# Guía de Implantación de la Tecnología Condominial por una Empresa de Saneamiento

## Sistema Alternativo de Bajo Costo de Alcantarillado Sanitario

Klaus Dieter Neder
Teresa Lampoglia

PROAGUA
PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
gtz
Cooperación Técnica Alemana

Informe elaborado por: Ing. Klaus Dieter Neder
Revisión y adaptación: Ing. Teresa Lampoglia
Redacción: Franzisca Fillies

Editor: GTZ/PROAGUA
Fotos: Enrique Paz, Johnny Plengue, GTZ/PROAGUA

GTZ/PROAGUA
Sede del Programa:
Los Faiques 140
Santa Victoria, Chiclayo - Perú
Tel: +51-74-234 928
Fax: +51-74-272 823
e-mail: sede-central@proagua-gtz.org.pe
página web: www.proagua-gtz.org.pe

GTZ
Sede Central:
Prolongación Arenales 801
Miraflores, Lima - Perú
Tel: +51-1-422 9067
Fax: +51-1-422 6188
e-mail: gtz-peru@pe.gtz.de
página web: www.gtz.de/peru

elaborado Mayo 2003

Diseño: José García Arévalo, Lima
Impresión: Fredy's Publicaciones, Lima

# Guía de Implantación de la Tecnología Condominial por una Empresa de Saneamiento

## Sistema Alternativo de Bajo Costo de Alcantarillado Sanitario

PROAGUA
PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

gtz
Cooperación Técnica Alemana

# Indice

**CAPÍTULO 1**
**Aspectos conceptuales**

1. Actividades para la implementación del proyecto condominial ..... 14
2. Gestión del sistema construido ..... 19
3. Estructura orgánica para la implementación del proyecto y para la administración del sistema ..... 20

**CAPÍTULO 2**
**Diseño de sistemas condominiales**

1. Estudios preliminares ..... 24
2. Parámetros de diseño ..... 26
3. Trazado de redes ..... 30
4. Cálculo hidráulico ..... 41
5. Criterio de diseño ..... 42
6. Cálculo hidráulico – ejemplo ..... 45
7. Cámaras de inspección ..... 47
8. Conexiones ..... 50

**CAPÍTULO 3**
**Implementación del sistema condominial**

1. Diseño básico del sistema ..... 56
2. Planeamiento y contratación de las obras y trabajos de promoción social ..... 66
3. Implementación del proyecto en el campo ..... 69
4. Diseño definitivo de la red pública ..... 76
5. Ejecución de obras por los contratistas ..... 76
6. Capacitación para el mantenimiento ..... 77
7. Seguimiento y monitoreo ..... 77

**CAPÍTULO 4**
**Instalaciones intradomiciliarias y módulos sanitarios**

1. Orientación técnica de conexiones domiciliarias ..... 82
2. Instalaciones intradomiciliarias ..... 82

**CAPÍTULO 5**
**Operación y mantenimiento**

1. Mantenimiento de ramales condominiales ..... 88
2. Mantenimiento de redes públicas ..... 90

**CAPÍTULO 6**
**Ejemplo para el cálculo de las tarifas**

1. Definición de la tasa de conexión ..... 98
2. Definición de la tarifa ..... 101
3. Costos de servicios por demanda de los usuarios ..... 108

**CAPÍTULO 7**
**Contratos para el desarrollo del proyecto**

1. Forma de implementación ..... 112
2. Contrataciones ..... 112
3. Términos de referencia para las contrataciones ..... 113

# Presentación

GTZ/PROAGUA es el programa de agua potable y alcantarillado de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) en el Perú, el cual viene trabajando desde el año 1996 en el país. La asesoría de GTZ/PROAGUA tiene un enfoque integral con el objetivo final de mejorar la calidad de vida de la población, sobre todo en las zonas urbano-marginales, llamadas Pueblos Jóvenes.

Uno de los pilares del programa es la asesoría a las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) municipales. Junto con las empresas GTZ/PROAGUA está desarrollando estrategias para todas las áreas empresariales con el objetivo de mejorar su gestión y brindar un mejor servicio a la población. En las nueve empresas asesoradas se observan ya los resultados, por ejemplo en un incremento del abastecimiento diario con agua potable, en una mejor presión, en reducción de fugas y en una cobranza eficiente, entre otros. Se implementó además el control de calidad de agua potable y el tratamiento de las aguas servidas.

En este ámbito GTZ/PROAGUA coopera estrechamente con la cooperación financiera alemana (KfW), que complementa la asesoría, poniendo a disposición de las EPS los fondos necesarios para el mantenimiento y la ampliación de la infraestructura.

GTZ/PROAGUA también fomenta la Educación Sanitaria a través del apoyo de esta área en las EPS y la promoción de comités multisectoriales, conformados por la población, la EPS, las entidades públicas y organizaciones de base y/o no gubernamentales.

A nivel macro, el programa trabaja con los ministerios y autoridades nacionales, ofreciendo capacitaciones y asesoría en temas específicos. Como aporte a la descentralización fomenta a la Asociación Nacional de Empresas de Servicios de Saneamiento (ANEPSSA). También interviene con el objetivo de mejorar el flujo de información entre las instituciones del sector, las municipalidades, las empresas y viceversa, mediando los intereses.

El fomento de la Participación del Sector Privado (PSP) está dirigido a mejorar los servicios municipales. La asesoría comprende el desarrollo del nivel de conciencia y las capacidades de las instituciones sectoriales, los alcaldes, los gobiernos locales y la población.

GTZ/PROAGUA pone mucho peso en el empoderamiento de la población. A nivel micro trabaja con las Mesas de Concertación de Lucha contra la Pobreza consideradas como espacios de participación y comunicación entre la sociedad civil y las autoridades.

La carencia de fondos y la baja cobertura demandan la búsqueda de formas alternativas de abastecimiento de agua y eliminación de aguas servidas, que permitan brindar a toda la población servicios de saneamiento de alta calidad. El sistema condominial une los aspectos de participación, empoderamiento, bajo costo y calidad de servicio y por eso presenta una alternativa viable para el desarrollo del sector de saneamiento. El proyecto piloto que se desarrolló en Pomalca (Lambayeque), confirmó las aspiraciones.

Hans-Peter Schöner
Coordinador del Programa GTZ/PROAGUA

# Introducción

El Sistema Condominial de Alcantarillado Sanitario no es una idea nueva en el Perú. En las décadas de los 50 a los 70 fueron construidos en el norte del Perú sistemas condominiales en viviendas de los complejos azucareros en Pátapo, Tumán, Pucalá, Pomalca (Departamento de Lambayeque), los cuales siguen funcionando por largos períodos.

Asimismo, se conocen las experiencias en América Latina, como la de Brasil, que viene implantando el sistema en forma sostenida y sin mayores problemas desde 1985, y la reciente experiencia de Bolivia, en la ciudad de La Paz y El Alto, donde el sistema ha sido adoptado por la Empresa concesionaria Aguas de Illimani, desde el año 2000. En Brasilia, Brasil, la filosofía del Sistema Condominial ya ha sido incorporada a los proyectos de redes, siendo perfeccionados y adaptados a su realidad local.

El sistema de Alcantarillado Condominial utiliza un modelo de implementación que tiene la participación de la comunidad como el principal elemento en el desarrollo de la solución técnica para el sistema. El modelo se basa en la idea de que sólo se puede generar tecnología apropiada con la participación de la comunidad beneficiaria, y que sólo con esta participación se pueden lograr soluciones sostenibles. De acuerdo a esta filosofía, el Sistema Condominial permite más flexibilidad de aplicación, más ahorros (comparándose a los costos de los sistemas de alcantarillado convencionales), mejor funcionamiento y mayor simplicidad de mantenimiento.

El Sistema Condominial es una solución de ingeniería basada en la participación de la comunidad en todas las etapas. No es posible construir un sistema condominial sin la participación de la comunidad, porque esa participación es lo que permite lograr la mayoría de los resultados positivos que el sistema puede generar. Cuando la comunidad actúa en la solución, y donde soluciones colectivas son desarrolladas en lugar de soluciones individuales, el resultado será la mejor solución técnica posible, la más barata y la más simple.

La participación de la comunidad en la definición del sistema permite su adaptación natural a las condiciones físicas y culturales existentes. Esto es un requisito básico en la mayoría de las áreas periurbanas de las ciudades, donde la situación cultural existente juega un papel significante en el éxito de cualquier proyecto. A través de esa participación es que las propuestas, ideas y soluciones para el sistema a ser diseñado se ponen en práctica, resultando también un mayor compromiso y uso adecuado del sistema. La participación tiene el objetivo de involucrar a la comunidad no solamente en el proceso de la instalación del sistema, sino también en su funcionamiento.

El Sistema Condominial surge como una alternativa que permite viabilizar planes en el área de saneamiento, con menores inversiones y con la posibilidad de implantar los proyectos por etapas, cumpliendo las normas técnicas de diseño vigentes.

Para el Perú es un reto plantear soluciones técnicas, económicas y factibles de financiar, con reducidos costos de operación y mantenimiento, y que permitan enfrentar los déficits de cobertura en el corto plazo. El modelo condominial es una solución tecnológica apropiada y de menor costo para atender a las poblaciones en aumento, que involucra al usuario en todas las etapas de implantación, desde la formulación de la solución, hasta su operación y mantenimiento, garantizando de esa manera su sostenibilidad en el tiempo.

La presente guía se destina a las Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento y a las entidades involucradas interesadas en la implementación de un proyecto de alcantarillado condominial. En este documento se ofrece una orientación general sobre los pasos a seguir para la implantación del sistema condominial, destacando los aspectos técnicos más importantes a ser considerados por los responsables a lo largo de la implementación del proyecto.

Las sugerencias y recomendaciones aquí presentadas constituyen una guía general técnica para la implantación de un sistema condominial, considerando que el sistema no es auto aplicable y demanda todo un conjunto de acciones para su implementación y éxito. Esta guía no pretende sustituir la experiencia de las EPS, sino servir como orientación y complementación a sus propias experiencias. El documento, más que presentar fórmulas, tiene como objetivo discutir los aspectos a ser considerados en la formulación, implantación y operación de un sistema condominial, proponiendo ideas básicas que cada EPS debe considerar en la implantación de un sistema de bajo costo, sostenible en el tiempo.

La intervención social es parte integrante del modelo condominial, debiendo acompañar su implantación en todas las etapas. Para orientar esos trabajos se preparó el documento "Propuesta de Intervención Social para la Implementación de Modelos Condominiales", que complementa la intervención técnica presentada en esta Guía.

# 1. Aspectos conceptuales

# I. Aspectos conceptuales

Como en cualquier acción de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento, la implantación de un sistema condominial de alcantarillado sanitario es una actividad compleja que exige la preexistencia de una estructura técnico - administrativa para su implementación. Esta estructura debe llevar a cabo las tareas de aplicación del modelo condominial (aspectos técnicos específicos), como también los procedimientos administrativos necesarios (desde el planeamiento inicial, hasta su operación y comercialización).

En este contexto, la metodología condominial es parte de un proceso que comprende la gestión del sistema de saneamiento como un todo, incluyendo sus aspectos técnicos, económicos, administrativos, financieros, comerciales y legales. Por lo tanto, para lograr su sostenibilidad en el tiempo, la aplicación del sistema condominial debe estar integrada a la estructura de la Entidad Prestadora de Servicios – EPS, responsable por la gestión del sistema.

Esta guía muestra los principales pasos que deben seguirse para la implantación y operación de un sistema condominial de alcantarillado sanitario. Muchas de las sugerencias aquí presentadas también son válidas para sistemas de saneamiento en general.

# 1. Actividades para la implementación del proyecto condominial

## 1.1 SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO

Cuando se planea la implantación de un sistema condominial de alcantarillado sanitario, normalmente existe más de un área donde se podría implementar el sistema. Por este motivo, la primera tarea es la selección del tamaño y ubicación del área del proyecto, implicando una evaluación racional de las áreas factibles.

En cuanto a la magnitud del área de proyecto, se recomienda iniciar la implantación en menor escala, para ganar experiencia y promover la capacitación de los equipos involucrados en la tecnología del proyecto. La evaluación debe escoger el área que tiene las mejores posibilidades para lograr un proyecto exitoso.

El área seleccionada debe tener las características deseables para que cumpla con su objetivo principal, el desarrollo de una infraestructura de alcantarillado sanitario de bajo costo y que luego podría extenderse al resto de la ciudad. Las condiciones generales a considerarse se describen a continuación:

- Localización del área dentro de los límites de la ciudad
- Ser parte del plan urbano normalizado de la ciudad
- Tener cobertura de agua potable
- Tener una ocupación superior a 80% de los lotes existentes
- Representar un ejemplo típico de la situación de saneamiento de la ciudad
- No demandar soluciones tecnológicas sofisticadas como muchas cámaras de bombeo y nivel de tratamiento muy elevado

Serán necesarias respuestas objetivas a las características de cada área. Este ejercicio permitirá conocer la situación favorable o desfavorable de cada área para una posible implantación del sistema. El área se elegirá en base al análisis de la información obtenida.

## 1.2 ESTUDIOS PRELIMINARES

En cuanto se elija el área, es importante elaborar los estudios de pre-inversión, según las normas vigentes, para verificar la viabilidad del proyecto frente a los costos y a la disponibilidad de recursos existentes, así mismo evaluar si el lugar y tamaño del área elegida están de acuerdo a los recursos disponibles. Para esto, la EPS debe evaluar las condiciones y disponibilidades de los agentes financieros y verificar la posibilidad de habilitar las líneas de financiamiento existentes para el sector.

El presupuesto preliminar se basará en las principales características del área a ser atendida. Se necesita de un buen conocimiento del área del proyecto para que el plan refleje la situación real existente, considerando toda su potencialidad y limitaciones. Se dará especial énfasis a la densidad demográfica, topografía y a las condiciones del suelo, puesto que condicionan el incremento o disminución de los costos. La evaluación debe considerar la red de alcantarillado, eventual necesidad de cámaras de bombeo y obligatoriamente la planta de tratamiento de desagües. El grado de tratamiento requerido, la disponibilidad y ubicación de área para la planta afectan significativamente el costo de implantación y deben ser objeto de análisis. Para la evaluación inicial y caracterización general del proyecto la EPS debe ser

apoyada por expertos que con su experiencia puedan evaluar las condiciones existentes y contribuir para la mejor definición.

Definida la factibilidad del proyecto, basada en el equilibrio entre los costos involucrados, los beneficios y los recursos disponibles, incluyendo la atención a las condiciones de financiamiento, es posible iniciar el proyecto, preparando los Términos de Referencia para la elaboración del expediente técnico, desde la red de alcantarillado hasta la planta de tratamiento de desagües. En algunos casos el agente financiero solicita la evaluación económica del proyecto. Este estudio debe estar incluido en los Términos de Referencia para la elaboración del expediente técnico.

## 1.3 EXPEDIENTE TÉCNICO

El Expediente Técnico del sistema es necesario no solamente para la ejecución de la obra, sino también para la gestión del financiamiento. Establecerá la solución técnica integral para el sistema, e incluirá los presupuestos detallados para la implantación y las especificaciones para los servicios.

Normalmente las instituciones responsables de la implementación del proyecto no tienen el personal y la estructura necesaria para la elaboración del Expediente Técnico, siendo normal contratar los servicios de terceros.

La primera tarea que se debe realizar es la preparación de los Términos de Referencia para la contratación de este trabajo. Esta actividad debe ser conducida por técnicos que posean experiencia y que, en lo posible, tomen parte en la supervisión del contrato. Podría contratarse un consultor para la elaboración de los Términos de Referencia, ya que incluyen aspectos técnicos, comerciales, administrativos y jurídicos que influyen en el resultado del contrato.

El diseño siempre debe involucrar el sistema completo, incluyendo la planta de tratamiento de desagües. No se recomienda proyectar la construcción del sistema por etapas, con el tratamiento en una fase posterior. Toda red de alcantarillado debe ser acompañada del respectivo tratamiento, desde el inicio de funcionamiento.

Con esta filosofía todos los sistemas implantados serán sistemas completos, de tamaño adecuado a los recursos disponibles. Sistemas mayores tienen una tendencia de resultar en costos unitarios menores, por los ahorros debidos al efecto de escala y pueden representar un atractivo para los gestores, aunque los recursos para la implantación de todo el sistema no estén disponibles. Esta estrategia de implantación, si bien por un lado parece ser la más adecuada, en la práctica ha resultado en varios sistemas inconclusos, causando graves impactos ambientales y problemas de salud pública. Por ese motivo, es aconsejable planificar sistemas menores, pero completos.

