamina.

4.22 COSTOS RELATIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS

En general la recolección es la parte más cara del servicio. A continuación y solo para efectos comparativos se proporcionan los costos relativos de las diversas tecnologías.

Si el costo del relleno sanitario (que en general varía entre 5 y 15 dólares la tonelada) fuera 1, los costos relativos serían:

- Relleno sanitario: 1
- Reciclaje/compost: 3 a 6 veces
- Incineración: 10 a 15 veces