## 1.4 EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DEL PROYECTO

Cuando la EPS ya disponga de los costos efectivos de implantación y operación involucrados con la solución detallada en el diseño, es posible hacer la evaluación económica-financiera del proyecto, para verificar su viabilidad frente a la capacidad de pago de la comunidad beneficiaria, los recursos disponibles y las condiciones del financiamiento. En la evaluación se debe tomar en cuenta la filosofía básica del sistema de tarifas del sistema condominial. La evaluación económico-financiera del proyecto, además de verificar su viabilidad, debe proponer los valores para el derecho de conexión y para la tarifa del sistema. Los principios para la determinación de estos dos elementos se presentan a continuación:

### 1.4.1 Derecho de conexión

El sistema condominial considera el ramal condominial como una inversión privada, por ese motivo el derecho de conexión se refiere al costo efectivo de su construcción, incluyendo su financiamiento. Los costos reales promedio de las diversas opciones de ramal deben ser definidos, tales como ramales de fondo de lote, de vereda, o mixtos, y para cada opción se establece el valor y la condición de pago para el derecho de conexión correspondiente. La opción de que los vecinos contribuyan con la mano de obra no calificada para la construcción también debe ser evaluada y el costo correspondiente determinado. El costo real del derecho de conexión debe involucrar la mano de obra empleada, los materiales, la administración de los servicios y la remuneración del capital.

Luego de determinar el costo real del derecho de conexión, la EPS debe evaluar la capacidad de pago de los usuarios, proponiendo finalmente el valor que será efectivamente cobrado. Si la capacidad de pago de los usuarios es menor que el valor previsto para el derecho de conexión, la EPS tiene la opción de aumentar el número de cuotas de pago, establecer diferentes niveles de subsidios o transferir parte del costo para que sea cubierto por la tarifa. Para los usuarios la tasa de conexión se presentará con varias alternativas, de acuerdo a cada opción.

### 1.4.2 Tarifa

El cálculo de la tarifa en un sistema condominial tiene tres componentes principales:

- **El primero** se refiere al costo efectivo para la EPS de la recuperación de las inversiones para su implantación, incluyendo el costo del financiamiento y la remuneración del capital inverti-

do, llamado costo del capital. Aquí se define el sistema condominial como las redes públicas, cámaras de bombeo y plantas de tratamiento de desagüe, y eventualmente una parte del costo de los ramales, en caso que esto se incorpore a la tarifa. El costo del capital debe ser recuperado en el plazo de financiamiento.

- **El segundo** se refiere al costo de operación y mantenimiento del sistema, de acuerdo a los costos involucrados en este servicio. En el sistema condominial, este segundo componente dependerá del nivel de participación de los usuarios en el mantenimiento de los ramales condominiales. Si los usuarios optan por realizar el mantenimiento del ramal, el costo correspondiente debe ser retirado de la tarifa.

- **El tercero** se refiere al costo de depreciación de las instalaciones, que es el valor que se debe recuperar para poder reponer la instalación al término de su vida útil.

Para el equilibrio económico/ financiero de sistema, el ingreso generado debe ser la suma de los tres componentes de costo presentados. Para garantizar el ingreso necesario se debe proponer una estructura que genere el ingreso mensual suficiente para cubrir los costos de recuperación de la inversión, de la operación y del mantenimiento previsto y de la depreciación del sistema. La tarifa de los servicios de alcantarillado generalmente está directamente relacionada con la tarifa para los servicios de agua, correspondiendo a un porcentaje de la misma.

En el sistema condominial, si el usuario asume el mantenimiento de los ramales condominiales, él debe obtener un descuento en la tarifa, que será el correspondiente a la reducción del costo del servicio para el operador. La tarifa se presentará a los usuarios con varias alternativas, de acuerdo a cada opción.

Para determinar el valor correcto de la tarifa, en sus rangos de consumo, la estructura tarifaria debe involucrar un estudio de demanda, donde se estimarán los niveles de consumo para cada tipo de usuario previsto (residenciales, comerciales, industriales, institucionales y sociales) relacionándolos con los distintos niveles de ingresos estimados y con la capacidad de pago para los diferentes rangos de consumo. La estructura tarifaria debe establecer el costo de los servicios por tipo de usuario y para los distintos niveles de consumo.

Como ocurre en el diseño del sistema, normalmente la EPS no tiene el personal y la estructura necesaria para la elaboración de la evaluación económico-financiera del proyecto y por este motivo es usual contratar terceros para la elaboración de estos servicios.

El estudio de la estructura tarifaria es una tarea compleja y por lo tanto se recomienda la contratación de un especialista en esta materia.

### 1.4.3 Costos de servicios de mantenimiento por demanda de los usuarios

El operador deberá tener un cuadro de costos unitarios por tipos de servicios de mantenimiento de ramal condominial, para la prestación ocasional de estos servicios a los vecinos de las manzanas que optaron por ejecutar su propio mantenimiento. Estos costos deben ser establecidos y si fuera el caso, hacer parte del futuro contrato entre el condominio y la EPS. El cuadro debe contener los servicios que usualmente pueden requerirse para los ramales condominiales, tales como eliminación de atoros, sustitución de tuberías, cambio de tapas, cambio de buzonetas, etc.

## 1.5 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA

El estudio para la definición del derecho de conexión y tarifas es una de las tareas más importantes en el proceso de implantación del sistema condominial, ya que se trata de uno de los factores que determinarán su sostenibilidad a largo plazo. El estudio de tarifas debe buscar lograr el equilibrio entre los costos e ingresos previstos para el sistema, no limitándose a determinar los costos relacionados al sistema adoptado, sino también influyendo en el tipo de sistema a adoptar, que debe estar de acuerdo a la capacidad de pago de la comunidad.

## 1.6 DESARROLLO DEL PROYECTO

Si el sistema es viable en todos los aspectos evaluados hasta este punto, el próximo paso para la EPS es planificar su desarrollo, incluyendo todas las acciones necesarias para la implementación de las obras, del trabajo social y de los procedimientos administrativos. Los trabajos serán ejecutados mediante contratos con terceros o con personal propio, definiéndose la planificación del proyecto, plazos, equipos, costos y responsabilidades con la implementación. Las obras tendrán el seguimiento de acuerdo a las definiciones establecidas en su planeamiento, procurando cumplir con las metas establecidas.

### 1.6.1 Forma de implementación

La forma de implementación del proyecto definirá como los servicios serán contratados y la modalidad de los contratos para los distintos componentes del sistema.

### 1.6.2 Contrataciones

La EPS decidirá sobre la cantidad, forma y extensión de los contratos para la implementación del proyecto, considerando el tamaño del proyecto y la capacidad de la Empresa responsable de su implementación. Exigencias específicas del agente financiero también deben ser consideradas, ya que pueden demandar informes y controles no usuales en la unidad ejecutora del proyecto. Los Términos de Referencia elaborados para la implantación del sistema deben ser revisados por especialistas en este tipo de documentos, ya que involucran aspectos técnicos, comerciales, administrativos y jurídicos que influyen en el resultado del contrato.

### 1.6.3 Plazos

La unidad ejecutora del proyecto deberá tomar en cuenta los plazos necesarios para las diversas contrataciones, permitiendo que las obras se inicien de manera integral. También es importante considerar los plazos para el suministro de materiales, que deberán estar disponibles al inicio de las obras.

## 1.7 EJECUCIÓN DEL PROYECTO (INTERVENCIÓN SOCIAL Y OBRAS)

Luego que se realicen todas las contrataciones, y cuando se disponga de un plan de actividades, se puede dar inicio a la ejecución del proyecto. Los detalles sobre las diversas actividades involucradas en la ejecución del proyecto se presentan más adelante. El documento "Propuesta de Intervención Social para la Implementación de Modelos Condominiales" presenta las recomendaciones para la intervención social en la implantación de un sistema condominial.

# 2. Gestión del sistema construído

## 2.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONDOMINIAL

La operación y el mantenimiento del sistema condominial engloba las redes de alcantarillado, cámaras de bombeo y plantas de tratamiento. Las dos últimas tienen características muy particulares y deben ser ejecutadas por personal propio. El objetivo de este documento no es detallar las actividades previstas para el mantenimiento de las cámaras de bombeo y tratamiento, limitándose a las de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado. Este servicio se divide en tres áreas principales: **el control** del usuario, **la operación** de las redes y **el mantenimiento** de las redes. Las principales tareas involucradas se presentan a continuación.

### 2.1.1 Control del usuario

**El área de control del usuario** es responsable de garantizar que el desagüe que es descargado a la red no provoque perjuicios al buen funcionamiento del sistema; también debe controlar el vertimiento de descargas especiales contratadas con la EPS.

Con este objetivo, los usuarios se dividen en domésticos y no domésticos. Para los **primeros**, se controla la existencia y adecuación de las instalaciones intradomiciliarias. Para los **segundos**, el control varía de acuerdo al tipo de usuario y de los desagües esperados en su instalación. El control de desagües industriales también tiene como objetivo la firma de contratos específicos para recibir descargas diferentes del estándar doméstico, siendo recomendable el establecimiento de cargos especiales para este servicio.

La función de Control de Usuario debe incluir la firma y el control de los contratos, el mantenimiento del catastro de los usuarios, el control de calidad de los desagües producidos y la cobranza de cargos especiales, cuando existan, de acuerdo al contrato firmado.

### 2.1.2 Operación de las redes del sistema condominial

El principal objetivo de esta área es el conocimiento de la condición de funcionamiento de las redes, controlando el funcionamiento hidráulico del sistema y las concentraciones de las cargas contaminantes de los desagües. Para eso el área debe mantener un catastro actualizado de redes y de las condiciones de diseño utilizadas, realizando el monitoreo de la condición real de funcionamiento, detectando situaciones irregulares y proponiendo soluciones para los problemas.

### 2.1.3 Mantenimiento de las redes del sistema condominial

Esta es el área que trata efectivamente de reparar los problemas físicos que se verifican en las redes. El mantenimiento debe englobar tres funciones principales: el mantenimiento predictivo, que objetiva prever donde pueden ocurrir problemas; el mantenimiento preventivo, que anticipa obras y acciones de limpieza en el sistema para evitar problemas futuros y finalmente el mantenimiento correctivo, que actúa sobre los problemas que se presentan en la operación del sistema.

## 2.2 GESTION ECONÓMICO/FINANCIERA DEL SISTEMA

Con el funcionamiento del sistema, la EPS debe adop-

tar medidas de control para lograr el equilibrio entre sus costos e ingresos, garantizando el desempeño financiero adecuado y su sostenibilidad a largo plazo. La mejor manera de empezar el control es estudiando la estructura tarifaria adoptada para el servicio. La estructura debe contener todos los costos e ingresos utilizados para determinar el equilibrio del sistema. El estudio permitirá evaluar que aspectos se fortalecen y que deben ser cambiados con relación al previsto.

## 3. Estructura orgánica para la implementación del proyecto y para la administración del sistema

La implementación y la gestión de un sistema condominial deben ser conducidas por una estructura que permita controlar y ejecutar las actividades relacionadas a la implantación, operación y comercialización del sistema. Desde el punto de vista de la gestión del sistema como un todo, las actividades necesarias para su funcionamiento pueden ser divididas en actividades de ingeniería y financieras/ administrativas.

Las actividades de ingeniería son aquellas directamente involucradas con la implantación y operación del sistema, que van desde su planificación, control, diseño y construcción, hasta la operación y mantenimiento del sistema.

Las actividades financieras/ administrativas son todas las tareas necesarias que deben llevarse a cabo para apoyar las actividades de ingeniería, como por ejemplo las acciones de comercialización, compra de materiales, mantenimiento de personal y contratación de servicios diversos, etc.

Para desarrollar un sistema condominial, la estructura orgánica de la EPS debe contemplar el personal requerido para hacerse cargo de estas actividades de una manera objetiva, segura y profesional.

La forma, tamaño y organización de la EPS, debe estar en función al tamaño del sistema a ser atendido.

# 2. Diseño de sistemas condominiales

# 2. Diseño de sistemas condominiales

Este capítulo presenta los requerimientos de estudios básicos y la descripción general de las diversas fases de diseño de un sistema condominial y permite al proyectista conocer todos los elementos necesarios al diseño del sistema condominial: parámetros y criterios de diseño, trazado de las redes, cálculo hidráulico, diseño de cámaras de inspección y tipos de conexiones utilizadas.

# 1. Estudios preliminares

## 1.1 GENERALIDADES

Para la elaboración del diseño del sistema condominial, será necesario caracterizar el área de estudio, tanto en los aspectos físicos como en los aspectos culturales.

Es deseable que el área seleccionada tenga las características adecuadas para que el proyecto cumpla su objetivo principal, que es el desarrollo de una solución de alcantarillado de bajo costo, sostenible en el tiempo y que atienda a la demanda de la población. Las condiciones generales a tomar en cuenta se describen a continuación:

- Ser parte del plan urbanístico regular de la ciudad
- Los terrenos deben estar saneados
- Tener cobertura de agua potable
- Tener una ocupación de 80% o más de los lotes existentes
- No requerir soluciones de alto costo para evacuación, tratamiento y disposición final de las aguas servidas

Para la selección del área de proyecto se necesitará varias informaciones sobre cada área evaluada. La siguiente lista muestra algunas de las informaciones necesarias para una decisión apropiada sobre la mejor área para ejecutar el proyecto:

- Ubicación geográfica, altura sobre el nivel del mar, vías de comunicación
- Información sobre ocurrencia de desastres en la localidad (actividad sísmica, huaycos, inundaciones, etc.)
- Límites físicos del área
- Topografía preliminar del área
- Identificación de las manzanas o cuadras del área
- El plan urbano del área - actual y futuro

| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ÁREAS DE PROYECTO | | | |
|---|---|---|---|
| Información | Area I | Area II | Area ... |
| Área – ha | | | |
| Población actual – habitantes. | | | |
| Población futura – habitantes. | | | |
| Demanda de agua actual $m^3$/ conexión. mes | | | |
| Número esperado de conexiones. | | | |
| ¿El AAHH está formalizado o saneado? | | | |
| ¿La densidad es adecuada? (> 200 habitantes/ha) | | | |
| ¿El nivel de ingresos es predominantemente bajo? | | | |
| ¿Tiene potencial para la participación de la comunidad? | | | |
| ¿Está disponible el plan de la urbanización formal? | | | |
| ¿La ocupación real está de acuerdo al plan de la ciudad? | | | |
| ¿Hay voluntad de pago para la cuota de conexión? | | | |
| ¿Hay voluntad de pago para la tarifa? | | | |
| ¿Hay área disponible para el sistema de tratamiento? | | | |
| ¿El nivel de tratamiento requerido es elevado? | | | |
| ¿Dispone de drenaje? | | | |
| ¿Recibe aguas de cuencas de agua arriba? | | | |
| ¿Hay recolección de basura? | | | |
| ¿Hay basura en la calle? | | | |
| ¿Demandan una solución de saneamiento típica? | | | |

- Población a ser atendida - actual y futura (horizonte del proyecto)
- Drenaje del área
- Nivel general de ingresos
- Características culturales
- Hábitos Higiénicos
- Consumo de agua
- Situación sanitaria (aspectos ambientales)
- Potencial para la participación social
- Demanda por el servicio de alcantarillado

Para efectos de comparación entre las diferentes áreas evaluadas, la información de cada área puede organizarse en una tabla, donde se resaltarán aquellas que podrían dificultar el buen desarrollo del proyecto.

Los criterios y parámetros utilizados para la selección del área deben estar indicados en un informe con las características principales de cada área evaluada, así mismo los criterios utilizados para la elección del área donde se implantará el sistema, como se demuestra en la tabla anterior.

Para la elección del área, deben considerarse los aspectos más favorables para llevar adelante una implantación exitosa, dar respuestas objetivas con relación a las características de cada área. Este ejercicio permitirá conocer la situación favorable o desfavorable en cualquiera de las áreas. En base al análisis de la información se elegirá el área para la implantación.

Para la evaluación inicial el responsable debe contar con algunos indicadores de costos generales que permitan efectuar un primer estimado de los costos del sistema condominial que se pretende implementar. Los indicadores de costos que se presentan a continuación son valores referenciales promedios verificados en varios sistemas condominiales y pueden ser referenciales adecuados para un estimado inicial del costo del sistema, si no existe otra información local disponible:

**I. Costo de redes**

45 US$ /habitante para una densidad demográfica en la orden de 270 habitantes por hectárea. Para densidades mayores o menores hacer una proporción directa para la estimación del costo.

**II. Costo de tratamiento de desagües**

35 US$/habitante para plantas con procesos naturales de tratamiento, como lagunas de estabilización.

Área requerida para implantación: del orden de 4 $m^2$/habitante.

65 US$/habitante para plantas con procesos mecanizados (en el caso de no haber área disponible para procesos naturales).

**III. Cámaras de bombeo**

Si el área a ser atendida es muy plana, se debe considerar la necesidad de utilización de cámaras de bombeo. En esta caso el costo de la red se puede incrementar en 20%.

NOTA: valores no incluyen impuestos locales

Los costos indicados pueden posibilitar los trámites iniciales para los financiamientos disponibles para el sector de saneamiento.

A continuación se presentan los principales estudios que deben ser obtenidos para el inicio del diseño del sistema.

### 1.1.1 Topografía

Las indicaciones para la elaboración de los estudios topográficos destinados al diseño y elaboración de proyectos de alcantarillado condominial están presentadas en el ítem 3 del presente documento.

### 1.1.2 Estudio geotécnico

El estudio geotécnico debe determinar las características geológicas y geotécnicas referidas a las propiedades físicas y mecánicas del suelo y subsuelo para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario. Los estudios de suelos deberán incluir además la determinación del "Módulo de Elasticidad del Suelo" (E') en kg/m$^2$.

### 1.1.3 Plan maestro de desarrollo urbano

Se deberá recoger la información existente de planes maestros, planes de expansión urbana, tipo de ocupación del suelo, características socioeconómicas, etc.

### 1.1.4 Sistema existente de agua potable

Acopiar la información sobre el servicio de agua potable, entidad responsable por la operación del sistema, dotaciones, consumos medidos y estimados, condiciones de servicio, componentes, conexiones domiciliarias, calidad del agua, las principales deficiencias del sistema y tarifas de agua.

### 1.1.5 Descripción y diagnóstico del sistema existente de alcantarillado sanitario

Recolectar la información sobre el servicio de alcantarillado, la entidad responsable por la operación, las condiciones del servicio, los componentes del sistema, las conexiones domiciliarias, la descripción de las cuencas de drenaje, la descripción del cuerpo receptor, las restricciones para descarga, las principales deficiencias del servicio y las tarifas.

### 1.1.6 Características socioeconómicas de la población del área de estudio

Se realizará una encuesta para describir la condición socioeconómica de los habitantes de la zona del proyecto y la relación entre el precio del agua y su consumo (Curva de Demanda).

## 2. Parámetros de diseño

El sistema condominial busca optimizar no solamente las características físicas y la forma de implementación del sistema de alcantarillado, sino también los criterios y parámetros de diseño. La selección de los parámetros de diseño impactará significativamente en los costos de inversión y operación, ya que ellos definirán el tamaño del sistema a ser construido. En una situación donde la demanda por los servicios sanitarios básicos, (como sucede en varias regiones del mundo), es mucho más grande que los recursos financieros disponibles, es importante utilizar al máximo estos recursos y construir sistemas para una demanda real.

Parámetros de diseño muy conservadores dan como resultados sistemas que no se usarán a su plena capacidad. Los parámetros de diseño deben estar lo más cerca a la realidad, basados, de ser posible, en la observación de la comunidad - y sus hábitos - que se va atender.

A continuación se presentan algunos aspectos relacionados a los parámetros de diseño que deben usarse en un proyecto condominial. Aunque el diseño hidráulico en nada difiere del diseño usualmente utilizado para el sistema convencional, algunos criterios son especialmente importantes en el sistema condominial y a ellos se dará más énfasis.

## 2.1 POBLACIÓN

### 2.1.1 Período de diseño

La población a atender es uno de los parámetros de diseño que determinará el tamaño y el costo correspondiente del proyecto. Para determinar la población de proyecto es necesario definir el período de diseño, que establece el tiempo en el que el sistema construido atenderá el crecimiento de la población del área. Para períodos de diseño cortos, las inversiones iniciales serán menores, pero nuevas inversiones a corto plazo serán necesarias para atender al crecimiento de la población. Un proyecto con un período de diseño largo costará más en la fase de implantación, no demandando nuevas inversiones por un largo plazo, pero estará sobredimensionado y con alta capacidad ociosa al inicio de su funcionamiento.

En el Perú, debido a la fuerte demanda por el servicio y a los escasos recursos disponibles para su implantación, se recomienda el empleo de la tecnología condominial buscando maximizar la cobertura a corto plazo. Por lo tanto, una buena recomendación seria acortar el período de diseño, recomendándose un período no mayor de 15 años.

### 2.1.2 Densidad poblacional

Una de las maneras de determinar la población futura para una área es en base al número de viviendas que van a ser atendidas por el sistema y el número de habitantes por vivienda. El número de habitantes por vivienda - la densidad de ocupación - generalmente tiene una relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad considerada.

En áreas de altos ingresos, el número medio de personas en una vivienda puede ser tan bajo como 3,5. En áreas de bajos ingresos este número puede ser tan alto como 10. Para el diseño el proyectista debe basarse en levantamientos demográficos realizados en la localidad o en áreas de características similares al área que se va atender.

### 2.1.3 Población a ser atendida

El estudio demográfico será realizado en base a datos censales e información local y regional, para el inicio y final de proyecto.

Se recomienda determinar la población a ser atendida por el proyecto a través de dos metodologías: 1) considerando la población resultante de la ocupación integral del área, de acuerdo a la zonificación urbana del Municipio; y 2) en base a la población inicial del proyecto y la tasa de crecimiento poblacional esperada.

La población adoptada para el diseño debe basarse en una evaluación cuidadosa de estos dos estudios. Corresponde al proyectista definir la opción que considera más probable de ocurrir.

## 2.2 CONSUMO "PER CAPITA" DE AGUA

Como el volumen de desagües que se va a recolectar depende intrínsecamente del consumo de agua en el área del proyecto, el primer parámetro que se debe definir para el diseño es el consumo per capita de agua de la población, que se va atender. Ese consumo depende de varios factores, que incluyen la tradición cultural, características urbanas, el nivel económico, el clima, el costo del agua, la disponibilidad, etc.

Para el diseño del sistema, la definición de la demanda de agua diaria a ser adoptada debe precederse de una extensa evaluación de las condiciones que se verifican en la zona del proyecto. En áreas de bajos ingresos, donde normalmente el sistema condominial se lleva a cabo, generalmente todas las condiciones conllevan a un bajo valor de la demanda de agua.

Para el diseño es fundamental determinar los consumos promedios que efectivamente se verifican en las áreas ya dotadas de servicios de agua potable. En el Perú, la experiencia demuestra que un consumo real del orden de 80 litros por habitante por día es común en zonas periurbanas de la costa y parece que un valor de este orden sería aceptable en áreas de vivienda de bajos ingresos. En zonas de la selva, donde hay mayor disponibilidad de agua, este valor puede incrementarse. Es importante que el proyecto evalúe este tema detalladamente, para lograr un diseño adecuado a la demanda real.

## 2.3 COEFICIENTE DE RETORNO (C)

El coeficiente de retorno es el coeficiente que busca representar la relación entre el agua consumida por los usuarios y la producción correspondiente de desagües. El valor del coeficiente de retorno normalmente es menor que uno y para el diseño normalmente se adopta el valor tradicional de 0,8. Recientes experiencias en Brasil muestran que en la práctica el coeficiente de retorno puede ser aún más bajo que ese valor tradicionalmente utilizado. Valores del orden de 0,65 parecen ser comunes en sistemas de alcantarillado y se podrían usar en futuros proyectos. En las EPS que disponen de plantas de tratamiento de desagües, el proyecto debe dar importancia a la evaluación de ese parámetro, buscando identificar los coeficientes reales de retorno.

## 2.4 CAUDAL DE INFILTRACIÓN

Según práctica usual, para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario se debe agregar un caudal de infiltración al flujo de desagüe calculado para las tuberías del sistema de recolección. El valor de infiltración debe estar relacionado con el tipo de tuberías a ser usado, la condición del suelo, el nivel freático de agua en el suelo y los tipos de cámaras de inspec-

ción usados. Los valores sugeridos para la infiltración normalmente están en el rango entre 0,05 y 1,0 l/s. km de tubería de alcantarillado.

En el sistema condominial, el valor a ser adoptado depende principalmente del tipo de material usado en las tuberías del sistema. La infiltración considerada para sistemas que utilizan tuberías de PVC puede ser considerada próxima a cero.

| Material de la tubería | Caudal de Infiltración |
|---|---|
| Concreto | 0,2 l/s. Km |
| PVC | 0,05 l/s. Km |

## 2.5 COEFICIENTE MÁXIMO HORARIO (DE PUNTA)

Es la relación entre el caudal promedio y el máximo horario, también se le denomina "Coeficiente de Punta".

a) Relación entre el caudal medio del día de mayor contribución y el caudal medio diario anual (correspondiente al coeficiente de variación diaria): k1= 1,3

b) Relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor contribución (correspondiente al coeficiente de variación horaria): k2=1,5

## 2.6 COEFICIENTE POR CONEXIONES CLANDESTINAS DE AGUAS PLUVIALES

En zonas lluviosas, se deben considerar los caudales pluviales provenientes de conexiones prohibidas como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios. Podrá ser adoptado un coeficiente del 5% al 10% del caudal máximo previsto de aguas residuales.

## 2.7 CUANTIFICACIÓN DE CAUDALES DOMÉSTICOS

Los caudales de aguas residuales domésticas que serán determinados son el Caudal Promedio Diario (Qm), el Caudal Máximo horario (Qmax) y el Caudal de Diseño (Qd).

## 2.8 CAUDALES CONCENTRADOS - APORTE DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS (INDUSTRIALES, COMERCIALES E INSTITUCIONALES)

La contribución de aguas residuales industriales, comerciales e institucionales será evaluada en forma puntual y como descarga concentrada de acuerdo a los niveles de consumo. Esa descarga está condicionada a la legislación local.

## 2.9 CAUDALES DE DISEÑO (Q)

El cálculo hidráulico de los conductos debe atender

a los picos de caudal que ocurren en las redes de desagües y también debe atender a las condiciones de caudal mínimo.

Las redes colectoras deben ser proyectadas para recibir los caudales domésticos y no domésticos (industriales, comerciales, institucionales) además de los caudales de infiltración. Los tramos de red deben ser calculados para los caudales de inicio y final.

## 3. Trazado de redes [1]

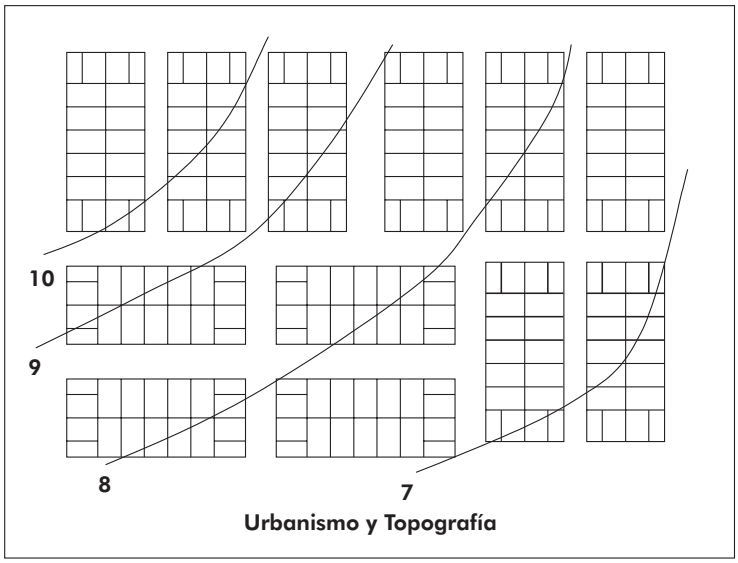
En el sistema condominial, la red de alcantarillado se divide en dos partes, la pública, que del punto de vista de ingeniería es constituida por la red principal, y las conexiones colectivas a la red pública, representadas por el **Ramal Condominial**. Los ramales condominiales son las tuberías que reciben directamente las descargas de un grupo de viviendas dentro de la malla urbana, sea una manzana o una cuadra. La red pública sólo se aproxima a la manzana para recibir el ramal condominial, en vez de rodearla, como en el sistema convencional.

Uno de los aspectos más importantes del modelo condominial es que el diseño definitivo solamente se desarrolla junto con la comunidad que se va a atender. De esta manera el diseño preliminar del sistema es solamente referencial, con los elementos necesarios para la definición de los metrados principales y los correspondientes presupuestos para la contratación de las obras. El diseño definitivo se elabora luego de la participación y opción elegida por parte de la comunidad beneficiaria.

### 3.1 EL RAMAL CONDOMINIAL

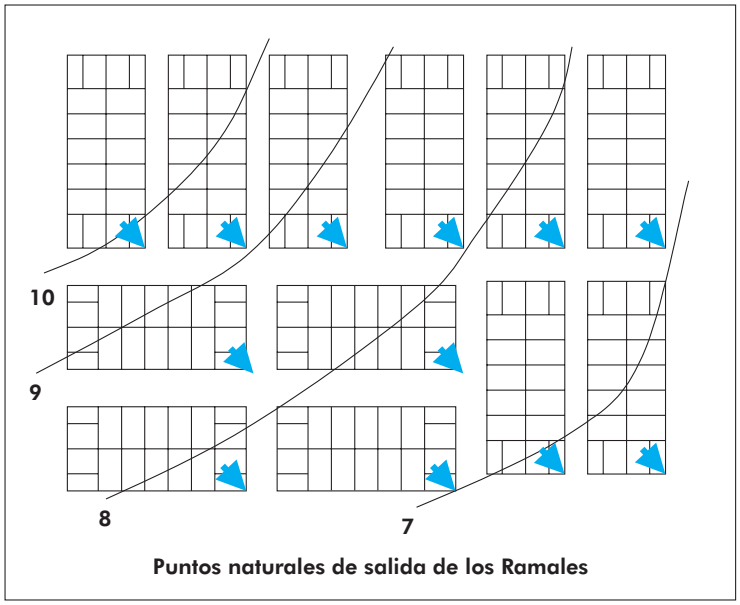
Para establecer el trazado de la red de un sistema condominial, el primer paso debe ser estimar la ubicación del ramal condominial. Para este propósito debe estar disponible un plano general del área, en una escala recomendable de 1:2000, con la caracterización topográfica y urbana del área. En ese plano se debe identificar las agrupaciones urbanas que van a constituir los condominios, las manzanas y las curvas de nivel del área, como se muestra a continuación.

[1] Ref.: Sistemas de Alcantarillado Sanitario - Manual de Diseño y Construcción – Programa PAS



**Urbanismo y Topografía**

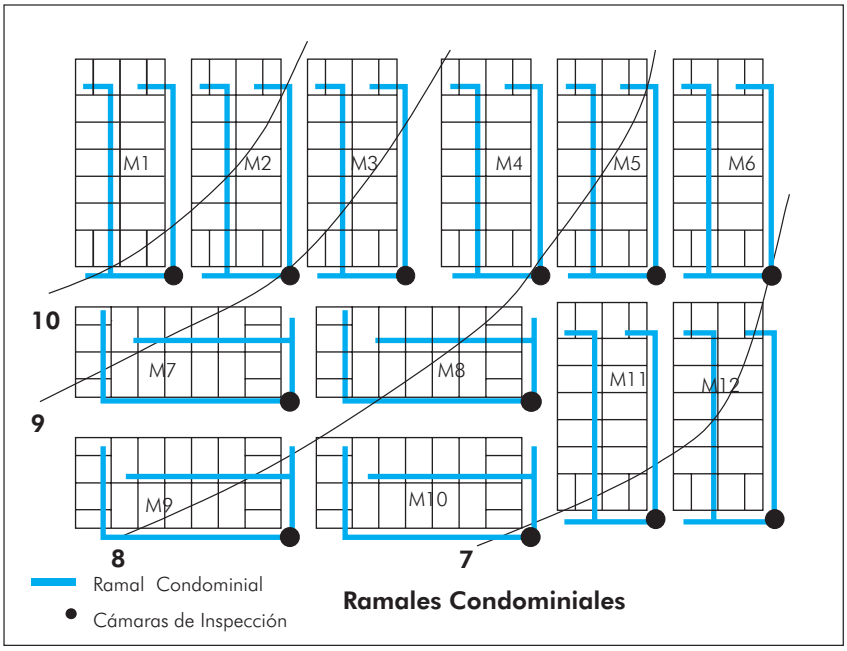
En ese plano se identificarán los caminos naturales de drenaje del área, ya que las tuberías de alcantarillado van a seguir estos mismos caminos, de acuerdo con la pendiente natural del terreno.



**Puntos naturales de salida de los Ramales**

Este punto, que es el punto donde el ramal condominial probablemente se conectará a la red pública, debe ser marcado claramente con un punto o una flecha y debe apuntar en la dirección del camino de flujo.

Una vez establecidos los caminos de drenaje, se debe identificar, para cada manzana o conjunto urbano equivalente, el punto topográfico más bajo, que es el punto de la descarga natural de los desagües producidos.

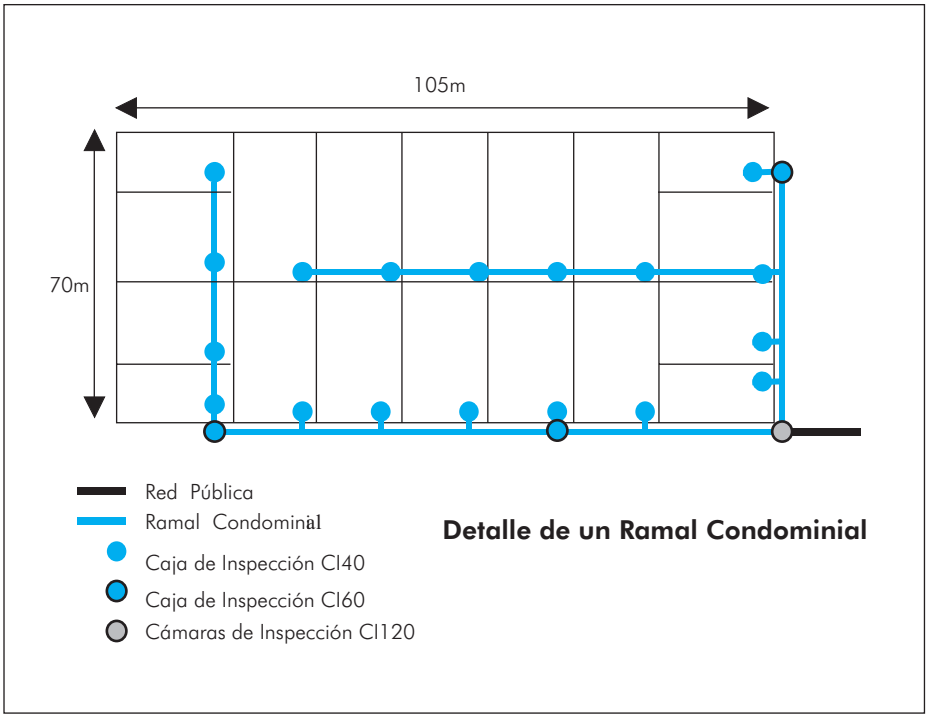



El proyectista debe dibujar la disposición más probable para el ramal condominial que va atender a cada manzana, basado en su ocupación actual o futura, con viviendas y otras formas de construcciones, la manera de estimar la ubicación, extensión y elementos de inspección del ramal condominial.

Un ejemplo de ese tipo de disposición se presenta en la figura.

Cada manzana puede tener más de un ramal condominial, cuando la topografía o el diseño urbano así lo recomiendan.

Definida la ubicación del ramal o de los ramales condominiales de cada manzana, estos deben conectar a todas las viviendas u otras ocupaciones de la manzana. Un esquema con detalle de los ramales permite estimar la extensión, número y tipo de cajas de inspección que se utilizarán.




Las informaciones de los ramales condominiales de cada manzana pueden ser agrupadas en una tabla que debe indicar:

- El número de la manzana
- La extensión prevista para cada ramal
- El número de conexiones para cada ramal
- El número de habitantes atendido por cada ramal

Con relación al cálculo de la población contribuyente de cada ramal, se tendrá en cuenta que un lote representa una conexión y puede tener más de una familia conectada, de acuerdo a las normas de ocupación del área. Cuando todas las manzanas han sido consideradas, se puede calcular la longitud total de los ramales condominiales y la población total del área atendida. Esta población es la población de saturación para el área, y debe compararse con el crecimiento demográfico esperado para el área, según el ítem 3.1.

En otros tipos de ocupación, no residenciales, el procedimiento debe ser similar, utilizando la población equivalente para cada ocupación no residencial considerada. Para estos casos también se puede calcular directamente el caudal de contribución de cada ocupación, no siendo necesario el cálculo de la población equivalente.

El cuadro a continuación presenta un resumen de las informaciones levantadas en el plano de los ramales condominiales:

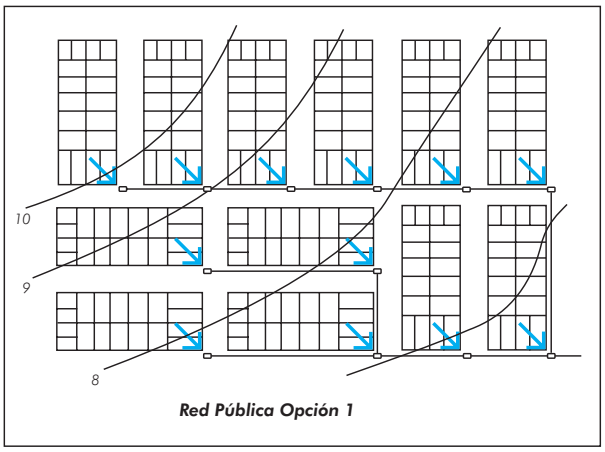
| CARACTERIZACIÓN INICIAL DE LOS RAMALES CONDOMINIALES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Manzana número | Extensión del Ramal condominial | Número de conexiones | Población de contribución estimada | Número de elementos de inspección CI40 | Número de elementos de inspección CI60 |
| M1 | 265 m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M2 | 265 m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M3 | 265 m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M4 | 265 m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M5 | 265 m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M6 | 265 m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M7 | 250m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M8 | 250m | 18 | 99 Hab. | 18 | 3 |
| M9 | 250m | 18 | 594 Hab. | 18 | 3 |
| M10 | 250m | 18 | 594 Hab. | 18 | 3 |
| M11 | 265 m | 18 | 180 Hab. | 18 | 3 |
| M12 | 265 m | 18 | 180 Hab. | 18 | 3 |
| **TOTAL** | **3120 m** | **216** | **2340 Hab.** | **216** | **36** |

## 3.2 LA RED PÚBLICA

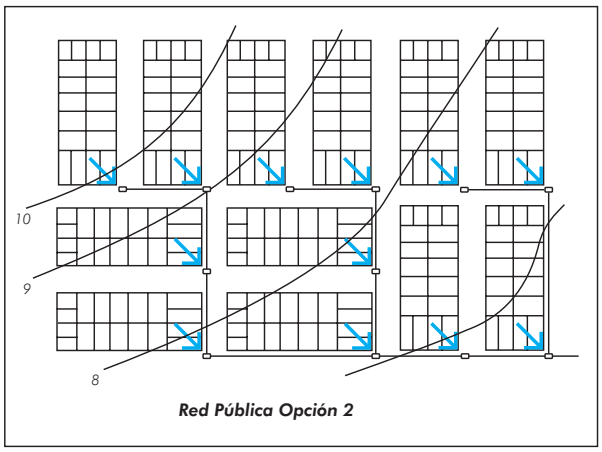
Para el trazado de las redes públicas es necesario tener disponible el plano urbanístico del área de proyecto con las curvas de nivel. Un plano en escala de 1:2000 es suficiente para el diseño. En este plano se ubicarán todos los puntos de salida previstos para los ramales condominiales de cada manzana.

Luego de ubicar las salidas de los ramales condominiales de todas las manzanas del área, se puede hacer el trazado de la red pública. La mejor ubicación para la red pública es la que logre conectar todos los ramales condominiales previstos, siguiendo los mismos caminos naturales del drenaje del área, con la menor extensión posible. Se debe efectuar una simulación para buscar la menor extensión para la red.

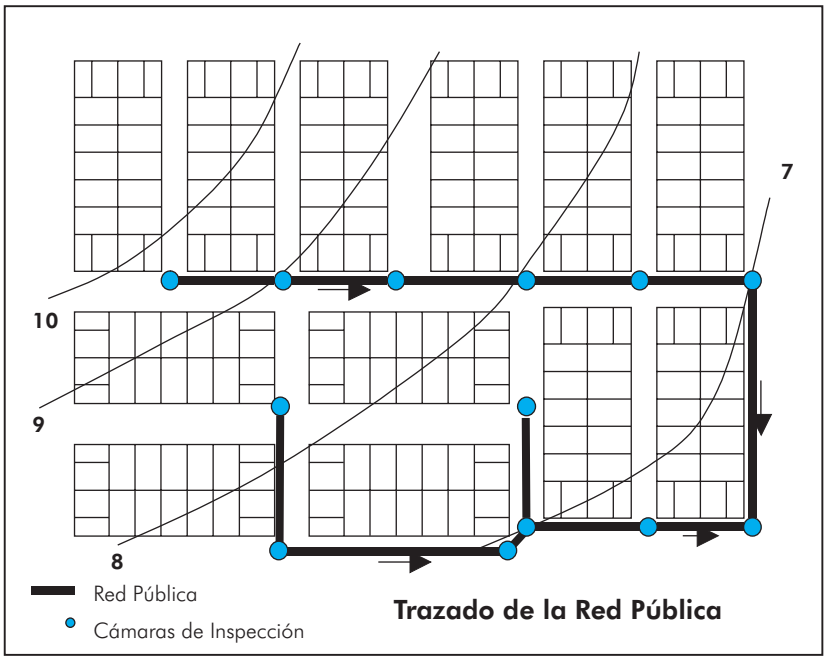
La ubicación de la red debe dar preferencia a las áreas más protegidas del tránsito de vehículos, utilizando siempre que sea posible las aceras, parques y jardines existentes. Las figuras a continuación presentan dos alternativas de trazado para la misma área. Es importante notar que también en áreas de urbanismo y topografía muy simples es posible tener más de una opción para el trazado, lo que indica que en un proyecto real debe ser dada especial atención a esta parte del trabajo.




***Red Pública Opción 1***




***Red Pública Opción 2***



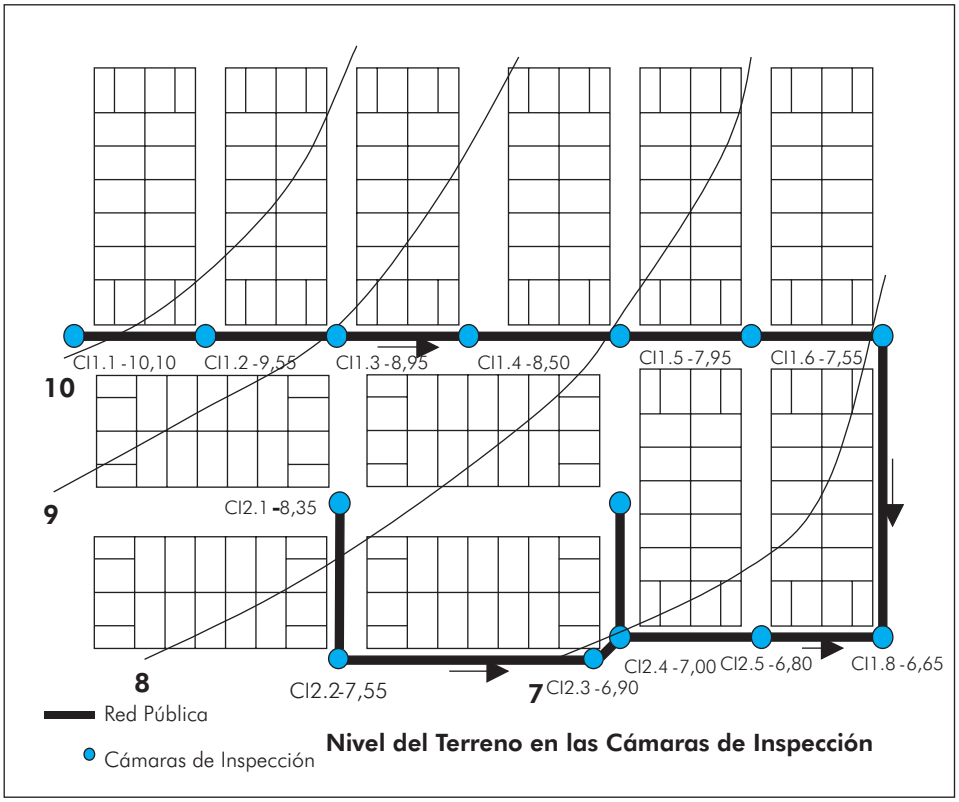

**Trazado de la Red Pública**

Luego del trazado de la red pública, recolectando todas las manzanas hasta al punto de la descarga final, es necesario definir la ubicación y tipo esperado para los dispositivos de inspección que se necesitarán para el sistema. Cada tramo entre cámaras de inspección debe ser considerado de una manera individual. El diseño final debe ser la optimización del trazado.

Las informaciones de cada tramo de la red pública pueden ser agrupadas en una tabla que debe indicar:

- El número del tramo de la red pública
- La extensión de cada tramo
- Los números de los tramos contribuyentes, agua arriba
- Los números de los ramales contribuyentes en cada tramo
- La ubicación de los elementos de inspección previstos

Con la definición del trazado de los ramales condominiales y de las redes públicas, y con el levantamiento de la población contribuyente para cada tramo de red considerado, es posible hacer el cálculo hidráulico de la red, determinando los diámetros, profundidades y pendientes de cada tramo de la red pública. Para esto el nivel del terreno en cada elemento de inspección proyectado debe conocerse, para el cálculo de la profundidad de la tubería. Esta definición siempre estará relacionada a la profundidad mínima que se requiere en la red y la profundidad definida por las pendientes necesarias para el buen funcionamiento hidráulico de la red. Con estas informaciones también es posible determinar el número y tipo adecuado de elementos de inspección, de acuerdo a su ubicación y profundidad esperada.



El cálculo hidráulico de la red normalmente se efectúa por intermedio de rutinas de cálculo que pueden ser fácilmente programadas en una computadora. Los cálculos hidráulicos involucrados son presentados en el ítem 4 a continuación. Es importante indicar que para establecer una rutina y efectuar el cálculo hidráulico de la red es necesario numerar todos los tramos de red definidos entre los elementos de inspección. La numeración debe seguir la lógica del software empleado, ya que muchos programas de computación ordenan el cálculo hidráulico de acuerdo con la numeración de los tramos.

Las características de cada tramo de la red pública deben ser organizadas en un cuadro, similar al cuadro elaborado para los ramales condominiales. Ahí también deben ser registradas todas las contribuciones que se descargan directamente al tramo considerado.

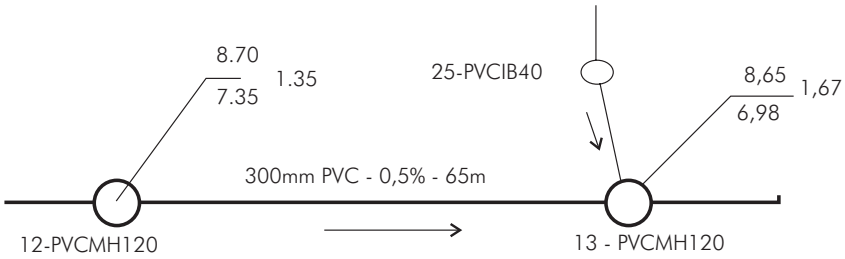
El ejemplo con el resumen de las informaciones levantadas en el plano de la red pública, se presenta a continuación:

| CARACTERIZACIÓN INICIAL DE LA RED PÚBLICA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Número del tramo | Extensión del Tramo (m) | Ramales contribuyentes | Nivel del terreno aguas arriba | Nivel del terreno aguas abajo |
| CI1.1 – CI1.2 | 85 | | 10,10 | 9,55 |
| CI1.2 – CI1.3 | 85 | M1 | 9,55 | 8,95 |
| CI1.3 – CI1.4 | 85 | M2 | 8,95 | 8,50 |
| CI1.4 – CI1.5 | 85 | M3 | 8,50 | 8,05 |
| CI1.5 – CI1.6 | 85 | M4 | 8,05 | 7,55 |
| CI1.6 – CI1.7 | 85 | M5 | 7,55 | 6,90 |
| CI1.7 – CI1.8 | 130 | M6 | 6,90 | 6,65 |
| CI2.1 – CI2.2 | 85 | M7 | 8,35 | 7,55 |
| CI2.2 – CI2.3 | 130 | M9 | 7,55 | 6,90 |
| CI2.3 – CI2.4 | 10 | M10 | 6,90 | 7,50 |
| CI3.1 – CI2.4 | 85 | M8 | 7,50 | 7,00 |
| CI2.4 – CI2.5 | 85 | —- | 7,00 | 6,80 |
| CI2.5 – CI1.8 | 58 | M11 | 6,80 | 6,65 |

Los datos de los cuadros sobre la caracterización de los ramales y de las redes públicas deben ser organizados para un uso directo en el programa de cálculo hidráulico de la red. El programa debe ser capaz de agregar a cada tramo de la red la suma de los caudales provenientes de los tramos de agua arriba que contribuyen al tramo en cuestión con los caudales provenientes de los ramales que contribuyen directamente en el tramo considerado. Adoptándose el consumo per capita de 150l/hab.día el coeficiente de retorno de 0,65, el coeficiente de máximo horario (de pico) de 1,8, una infiltración de 0,01 l/s.km en la red pública, el uso de PVC, un coeficiente de conexiones clandestinas de 5%, se presenta a continuación el caudal para el cálculo hidráulico de cada tramo.

| CARACTERIZACIÓN DE CAUDALES EN LA RED PÚBLICA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Número del tramo | Extensión del Tramo (m) | Ramales contribuyentes | Caudal de contribución del ramal | Caudal de Infiltración | Caudal en el tramo |
| CI1.1 – CI1.2 | 85 | | — | 0,00085 l/s | 0,00085 l/s |
| CI1.2 – CI1.3 | 85 | M1 | 0,20 l/s | 0,00085 l/s | 0,2017 l/s |
| CI1.3 – CI1.4 | 85 | M2 | 0,20 l/s | 0,00085 l/s | 0,4025 l/s |
| CI1.4 – CI1.5 | 85 | M3 | 0,20 l/s | 0,00085 l/s | 0,6034 l/s |
| CI1.5 – CI1.6 | 85 | M4 | 0,20 l/s | 0,00085 l/s | 0,8043 l/s |
| CI1.6 – CI1.7 | 85 | M5 | 0,20 l/s | 0,00085 l/s | 1,0052 l/s |
| CI1.7 – CI1.8 | 130 | M6 | 0,20 l/s | 0,00130 l/s | 1,2065 l/s |
| CI2.1 – CI2.2 | 85 | M7 | 0,20 l/s | 0,00085 l/s | 1,4073 l/s |
| CI2.2 – CI2.3 | 130 | M9 | 1,2 l/s | 0,00130 l/s | 2,6086 l/s |
| CI2.3 – CI2.4 | 10 | M10 | 1,2 l/s | 0,0001 l/s | 3,8087 l/s |
| CI3.1 – CI2.4 | 85 | M8 | 0,20l/s | 0,00085 l/s | 4,0095 l/s |
| CI2.4 – CI2.5 | 85 | —- | —- | 0,00085 l/s | 4,0102 l/s |
| CI2.5 – CI1.8 | 58 | M11 | 0,36 l/s | 0,00058 l/s | 4,3708 l/s |

El proyectista debe proceder a los cálculos hidráulicos para definir el diámetro y las pendientes para todos los tramos. Luego del cálculo, toda la información debe dibujarse en el plano Red de Colectores, indicando los niveles del terreno, tubería y profundidad de los elementos de inspección. El dibujo de un tramo típico de la red tendrá la siguiente configuración:




**Esquema típico para un tramo de la red pública**

## 3.3 OPCIONES DE DISEÑO

Para los ramales condominiales se usará, como regla general, la pendiente de 0,5% y el diámetro de 100 mm para todas las situaciones del proyecto, suficiente para lograr la recolección de los desagües de más de 200 viviendas, hecho que en una sola manzana es casi imposible sobrepasar. De esta manera, no es usual realizar cálculos hidráulicos para los ramales condominiales en áreas residenciales unifamiliares. Generalmente una pendiente diferente sólo se adopta cuando la pendiente natural del terreno es mayor que la pendiente mínima. Un diámetro más grande sólo sería necesario si el ramal condominial recibiera la conexión de más de 200 viviendas.

Para la red pública, al calcular la profundidad de arranque del primer tramo, se debe empezar con la profundidad mínima necesaria para garantizar las conexiones de los ramales condominiales que contribuyen al tramo. Para esto, se debe hacer una evaluación de la profundidad de la descarga de cada ramal condominial

relacionado, según la pendiente mínima adoptada y la topografía del área. El proyectista puede considerar una profundidad de arranque de los ramales de aproximadamente 40 cm para los ramales de fondo de lotes y de 70 cm para los ramales de aceras. La profundidad de conexión de los ramales con el tramo correspondiente de la red pública será determinada por la pendiente natural del terreno. Si la pendiente es mayor a 0,5%, la profundidad de conexión podrá ser la misma adoptada para el arranque. Si la pendiente natural del terreno fuera menor a 0,5%, la profundidad de conexión será la profundidad de arranque del ramal adicionado a la resultante de la diferencia entre las pendientes multiplicada por la extensión del ramal.

Luego de definida la profundidad de arranque de la red pública, el proyectista debe calcular la profundidad de cada tramo siguiente aguas abajo. Para esto se debe verificar la profundidad de conexión de los ramales condominiales que se conectan en el tramo considerado, de acuerdo al criterio ya presentado y la profundidad resultante de la pendiente proyectada para el tramo. La pendiente es la mínima cuando la pendiente natural del terreno es menor que la pendiente mínima adoptada para la tubería, y es igual a la pendiente natural, cuando esta es más grande que la mínima establecida para la tubería. Después de decidir la pendiente para el tramo considerado estableciendo la profundidad aguas arriba y aguas abajo para el tramo, se efectúa el cálculo del diámetro del tramo. Normalmente el diámetro es una consecuencia del caudal y de la pendiente adoptada, pero, en algunos casos, la pendiente puede cambiarse para adecuarse a un diámetro deseado.

Debe adoptarse el procedimiento anterior para cada uno de los tramos de la red. Las fórmulas y criterios de cálculo de las redes se explican en detalle en el capítulo siguiente.

Para el ejemplo anterior, las profundidades determinadas para el arranque de la red pública en la salida de cada ramal están presentadas en el cuadro a continuación:

**PROFUNDIDAD DE ARRANQUE DE LA RED PÚBLICA S = 6,53º/OO**

| Manzana número | Desnivel natural disponible (m ) | Tipo de ramal | Extensión aproximada del mayor ramal (m) | Desnivel necesario para el ramal (m) | Profundidad de salida del ramal condominial adoptada (m) | Cámara de Inspección de la red pública correspondiente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M1 | 1,50 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI 1.2 |
| M2 | 1,45 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI 1.3 |
| M3 | 1,45 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI 1.4 |
| M4 | 1,05 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI 1.5 |
| M5 | 1,00 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 + 0,05 | CI 1.6 |
| M6 | 1,45 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI 1.7 |
| M7 | 1,50 | Acera | 170 | 1,11 | 0,7 | CI 2.1 |
| M8 | 1,20 | Acera | 170 | 1,11 | 0,7 | CI 3.1 |
| M9 | 1,45 | Acera | 170 | 1,11 | 0,7 | CI 2.2 |
| M10 | 1,10 | Acera | 170 | 1,11 | 0,7 | CI2.3 |
| M11 | 1,15 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI2.5 |
| M12 | 1,10 | Acera | 162 | 1,05 | 0,7 | CI 1.8 |

Para el área presentada en el ejemplo, solo el ramal M5 requiere una profundidad mayor que la mínima, debido a que la pendiente natural es menor que la pendiente establecida para los ramales.

# 4. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico propuesto para los sistemas condominiales es para tuberías que trabajan con sección parcialmente llena.

El cálculo hidráulico para los sistemas condominiales deberá seguir las recomendaciones establecidas en la norma técnica SENCICO S070 Redes de Aguas Residuales, para redes funcionando en lámina libre, considerando en el diseño la relación entre los caudales esperados para el inicio y final de proyecto, como presentado a continuación.

## 4.1 FÓRMULAS PARA DISEÑO

El procedimiento de cálculo considera el escurrimiento en el régimen permanente y uniforme.

La fórmula empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, y actualmente utilizada para conductos cerrados, tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:
- V = Velocidad (m/s)
- n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Pendiente (m/m)

Radio hidráulico $R = \frac{Am}{Pm}$

Donde:
- Am = Área de la sección mojada ($m^2$)
- Pm = Perímetro de la sección mojada (m)

**Para tuberías con sección llena:**

Radio hidráulico:

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde: $D$ = Diámetro (m)

Velocidad: $V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$Q = \frac{0.312}{n} D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = VA$$

Donde:
$Q$ = Caudal ($m^3/s$)

$A$ = Área de la sección circular ($m^2$)

**Para tuberías con sección parcialmente llena:**

El ángulo central $\theta^{\circ}$(en grado sexagesimal):
h : altura de lamina de agua (m)

$$\theta^{\circ} = 2ar\cos\left(1-\frac{2h}{D}\right)$$

Radio hidráulico:

$$R = \frac{D}{4}\left(1-\frac{360sen\theta^{\circ}}{2\pi\theta^{\circ}}\right)$$

Velocidad:

$$V = \frac{0.397D^{\frac{2}{3}}}{n}\left(1-\frac{360sen\theta^{\circ}}{2\pi\theta^{\circ}}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Caudal:

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15n\left(2\pi\theta^{\circ}\right)^{\frac{2}{3}}}\left(2\pi\theta^{\circ}-360sen\theta^{\circ}\right)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

# 5. Criterio de diseño

## 5.1 CRITERIO DE LA FUERZA TRACTIVA

La pendiente del colector será calculada con el criterio de la fuerza tractiva, según la siguiente expresión:

$$S = \frac{\tau}{\gamma R}$$

- Donde:
  - $S =$ Pendiente de la Tubería (m/m)
  - $\tau =$ Fuerza Tractiva o Tensión de Arrastre (Kg/m$^2$)
  - $\gamma =$ Peso específico del agua (kg/m$^3$)
  - $R =$ Radio Hidráulico (m)
- Pendiente tuberías con sección parcialmente llena:

$$S = \frac{\tau}{\gamma\frac{D}{4}\left(1-\frac{360sen\theta^{\circ}}{2\pi\theta^{\circ}}\right)}$$

## 5.2 PENDIENTE MÍNIMA

El proyecto de colectores de alcantarillado sanitario tomará en cuenta las condiciones de flujo críticas que pueden presentarse debido a los bajos caudales que se producen durante los primeros años después de su construcción. Se deberá garantizar que las pendientes no sean demasiado bajas como para producir sedimentación, ocasionando costos de mantenimiento elevados, antes de alcanzar los caudales de proyecto.

Para calcular la pendiente mínima y garantizar la auto-limpieza desde el inicio del funcionamiento del sistema, se recomienda adoptar el criterio que establece una relación de tirantes a sección parcialmente llena del 20% al 25%. Para estas condiciones se verifica que el valor promedio actual del caudal de aporte es de 10% a 15% de la capacidad del tubo.

$$\frac{Q_p}{Qll} = 0.15 \quad (15\%)$$

Donde:

$Q_p$ = Caudal promedio actual

$Q_{ll}$ = Caudal a sección llena

Otras relaciones de tirante y condiciones de flujo diferentes deberán ser justificadas, con información real de caudales de aporte actual y proyecciones futuras.

## 5.3 PENDIENTE MÍNIMA RECOMENDADA

Para las condiciones de flujo:

$$\frac{Q_p}{Q_{ll}} = 0.15 \Rightarrow \frac{h}{D} = 0.263$$

El ángulo central (grado sexagesimal):

$$\theta^{\circ} = 2ar\cos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) = 123.41°$$

Pendiente Mínima:

$$S_{\min} = \frac{\tau_{\min}}{\gamma R_p} = \frac{\tau_{\min}}{\gamma \frac{D}{4}\left(1 - \frac{360 sen 123.41^{\circ}}{2\pi 123.41^{\circ}}\right)} \text{ (m/m)}$$

$$S_{\min} = \frac{\tau_{\min}}{\gamma R_p} = \frac{\tau_{\min}}{\gamma 0.1531 D} \quad \text{(m/m)}$$

Para el criterio establecido la pendiente mínima recomendada para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario se presenta en el cuadro siguiente.

### PENDIENTE MÍNIMA PARA COLECTORES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Qp/Qll =0,15; R/D =0,1531; $\tau_{\min}$=0,10 Kg/m²; $\gamma$ =1000 Kg/m³; n =0,013

| Diámetro | Pendiente Mínima (Smin) | Capacidad Plena | |
|---|---|---|---|
| | | Velocidad | Caudal |
| M | o/oo | m/s | sl/s |
| 0,10 | 6,53 | 0,53 | 4,2 |
| 0,15 | 4,35 | 0,57 | 10,0 |
| 0,20 | 3,27 | 0,60 | 18,7 |
| 0,25 | 2,61 | 0,62 | 30,4 |
| 0,30 | 2,18 | 0,64 | 45,1 |
| 0,35 | 1,87 | 0,65 | 63,0 |
| 0,40 | 1,63 | 0,67 | 84,2 |
| 0,45 | 1,45 | 0,68 | 108,6 |
| 0,50 | 1,31 | 0,70 | 136,5 |
| 0,55 | 1,19 | 0,71 | 167,8 |
| 0,60 | 1,09 | 0,72 | 202,6 |
| 0,65 | 1,00 | 0,73 | 240,9 |
| 0,70 | 0,93 | 0,74 | 282,9 |
| 0,75 | 0,87 | 0,74 | 328,5 |
| 0,80 | 0,82 | 0,75 | 377,8 |
| 0,85 | 0,77 | 0,76 | 430,9 |
| 0,90 | 0,73 | 0,77 | 487,7 |
| 0,95 | 0,69 | 0,77 | 548,3 |
| 1,00 | 0,65 | 0,78 | 612,7 |

## 5.4 PENDIENTE MÍNIMA PARA DIFERENTES CONDICIONES DE FLUJO

De acuerdo a las condiciones locales (densidad, topografía y caudales de aporte presentes y futuros) y al criterio del proyectista se podrá establecer la pendiente mínima, velocidad y caudal a tubo lleno, según las recomendaciones del cuadro siguiente:

**PENDIENTE MÍNIMA PARA DIFERENTES CONDICIONES DE FLUJO**

| Criterios de Diseño | | | | Pendiente Mínima | Flujo a Capacidad Plena | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Q/QII | h/D | R/D | Ft (Kg/m2) | Smin (miles) | VII (m/s) | QII (m3/s) |
| 0.10 | 0.22 | 0.1291 | 0.10 | $0.7746D^{-1}$ | $0.8496D^{0.1667}$ | $0.6673D^{2.1667}$ |
| 0.10 | 0.22 | 0.1291 | 0.15 | $1.1618D^{-1}$ | $1.0405D^{0.1667}$ | $0.8172D^{2.1667}$ |
| 0.15 | 0.26 | 0.1531 | 0.10 | $0.6531D^{-1}$ | $0.7801D^{0.1667}$ | $0.6127D^{2.1667}$ |
| 0.15 | 0.26 | 0.1531 | 0.15 | $0.9797D^{-1}$ | $0.9555D^{0.1667}$ | $0.7504D^{2.1667}$ |
| 0.25 | 0.34 | 0.1887 | 0.10 | $0.53D^{-1}$ | $0.7028D^{0.1667}$ | $0.552D^{2.1667}$ |
| 0.25 | 0.34 | 0.1887 | 0.15 | $0.795D^{-1}$ | $0.8607D^{0.1667}$ | $0.676D^{2.1667}$ |

## 5.5 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad "n" de la fórmula de Manning será de 0,013 en redes de alcantarillado sanitario, para cualquier tipo de material de tubería.

## 5.6 DETERMINACIÓN EMPÍRICA DE LA FUERZA TRACTIVA MÍNIMA

Para cumplir con la condición de auto-limpieza, los colectores de alcantarillado deben ser diseñados con una fuerza tractiva mínima. Cuando por el requerimiento del transporte de arena sea necesario diseñar tuberías con pendientes mayores, se recomienda determinar la fuerza tractiva mínima en forma empírica mediante análisis granulométrico del material y luego aplicar la fórmula de Shields que tiene la siguiente expresión:

$$\tau = f(\gamma_a - \gamma_w)d_{90-95\%}$$

Donde:

$\tau =$ Resistencia del Sedimento al Movimiento (Fuerza Tractiva) (Kg/m$^2$)

$f =$ Constante = 0.06 (adimensional)

$\gamma_a =$ Peso específico del material de fondo (arena saturada) (kg/m$^3$)

$\gamma_w =$ Peso específico del agua (kg/m$^3$)

$d_{90-95\%} =$ Diámetro en metros, del 90 al 95% de las partículas que deben ser transportadas. Este valor será obtenido de la frecuencia de distribución de un análisis granulométrico del material de fondo (arena) que ingresa al sistema de alcantarillado. En el colector quedarían retenidas partículas de un diámetro mayor al porcentaje indicado.

### 5.7 FUERZA TRACTIVA RECOMENDADA

Según lo indicado en el numeral 5.7 anterior, la fuerza tractiva mínima debe ser suficiente para transportar entre el 90% al 95% del material granular que se estima ingresar en el sistema de alcantarillado.

La fuerza tractiva mínima recomendada para los sistemas de alcantarillado sanitario es:

$$\tau_{min} = 0.10 \text{ kg/m}^2$$

Otros valores de fuerza tractiva mínima deben ser justificados para cumplir la condición de limpieza.

### 5.8 DIÁMETRO MÍNIMO

El diámetro mínimo de los colectores de alcantarillado sanitario será de 100 mm (4"). Según el criterio establecido en el numeral 5.4 anterior, el colector será instalado con una pendiente mínima a fin de garantizar la condición de auto-limpieza desde el inicio del funcionamiento del sistema.

### 5.9 PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN

La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida por el recubrimiento mínimo sobre las tuberías, que no debe ser menor de 1,0 m. en las vías vehiculares y de 0,60 m. en las vías peatonales, según establecido en la Norma SENCICO S 070. Recubrimientos menores deben ser justificados.

# 6. Cálculo hidráulico - ejemplo

A continuación se presenta una aplicación práctica, desarrollada con información del ejemplo presentado anteriormente. El cálculo hidráulico y las alternativas de trazado de las redes corresponden a un sector de la urbanización. Para fines didácticos y comparativos se incluye además el diseño del trazado convencional.

**Parámetros de Diseño**

| | |
|---|---|
| Período de Diseño: | 15 años. |
| | |
| **Población - Densidad y Área Tributaria:** | |
| Lotes habitados (según censo) | 318 |
| Número de conexiones de agua | 203 |
| Número de habitantes por conexión | 5.5 |
| Población actual | 1.579 hab. |
| Tasa de crecimiento de población (variable) | 3,5% |
| Población futura por la tasa de crecimiento | 2.604 hab. |
| Población de saturación urbana | 2.340 hab. |
| Población adoptada en el diseño | 2.340 hab. |
| Área tributaria total del AAHH (incluye vías) | 11,00 Ha. |
| Densidad actual hab/Ha. | 157,50 (hab/Ha) |
| Densidad futura hab/Ha. | 212,72 (hab/Ha) |
| Consumo (según registros del operador) | 16,23 m3/conex/mes |
| Dotación | 150 l/hab/día. |

## 6.1 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LOS RAMALES

Normalmente no es necesario el cálculo hidráulico de los ramales condominiales, sin embargo, como en el ejemplo existen dos cuadras donde se permite la construcción de habitaciones multi familiares, en este caso se deberá realizar la verificación hidráulica. Para esto se verificará la capacidad de la tubería de 100 mm, adoptándose una relación entre el caudal inicial y final de 0,15 y la pendiente de arranque de 6,53°/oo. Por la verificación, la tubería de 100 mm puede ser utilizada en todos los ramales del área.

| VERIFICACIÓN HIDRÁULICA DEL RAMAL CONDOMINIAL | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cuadra | Número de viviendas | Población de diseño | Caudal máximo previsto l/s | Capacidad de la tubería de 100 mm, para j=6,53°/oo |
| M9 | 108 | 594 | 1,20 | 4,17 |

## 6.2 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED PÚBLICA

El cálculo hidráulico de la red pública deberá ser efectuado para todos los tramos previstos en el área, determinando los diámetros y pendientes necesarios al buen funcionamiento de la red. Se puede utilizar una tabla con las fórmulas presentadas en el ítem 5 y los criterios presentados en el ítem 6. Los resultados para el ejemplo se presentan a continuación.

| VERIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED PÚBLICA | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Número del tramo | Caudal en el tramo l/s | Profundidad aguas arriba deteraminada por la salida del ramal (m) | Nivel del terreno aguas arriba (m) | Nivel tubería aguas arriba Adoptado (m) | Extensión del tramo (m) | i (o/oo) | Diámetro (mm) | Capacidad (l/s) |
| CI1.1 – CI1.2 | 0,0008 | — | 10,10 | 9,10 | 85,00 | 6,47 | 100,00 | |
| CI1.2 – CI1.3 | 0,2017 | 0,7 | 9,55 | 8,55 | 85,00 | 7,06 | 100,00 | |
| CI1.3 – CI1.4 | 0,4025 | 0,7 | 8,95 | 7,95 | 85,00 | 6,47 | 100,00 | |
| CI1.4 – CI1.5 | 0,6034 | 0,7 | 8,50 | 7,40 | 85,00 | 7,06 | 100,00 | |
| CI1.5 – CI1.6 | 0,8043 | 0,7 | 7,95 | 6,80 | 85,00 | 6,47 | 100,00 | |
| CI1.6 – CI1.7 | 1,0052 | 0,7 + 0,05 | 7,55 | 6,25 | 85,00 | 6,47 | 100,00 | |
| CI1.7 – CI1.8 | 1,2065 | 0,7 | 6,90 | 5,70 | 130,00 | 8,46 | 100,00 | |
| CI2.1 – CI2.2 | 1,4073 | 0,7 | 8,35 | 7,35 | 85,00 | 9,41 | 100,00 | |
| CI2.2 – CI2.3 | 2,6086 | 0,7 | 7,55 | 6,55 | 130,00 | 6,54 | 100,00 | |
| CI2.3 – CI2.4 | 3,8087 | 0,7 | 6,90 | 5,70 | 10,00 | 10,00 | 100,00 | |
| CI3.1 – CI2.4 | 4,0095 | 0,7 | 7,50 | 6,50 | 85,00 | 10,59 | 100,00 | |
| CI2.4 – CI2.5 | 4,0102 | 0,7 | 7,00 | 5,60 | 85,00 | 7,06 | 100,00 | |
| CI2.5 – CI1.8 | 4,3708 | 0,7 | 6,80 | 5,00 | 58,00 | 6,90 | 100,00 | |

En la práctica, los cálculos aquí presentados en las diferentes columnas deben ser agrupados en una planilla que permita calcular desde la determinación de los caudales hasta las variables hidráulicas proyectadas.

# 7. Cámaras de inspección

## 7.1 TIPOS DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección son los elementos de la red de alcantarillado que tienen el objetivo principal de permitir acceso a la tubería para su mantenimiento, en caso de atoros. Desde el punto de vista operacional, las cámaras de inspección pueden servir para ingreso de elementos que provocan obstrucción en la red. Se recomienda el número mínimo necesario de cámaras de inspección. En el Perú, es común la ocurrencia de atoros del sistema causados por sólidos de grandes dimensiones (basura, animales muertos, etc.) que han sido arrojados a través de las cámaras de inspección.

De esta manera, en el diseño, el número de elementos de inspección debe ser el mínimo efectivamente requerido por el sistema.

Se dividen en dos tipos principales: el primero engloba los elementos de inspección utilizados en los ramales condominiales, las llamadas cajas de inspección o las buzonetas, y el segundo engloba los elementos de inspección de las redes públicas, llamados cámaras de inspección o buzones.

En el sistema condominial se logra una gran reducción de los costos involucrados con los elementos de inspección, toda vez que la mayoría de las tuberías son ramales condominiales y los dispositivos de inspección están localizados en áreas protegidas y ubicados en tramos de pequeña profundidad.

En el diseño de un sistema condominial, el proyectista debe prever un elemento de inspección en cada una de las siguientes situaciones:

- En el inicio de todo colector
- Siempre que el tramo de un ramal condominial tiene 60 metros de extensión
- Siempre que el tramo de una red pública tiene 100 metros de extensión
- En la conexión de la instalación intradomiciliaria en el ramal condominial
- En cualquier punto donde la tubería cambia de diámetro, dirección o pendiente
- En cualquier punto donde haya empalme de colectores

En un sistema condominial se usan normalmente los siguientes elementos de inspección, de acuerdo con la profundidad de la tubería:

**Tipos de Elementos de Inspección de acuerdo con la profundidad de la tubería**

| |
|---|
| **Tuberías con una profundidad menor que 0,90 m.**<br>Elemento de inspección tipo "caja de inspección" o "buzoneta" con un diámetro de 0,4 m. |
| **Tuberías con una profundidad entre 0,90m y 1,20 m.**<br>Elemento de inspección tipo "cajas de inspección" o "buzoneta" con un diámetro de 0,6 m. |
| **Tubería con una profundidad mayor que 1,20 m.**<br>Elementos de inspección del tipo "cámara de inspección" o "buzón" con una cámara de inspección de diámetro de 1,20m y una chimenea de acceso de 0,60 m de diámetro. |

## 7.2 ELEMENTOS DE INSPECCIÓN PREFABRICADOS EN CONCRETO

La utilización de elementos de inspección de concreto pre-fabricado es la solución más común en la construcción de sistemas condominiales. Actualmente existe la opción de la utilización de unidades de PVC, pero estas unidades no están disponibles en todos los mercados y muchas veces se muestran más caras cuando son comparadas con el concreto.

### 7.2.1 Caja de inspección con 0,40 m de diámetro - CI40:

Esta caja de inspección se recomienda para los ramales condominiales, principalmente en la conexión entre la instalación intradomiciliaria y el ramal condominial. Como normalmente el ramal condominial tiene una profundidad menor que 0,90 m, esta caja de inspección es la que más se utiliza en los ramales.

La caja está constituida por las siguientes partes:

**Base:** Superficie en que se apoyan las tuberías que llegan a la cámara y que sale de la cámara y donde es construido el canal de conducción del flujo. Para cubrir todas las situaciones posibles en una caja de inspección, la base puede tener seis tipos diferentes de configuración: 1) con un canal de pasaje de flujo directo; 2) con un canal de contribución izquierdo; 3) con un canal de contribución derecho; 4) con canales para contribuciones de ambos lados; 5) canal de pasaje con curvatura derecha y 6) canal con curvatura izquierda. Otras situaciones intermediarias pueden ser fabricadas manualmente en el local.

**Anillos** o cuerpos de alturas variables para adaptarse mejor a la profundidad de la tubería.

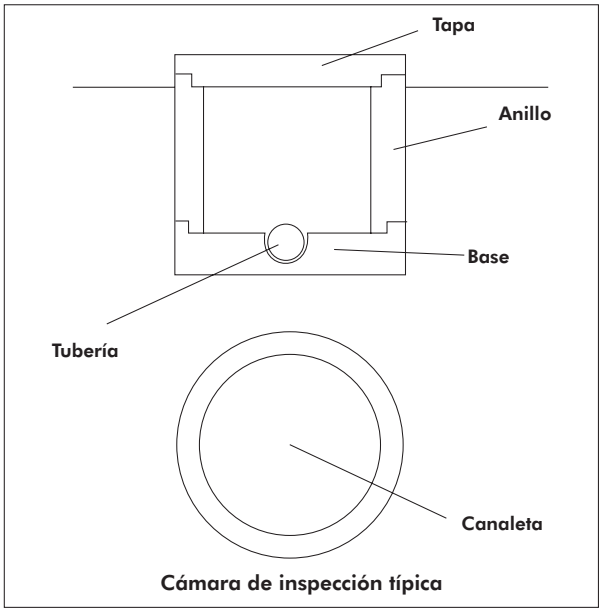
**Tapa**, que debe ser lo suficientemente resistente para apoyar la carga de un vehículo.

### 7.2.2 Caja de Inspección con 0,60m de diámetro – CI60:

Esta caja de inspección se recomienda para los ramales condominiales con una profundidad de más de 0,90 m y menos de 1,20 m. Es especialmente indicada para los ramales de vereda, donde la profundidad de la tubería es normalmente mayor que 0,90 m.

Las cámaras CI60 se hacen de la misma manera como las CI40, sólo con la diferencia del diámetro.

Una configuración típica para una caja de inspección de concreto prefabricado se presenta a continuación:



**Cámara de inspección típica**

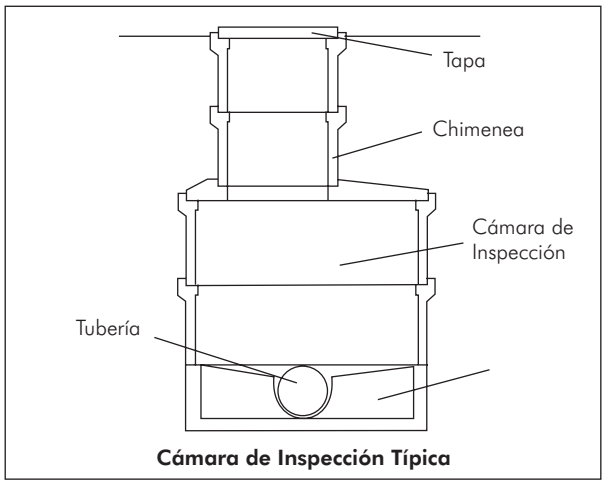
## 7.2 CÁMARAS DE INSPECCIÓN (BUZONES) – CI 120 Y CI 150

Estos dispositivos de inspección se recomiendan para la red pública, especialmente cuando su profundidad es mayor de 1,20 m. Como los buzones normalmente se instalan en áreas donde puede haber tráfico pesado, es necesario reforzarlos para resistir el peso de vehículos pesados, tales como camiones, sobre la tapa.

Se construyen cámaras de inspección de la misma manera como las cajas de inspección. Debido a su

tamaño y peso se necesita una grúa para su transporte y montaje. Los buzones tienen un diámetro de 1,20 m para las tuberías de diámetro hasta de 0,80 m, y de 1,50 metros para las tuberías de hasta 1,20 m.

Una configuración típica para un buzón en concreto prefabricado se presenta a continuación:




**Cámara de Inspección Típica**

# 8. Conexiones

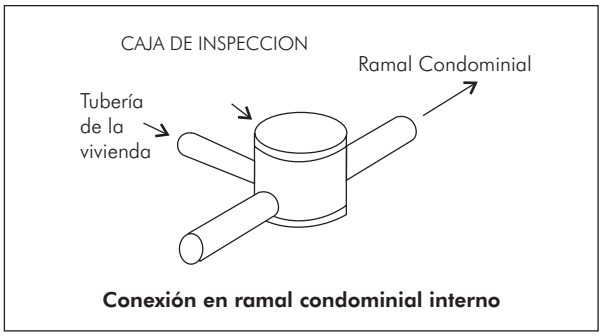
## 8.1 CONEXIONES EN EL RAMAL CONDOMINIAL

En el sistema condominial las conexiones de las viviendas se hacen de dos maneras principales: la primera, cuando el ramal condominial se localiza dentro del lote y la segunda, cuando el ramal pasa por la acera, fuera del lote.

### 8.1.1 Conexión dentro del lote:

En esta situación la conexión se hace siempre a través de una caja de inspección, normalmente del tipo CI 40. El usuario conecta sus instalaciones intradomiciliarias directamente a la caja de inspección del ramal condominial. La caja del ramal se instala durante la construcción del ramal condominial y el usuario es el responsable de la conexión, que puede ejecutarse cuando el sistema empieza su funcionamiento. Siempre se instala una cámara de inspección en

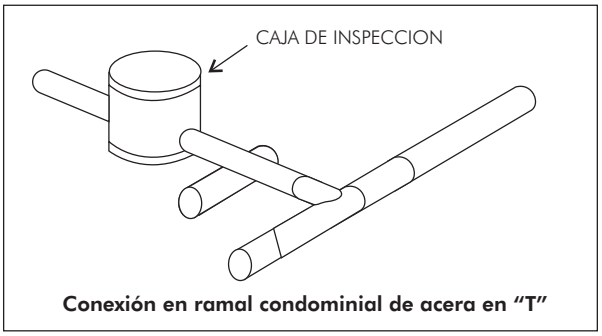
cada lote. Durante la obra ya se instala la tubería donde el usuario debe conectar la tubería de su conexión domiciliaria. De esta manera el usuario no necesitará trabajar directamente en la cámara, evitando su rotura.




**Conexión en ramal condominial interno**

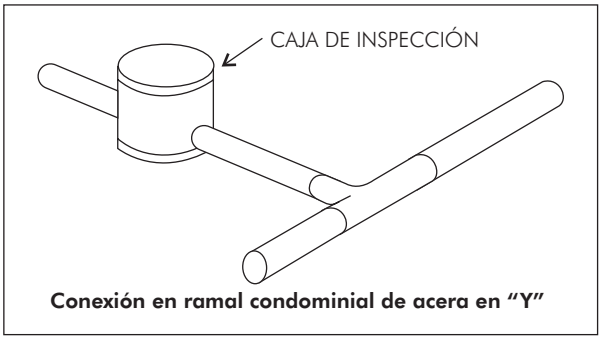
### 8.1.2 Conexión fuera del lote, en la acera:

Esta conexión también se ejecuta a través de una caja de inspección, con la diferencia que la caja se conecta al ramal por medio de una pequeña extensión de tubo. La caja de inspección se instala durante la construcción, ya conectada al ramal condominial. La conexión se puede ejecutar cuando el sistema entra en funcionamiento. La conexión de la caja de inspección interna con el ramal de acera se hace con el uso de una "T" o una "Y".




**Conexión en ramal condominial de acera en "T"**

La conexión en "Y" presenta la ventaja de tener una mejor condición hidráulica con relación a la "T". En Brasil hay una gran experiencia con la utilización de la conexión en "T", con buenos resultados operacionales. La "Y" posee generalmente un costo un poco más elevado comparado con la "T". En Brasil se procura evitar la instalación fuera del lote de la cámara de inspección de la conexión, puesto que estará en un lugar más protegido cuando está dentro del lote.




**Conexión en ramal condominial de acera en "Y"**

Cuando la conexión se hace después de la construcción del ramal, se puede utilizar una cachimba.

# 3. Implementación del sistema condominial

# 3. Implementación del sistema condominial

El sistema de Alcantarillado Condominial introduce un modelo de implantación que considera la participación de la comunidad en el proceso de decisión, interviniendo directamente en la definición de la ubicación física de las redes condominiales.

Este modelo cambia algunas de las actividades normalmente utilizadas en el sistema convencional e introduce otras no previstas en esos sistemas.

Las obras, la intervención social, la definición de la ubicación de las redes y, en consecuencia, la elaboración del diseño final del sistema, se realizan simultáneamente, requiriendo la presencia del personal técnico involucrado con estas actividades durante la realización de la implantación del sistema.

Considerando la optimización máxima del sistema de alcantarillado, en términos físico, económico y financiero, en este capítulo serán definidos los criterios recomendados en cada fase del proyecto y los pasos recomendados para la implementación del sistema condominial.

## 1. Diseño básico del sistema

En el sistema condominial el *diseño* del sistema se realiza en dos etapas distintas:

- **La primera etapa** constituye el ***diseño básico*** del sistema, que tiene el objetivo de establecer la solución técnica global de la obra, determinar los presupuestos correspondientes y establecer la especificación de los servicios.

- **La segunda etapa** es la elaboración del ***diseño final al detalle***, para la ejecución de la obra. En esta etapa se implementan en el diseño básico las modificaciones resultantes de la participación de la comunidad en la definición de la ubicación de los ramales condominiales. Como la decisión de los vecinos involucra el número, ubicación y profundidad de los ramales que cubren cada manzana, esta definición final de los ramales condominiales puede resultar en la necesidad eventual de adaptar el diseño básico de la red pública.

Para iniciar el proceso de implantación de un sistema condominial de alcantarillado es necesario contar con el diseño básico del sistema. El diseño básico contiene las informaciones necesarias que permiten la contratación de las obras de implantación del sistema en su totalidad, incluyendo las redes, unidades de bombeo y plantas de tratamiento. Es importante resaltar que, a pesar que el diseño básico del sistema define todos los parámetros necesarios para la contratación de las obras, este diseño podrá requerir algunas modificaciones durante la etapa de implantación.

Como normalmente las EPS o la institución responsable por la implementación del proyecto no tienen el personal y la estructura necesarios para la elaboración del diseño, es usual contratar estos servicios con terceros. La primera actividad necesaria para esa contratación es la preparación de los Términos de Referencia para los servicios, que deben contener los aspectos específicos a ser considerados en el diseño condominial, de forma que orienten al proyectista en los trabajos y productos que deben ser presentados.

El diseño básico de las redes y ramales condominiales no debe ser entendido como el diseño final al detalle del sistema, pero por lo menos el que permite contratar las obras. Esta característica permite que el nivel de detalle establecido en el diseño básico sea menor que lo exigido normalmente en un expediente técnico. Estos aspectos deben ser resaltados en los

Términos de Referencia para su contratación.

Además de los aspectos técnicos involucrados, los Términos de Referencia deben incluir los aspectos comerciales, administrativos y jurídicos relativos al contrato. Por tal motivo esa actividad debe ser conducida por técnicos con experiencia en ese tipo de servicio y, de ser posible, que participen en la supervisión del contrato y de sus productos. La contratación de un consultor puede ser necesaria para la elaboración de los Términos de Referencia.

## 1.1 SERVICIOS RELACIONADOS AL DISEÑO BÁSICO DE LAS REDES

Los Términos de Referencia deben incluir la solicitud de todos los productos necesarios a la perfecta caracterización del sistema, permitiendo la posterior contratación de las obras y servicios sociales previstos. Los principales productos que deben constar de los Términos de Referencia para el diseño básico del sistema condominial son:

| PRODUCTOS DEL DISEÑO BÁSICO |
|---|
| **Memoria Descriptiva del Sistema Propuesto** |
| **Planos de Ingeniería**<br>• Ramales condominiales, Escala 1:1000<br>• Red colectora, Escala 1:2000<br>• Cámaras de bombeo, Escala 1:100 y Escala 1 : 50<br>• Planta de tratamiento de Desagües, Escala 1:100 y Escala 1: 50 |
| **Memorias de cálculo** |
| **Especificación técnica de los materiales previstos** |
| **Detalles constructivos** |
| **Presupuestos de cada elsemento del sistema**<br>• Ramales Condominiales<br>• Red Pública<br>• Cámaras de Bombeo<br>• Plantas de Tratamiento |
| **Costos de Operación y Mantenimiento de cada elemento del sistema, divididos en:**<br>• Materiales<br>• Mano de obra<br>• Servicios de tercero<br>• Costos administrativos |

Para la elaboración de todos estos productos, los Términos de Referencia deben contener los elementos principales que caracterizan el sistema condominial, de forma que el diseño básico producido sea realmente un reflejo de lo que es el modelo condominial de alcantarillado, por ese motivo deben presentar no solamente los productos a elaborar, sino también los pasos necesarios a su elaboración. Los principales puntos que merecen atención por parte del Proyectista y que deben estar incluidos en los Términos de Referencia del diseño básico del sistema están referidos a continuación.

## 1.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

Antes de iniciar el diseño básico, el Proyectista debe conocer la realidad del área donde se va a construir el sistema. Varias informaciones deben ser evaluadas para una buena caracterización del área, del punto de vista físico y también social. Algunas de las informaciones que son consideradas importantes para el trabajo se presentan en los cuadros siguientes.

### 1.2.1 Caracterización física del área

| ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ÁREA |
|---|
| **Límites físicos del área**<br>Principalmente en áreas periurbanas, las lotizaciones muchas veces no están bien definidas, por ese motivo es importante verificar exactamente el área que el sistema va atender. Esta definición debe tomar en cuenta las características físicas, institucionales y sociales del área, para lograr que el proyecto se desarrolle en una situación de características homogéneas, que permita una única línea general de atención. Esta información se obtiene mediante encuestas a través del equipo de intervención de campo. |
| **Topografía del área**<br>Al igual que en cualquier otro sistema de alcantarillado, la topografía tiene importancia para el diseño de ingeniería y por esto todos los datos disponibles deben ser levantados. Para el diseño básico no es necesaria una topografía muy detallada, siendo suficiente un plano general con curvas de nivel de 5 en 5 m suficiente para su desarrollo. |
| **Identificación de áreas de drenaje - cuencas naturales**<br>Con los datos de la topografía y los límites físicos del área, se debe identificar las áreas naturales de drenaje, para respetar el drenaje natural de aguas en el trazado de las redes. |
| **Ocupación del área**<br>Es importante que el área de intervención cuente con ocupación de por lo menos el 70 al 80 %, lo que equivale aproximadamente a un mínimo de 60 – 65 hab./Ha. Eso se debe a que es importante y necesaria la consulta con los vecinos respecto al sistema, así mismo la forma de intervención de parte de la comunidad que esté interesada en los servicios. Una ocupación baja no permite la viabilidad económica del sistema. |

| ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ÁREA |
|---|
| **Identificación de las cuadras o manzanas**<br>La identificación de las manzanas en el área a intervenir tiene importancia tanto para la asignación de las tareas, como para la definición de los caudales de aporte en el diseño, principalmente de los colegios, hospitales, etc. y para determinar la forma de intervención y los grados de responsabilidad con respecto al sistema. |
| **Drenaje Pluvial**<br>Hay que resaltar que *el sistema condominial es un sistema separador absoluto*, por lo que la solución del drenaje pluvial debe ser encarada de diferente manera por la Institución encargada. |
| **Servicios existentes**<br>Para evitar la interferencia con tuberías, cables, ductos o galerías existentes, el proyectista debe conocer el catastro de todos los servicios públicos en el área. |

### 1.2.2 Caracterización social del área [2]

| ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA CARACTERIZACIÓN SOCIAL DEL ÁREA |
|---|
| **Nivel general de ingresos**<br>El conocimiento del nivel general de ingresos es necesario para poder evaluar la capacidad de pago de la comunidad y verificar la viabilidad económica del sistema, incluyendo la necesidad de subsidios. |
| **Nivel cultural general**<br>El nivel cultural general debe ser bien comprendido, ya que los trabajos sociales que se desarrollarán deberán tomar en cuenta la cultura local. Esto incluye no solamente los principales puntos que deberán ser adoptados en el trabajo, sino también el nivel de detalle y el lenguaje a utilizar. |
| **Hábitos higiénicos**<br>Son importantes para conocer la demanda por los servicios, y también para definir el programa de educación sanitaria y el trabajo social como un todo. |
| **Consumo real del agua**<br>Es importante para la definición de los parámetros en el diseño del sistema. |

[2] Ref.: Guía de Procedimientos – Sistemas Condominiales de Alcantarillado Sanitario – Programa PAS

| ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA CARACTERIZACIÓN SOCIAL DEL ÁREA |
| --- |
| **Procedimientos actuales de saneamiento**<br>Junto con los hábitos higiénicos, esta información es importante para la definición de la intervención de educación sanitaria en el área, apoyando también la evaluación de la demanda efectiva por los servicios que se quiere ofrecer. |
| **Potencial para la participación social**<br>Procura evaluar el nivel de participación que se puede esperar de la comunidad, orientando toda la definición del proyecto social para el área. |
| **Voluntad de pago por el servicio de saneamiento**<br>Esa información se utiliza para verificar si la comunidad realmente considera el servicio como prioridad. |
| **Población a ser atendida en el horizonte del proyecto**<br>Entender la dinámica de crecimiento de la población es muy importante para determinar la población que el sistema va atender en la etapa final de proyecto y deberá ser definida en base a las características locales. |
| **Usuarios no domésticos**<br>Su definición y ubicación son importantes principalmente para el diseño del sistema; los caudales y concentraciones producidas de locales comerciales, industrias, u otros contribuyentes deben ser evaluados. |

## 1.3 DISEÑO BÁSICO

Como antes mencionado, el nivel de detalles que se requiere en el diseño básico es menor que el tradicionalmente requerido para los expedientes técnicos de los proyectos convencionales. La topografía es más simple que la tradicionalmente elaborada para los expedientes técnicos. Un plano del área con curvas de nivel cada 5 metros puede ser considerado suficiente para la concepción general del proyecto y el trazado de las redes. En caso necesario, el diseño básico puede requerir una topografía complementaria; normalmente es suficiente la determinación de los niveles de cada esquina de las manzanas, que se va atender.

La topografía detallada del área, que será utilizada durante la definición final de los ramales y de las redes públicas, será elaborada luego de la decisión final de ubicación de los ramales, durante las obras de implantación del sistema, y será la utilizada en la obra.

### 1.3.1 Trazado preliminar de los ramales condominiales

En el diseño básico, la definición de los ramales condominiales se realiza en base a las características indicadas a continuación:

| ELEMENTOS UTILIZADOS PARA DEFINICIÓN DE LOS RAMALES CONDOMINIALES EN EL DISEÑO BÁSICO |
|---|
| **Ubicación esperada**<br>Normalmente se adopta la opción de aceras, que implica en la mayor extensión. La ubicación debe tomar en cuenta la topografía del área. |
| **Profundidad promedia esperada**<br>Debe ser adoptada de acuerdo a la condición topográfica general del área y las profundidades mínimas recomendadas. |
| **Número y tipo de elementos de inspección**<br>Se establece de acuerdo a la ubicación prevista para los ramales y al número de viviendas. |
| **Diámetro de la tubería**<br>Se establece de acuerdo al número de viviendas que cada ramal va a atender. Normalmente el diámetro del ramal es de 100 mm. |

Estas definiciones permiten estimar las cantidades requeridas de tuberías, elementos de inspección y servicios involucrados en la ejecución de los ramales, necesarias para calcular el presupuesto de la obra.

El proyectista debe considerar que si no hay una tradición de implantación de sistemas condominiales en el área y no se sabe exactamente cuál será el nivel de participación de la comunidad, el diseño básico deberá preveer que todos los ramales serán de acera y construidos sin el aporte del trabajo comunal. Esta solución es la que mayor seguridad ofrece al presupuesto de la obra.

### 1.3.2 Diseño básico de las redes públicas

La misma metodología puede ser utilizada para la definición de las redes públicas, las que tienen su ubicación y profundidad calculada en función a la ubicación y profundidad esperada para los ramales condominiales previstos.

El cálculo hidráulico correspondiente a las redes públicas se realiza de la misma forma que para los sistemas convencionales. En el sistema condominial, las únicas diferencias están relacionadas a la ubicación de las redes y a los elementos de inspección.

En el sistema condominial se debe orientar a ubicar las redes públicas en áreas más protegidas del tráfico de vehículos, de ser posible, en las aceras, áreas verdes, parques y otras áreas menos expuestas. Por otro lado, se procura disminuir a un mínimo la cantidad de elementos de inspección requeridos.

Todos estos aspectos deben estar claramente indicados en los Términos de Referencia para la contratación del diseño, para que el proyectista incorpore estos aspectos en su trabajo.

## 1.4 PRESUPUESTOS

El presupuesto para la implantación de las redes

condominiales debe incluir todos los elementos necesarios para cada servicio y los metrados considerados para la construcción del sistema, ***incluyendo los trabajos de promoción social previstos.***

El presupuesto debe ser dividido en tres componentes: 1) para los ramales condominiales; 2) para las redes públicas y 3) para la Intervención Social.

Cada componente debe contemplar los materiales y los servicios previstos.

### 1.4.1 Presupuesto para los ramales condominiales

El presupuesto de los ramales condominiales se elaborará con base en los metrados de sus componentes. A continuación se presentan los criterios para la elaboración del presupuesto de los ramales condominiales:

| CONSIDERACIONES PARA LOS PRESUPUESTOS DE LOS RAMALES CONDOMINIALES |
|---|
| **Longitud de los Ramales**<br>En el diseño básico normalmente se adopta la opción de aceras, la que resulta en mayor extensión para los ramales. Para esta opción, la extensión total es la resultante de la extensión de los ramales y de las conexiones hasta el interior del lote. La extensión va a determinar no solamente la cantidad de tuberías necesarias para la obra si no también de los diversos servicios relacionados, tales como el trazado, replanteo, instalación, catastro, etc. |
| **Profundidad de los Ramales**<br>La profundidad de los ramales va a determinar los volúmenes de excavación y relleno de las zanjas. La profundidad es función de la profundidad de arranque de los ramales y de la topografía del terreno. Normalmente se considera la excavación manual para un gran porcentaje de las zanjas. |
| **Cámaras de Inspección**<br>Para calcular el número de cámaras de inspección en los ramales de acera se puede adoptar el criterio de una caja de inspección de 40 cm de diámetro para cada conexión, adicionalmente una cámara de 60 cm de diámetro para cada 60 m de ramal. |

Un ejemplo de presupuesto que se deberá exigir para los ramales condominiales se presenta a continuación:

| DETERMINACIÓN COSTO ESTIMADO PARA RAMALES CONDOMINIALES – EJEMPLO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **SERVICIOS** | **Unidad** | **Cantidad** | **Costo Unitario** | **Costos de Servicios** |
| Trazado | M | 120,00 | 0,79 | 213,30 |
| Replanteo | M | 120,00 | 0,23 | 62,10 |
| Excavación 1ª | M3 | 33,75 | 4,48 | 419,58 |
| Excavación 2ª | M3 | 11,25 | 6,28 | 195,90 |
| Nivelación | M | 120,00 | 0,50 | 133,65 |
| Cama de apoyo | M2 | 60,00 | 0,43 | 57,38 |
| Recubrimiento de arena | M3 | 3,00 | 17,96 | 121,20 |
| Relleno | M3 | 45,00 | 3,22 | 401,47 |
| Instalación de Tubería | M | 112,00 | 0,25 | 63,50 |
| Instalación accesorio Tee | Un | 12,00 | 0,93 | 13,02 |

| **MATERIALES** | **Unidad** | **Cantidad** | **Costo Unitario** | **Costos de Servicios** |
|---|---|---|---|---|
| CI 0,4m | Un | 20,00 | 29,09 | 581,80 |
| CI 0,6m | Un | 6,00 | 86,79 | 520,71 |
| Tubo PVC 100 mm | M | 112,00 | 2,81 | 713,74 |
| Tee PVC 100 mm | Un | 12,00 | 5,15 | 72,03 |

### 1.4.2 Presupuesto para las redes públicas

El presupuesto para las redes públicas deberá ser elaborado según la previsión de longitud, profundidad y diámetro de las tuberías y el número y tipos de cámaras de inspección previstas. Para elaborar el presupuesto de las redes públicas es necesario realizar el cálculo hidráulico de las tuberías. Las cantidades de los servicios y materiales previstos deberán ser obtenidos del cálculo hidráulico detallado del sistema, resultado de la determinación del diámetro y profundidad para cada tramo de la tubería. Lo mismo ocurre para las cámaras de inspección, que deberán ser consideradas individualmente, de acuerdo a su tipo y profundidad.

Un ejemplo de presupuesto exigido para las redes públicas es presentado a continuación.

| EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DEL COSTO ESTIMADO PARA LAS REDES PÚBLICAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **SERVICIOS** | **Unidad** | **Cantidad** | **Costo Unitario** | **Costos de Servicios** |
| Trazado | M | 120,00 | 0,79 | 213,30 |
| Replanteo | M | 120,00 | 0,23 | 62,10 |
| Excavación 1ª | M3 | 33,75 | 4,48 | 419,58 |
| Excavación 2ª | M3 | 11,25 | 6,28 | 195,90 |
| Nivelación | M | 120,00 | 0,50 | 133,65 |
| Cama de apoyo | M2 | 60,00 | 0,43 | 57,38 |
| Recubrimiento de arena | M3 | 3,00 | 17,96 | 121,20 |
| Relleno | M3 | 45,00 | 3,22 | 401,47 |
| Instalación de Tubería | M | 112,00 | 0,25 | 63,50 |
| Instalación accesorio Tee | Un | 12,00 | 0,93 | 13,02 |
| **MATERIALES** | **Unidad** | **Cantidad** | **Costo Unitario** | **Costos de Servicios** |
| Base para CI 1,20 m | Un | 3,00 | 85,00 | 255,00 |
| Cuerpo para CI 1,20 m | Un | 5,00 | 170,00 | 850,00 |
| Tapas de 0,60m | Un | 3,00 | 40,00 | 120,00 |
| Cuerpo para CI 0,60 m | Un | 6,00 | 25,00 | 150,00 |
| Tubo PVC 100 mm | M | 112,00 | 2,81 | 713,74 |
| Tubo PVC 200 mm | M | 50,00 | 4,50 | 225,00 |

### 1.4.3 Presupuesto de la intervención social

El presupuesto para la Intervención Social deberá ser elaborado según la previsión de los servicios que se pretende implementar en esta etapa de los trabajos. En los Términos de Referencia se deberá incluir la solicitud de los costos de personal, de materiales para la promoción, divulgación y alquiler de equipos e instalaciones necesarios para los servicios.

| EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DEL COSTO ESTIMADO PARA LA INTERVENCIÓN SOCIAL | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **SERVICIOS** | **Unidad** | **Cantidad** | **Costo Unitario** | **Costos de Servicios** |
| Personal técnico, nivel medio | Días | 60 | 35 | 2.100,00 |
| Personal técnico, nivel superior | Días | 5 | 105 | 525,00 |
| Carpetas | Global | 1 | 25 | 25,00 |
| Texto educativo | Unid | 1.000 | 7,00 | 7.000,00 |
| Alquiler de televisión y videos | Meses | 5 | 250,00 | 1.250,00 |
| Elaboración de video educativo | Global | 1 | 10.000,00 | 10.000,00 |

Los Términos de Referencia del diseño básico indicarán que los precios utilizados para la elaboración de los presupuestos de obras y servicios deben ser locales, obtenidos a través de cotizaciones.

## 1.5 ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES Y SERVICIOS

### 1.5.1 Materiales

Las tuberías normalmente utilizadas en los sistemas condominiales son de PVC, con espesor de pared mínimo 3,5 mm, siguiendo las recomendaciones de las Normas Técnicas para este tipo de material. El diseño básico deberá mencionar el tipo de tuberías y las normas aplicables que deben ser atendidas.

Los elementos de inspección que más se utilizan en los sistemas condominiales son las cámaras de inspección pre-fabricadas en concreto. El proyecto básico debe presentar todos los tipos de cámaras previstos y su especificación, incluyendo dimensiones, revestimientos y resistencia estructural deseada. Cuando se emplean elementos en PVC se debe indicar las Normas aplicables existentes, el espesor mínimo de pared y la resistencia mecánica prevista.

### 1.5.2 Servicios

Los servicios relativos al sistema condominial pueden ser divididos en dos tipos: los servicios relacionados a las obras previstas y los servicios relacionados a la promoción social con la comunidad. Los Términos de Referencia deberán solicitar las especificaciones de los dos tipos de servicios previstos.

La especificación de los servicios relacionados a las obras es prácticamente la misma que se utiliza en los sistemas convencionales, incluyendo las especificaciones para las excavaciones, asentamiento de tuberías, de rellenos, de elementos de inspección, etc. La especificación de los trabajos de Promoción Social debe incluir todos los servicios previstos, en las diversas fases y tareas.

# 2. Planeamiento y contratación de las obras y trabajos de promoción social

Esta etapa define la forma de implementación del proyecto, incluyendo la definición de que servicios serán delegados a terceros y cuales serán realizados con personal propio. Para los servicios contratados con terceros, se debe especificar que tipos de contratos se utilizarán y los montos y plazos previstos. Esto incluye las acciones necesarias para la implementación de las obras, promoción social y los procedimientos administrativos involucrados.

Esta etapa es muy importante para la definición de como se va a implementar el sistema, puesto que, cuando se inicien las obras, el seguimiento del proyecto se hará de acuerdo a las definiciones establecidas en su planeamiento.

Las principales decisiones previstas en esta etapa se describen a continuación.

## 2.1 CONTRATO DE OBRAS – REDES

Los contratos de ejecución de redes en sistemas condominiales tienen una característica muy importante que es la mayor flexibilidad requerida para la implantación, tanto para los metrados como para los plazos de las obras. En el sistema condominial, la participación de la comunidad en la definición final de la ubicación de los ramales puede afectar los metrados estimados en la medida que la ubicación, la profundidad y número de ramales condominiales en cada manzana puede resultar diferente de lo estimado en el diseño básico.

Si por un lado los metrados en el aspecto global de la obra tienden a aproximarse a los valores medios previstos, durante la obra pueden ocurrir variaciones que deben ser aceptadas por el Contratista. De esa manera se recomienda que el contrato para la ejecución de obras condominiales sea en la modalidad de precios unitarios. Los servicios deben ser pagados por la medición de los servicios efectivamente ejecutados.

Los presupuestos de las obras deben contemplar las cantidades promedio esperadas de todos los materiales y servicios que pueden ser necesarios en las obras. La conducción de las obras debe ser adaptada a esta situación, donde el Contratista acompaña los servicios en tiempo real, sin mantener stock excesivo de materiales, más bien acompañando la demanda generada por la obra. Ese seguimiento es muy fácil de ser realizado ya que los materiales involucrados en ese tipo de obra no son diversos, limitándose a las tuberías y elementos de inspección.

Por otro lado lo mismo ocurre con la duración prevista para el contrato. El Contratista debe estar de acuerdo que la duración de la obra, y principalmente su ritmo de desarrollo, podrán variar de acuerdo al nivel de participación de la comunidad en el proceso. Para esto se recomienda que el Contratista mantenga un equipo de personal permanente lo más pequeño posible y cuente con equipos variables de terceros para seguir el ritmo de las obras, trabajando apenas según la demanda del servicio.

A pesar de la dificultad que, a primera vista, esa metodología parece contener, en la práctica resulta muy fácil de implementarse, luego de una mínima experiencia con el sistema.

Otro factor que afecta el Contrato de las obras es la posibilidad de que los vecinos asuman parte de la construcción de los ramales condominiales a través de

trabajo comunal. El nivel de participación debe ser estimado de la manera más precisa posible en el diseño del sistema, mediante las encuestas y trabajos sociales previstos. En la contratación de las obras, la entidad responsable deberá decidir cuál será el grado de participación de la comunidad, manteniendo siempre un margen de seguridad con relación a los metrados.

En el contrato para la ejecución de las redes se debe destacar que los metrados previstos pueden cambiar según el nivel de participación de los vecinos. Por este motivo se recomienda la contratación de los ramales condominiales junto con las redes públicas, para minimizar la proporción del contrato susceptible a ese tipo de cambios. Cuando el Contratista asume tanto las redes condominiales como las públicas, hay una adaptación natural a la secuencia de las obras, ya que la construcción de las redes públicas podrá iniciarse con el diseño final de ingeniería detallada, luego del diseño final de los ramales condominiales.

Todos estos aspectos deben ser resaltados en el contrato, para evitar demandas futuras contra la EPS.

## 2.2 CONTRATO DE OBRAS - CÁMARAS DE BOMBEO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESAGÜE

La contratación de las unidades operacionales del sistema de alcantarillado puede ser implementada de la forma tradicional como en los sistemas convencionales.

## 2.3 CONTRATO PARA COMPRA DE MATERIALES

La compra de materiales para las redes de sistemas condominiales debe ejecutarse en estrecha relación

con la conducción de las obras. Cuando el suministro de los materiales está a cargo del Contratista, las cantidades pueden ser definidas durante las obras, de acuerdo a la demanda del diseño definitivo. Cuando la EPS realiza la compra, antes del inicio de los servicios, los metrados de las tuberías y elementos de inspección deben ser obtenidos del diseño básico del sistema, considerando un margen de seguridad para cada ítem. En caso de utilización de elementos de inspección de concreto pre-fabricado, normalmente su producción ocurre durante la obra, conforme al desarrollo de la demanda efectiva de la obra.

Las especificaciones para la compra de los materiales de las redes deberán estar bien detalladas, de acuerdo a las normas vigentes, incluyendo la realización de pruebas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones.

Especial atención debe ser dirigida a los plazos establecidos, para evitar retrasos en el desarrollo de las obras por falta de materiales.

## 2.4 CONTRATO DE SERVICIOS – PROMOCIÓN SOCIAL

Los trabajos de promoción social involucrados en la implantación de sistemas condominiales tienen una importancia fundamental en el éxito del proyecto y deben ser dirigidos por personal capacitado y con experiencia en ese tipo de servicios. El trabajo con la comunidad demanda mucho de los profesionales involucrados, tanto en capacidad como disponibilidad, ya que en la mayoría de las situaciones las reuniones de trabajo deben realizarse en las noches o los fines de semana.

El pago por estos servicios debe basarse en una combinación entre la modalidad de precios unitarios por servicios realizados o metas alcanzadas y una remuneración por tiempo empleado. Un contrato con remuneración solo por tiempo empleado no es viable por la falta de estímulo para la conclusión de las tareas involucradas, lo que es muy fácil de ocurrir. Por otro lado, el pago apenas por producto realizado puede ser también poco viable por la dinámica propia de la actividad, que no tiene plazos ni tampoco una forma definida de practicarse. Debido a esas características, es muy difícil contar con personal propio para desempeñar esta tarea y normalmente se contratan terceros para su ejecución. El contrato debe prever todas las actividades y materiales involucrados con el trabajo, debiéndose definir claramente las funciones que serán desempeñadas por el contratista.

Los trabajos de promoción social a desarrollar, relacionados a continuación, están presentados con más detalles en el documento "Propuesta de Intervención Social en Sistemas Condominiales de Alcantarillado Sanitario":

- Divulgación general del Proyecto - Incluye gastos con difusión en radio y en televisión, materiales de divulgación y promoción, alquiler de áreas para eventos, etc., de acuerdo a lo establecido para esta etapa.
- Servicios técnicos (de ingeniería) junto a la comunidad - Incluye los levantamientos topográficos y de ocupación de los lotes, diseño definitivo de los ramales condominiales, asistencia técnica y capacitación en caso de auto construcción de los ramales, capacitación para el mantenimiento, etc.
- Servicios sociales junto a la comunidad - Incluye las reuniones con los vecinos para la promoción social (presentación del Proyecto, discusión de las opciones de los ramales, evaluación de la obra), de educación sanitaria, etc., según lo que se pretende con el Proyecto.

Como los trabajos de promoción social son los que van a permitir el diseño definitivo de las redes, estos trabajos deben empezar con la anticipación necesaria con relación a las obras, garantizando la disponibilidad de una cantidad de ramales y tramos de red definidos detalladamente para la ejecución al inicio de la obra. La anticipación no puede ser muy larga ya que no se recomienda demorar mucho tiempo entre la opción de los vecinos y el inicio de las obras. Esa demora representa un riesgo de que los vecinos cambien de opinión y que se necesite un nuevo proceso de negociación. El trabajo social generalmente deberá empezar un mes antes del inicio de las obras.

## 2.5 CONTRATO DE SERVICIOS - SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS

Como las obras de las redes condominiales generalmente se ejecutan en la modalidad de precios unitarios, su seguimiento es una tarea que demanda bastante trabajo, ya que todos los servicios ejecutados deben ser controlados tanto en cuanto a calidad como en cantidad. Esa actividad demanda un buen equipo de supervisión, que tenga el conocimiento de los servicios que deben ser ejecutados y de las con-

diciones para su pago. Ese servicio deberá ser contratado a terceros cuando la EPS responsable por el sistema no disponga de personal propio para su ejecución.

### 2.6 ESTRUCTURA DEL SEGUIMIENTO DE LAS OBRAS

La EPS responsable por la implantación del sistema debe tener una buena estructura para el seguimiento del Proyecto, para gerenciar todas las actividades y contratos previstos. En caso que la EPS no disponga de personal propio, es posible la contratación de servicios de terceros para estas actividades. El seguimiento del proyecto involucra desde la supervisión técnica, financiera y administrativa de los diversos contratos previstos, hasta la ejecución de todos procedimientos establecidos en el contrato de financiamiento del proyecto, que incluyen informes de avance, control físico financiero, etc.

# 3. Implementación del proyecto en el campo

## 3.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

### 3.1.1 El abordaje interdisciplinario

Para llevar adelante la construcción de un sistema condominial de alcantarillado es importante contar con un equipo de profesionales de distinta formación académica (trabajadores sociales, sociólogos, educadores, topógrafos, ingenieros, constructores civiles, etc.), quienes deben aportar con sus conocimientos y experiencias para la implantación del sistema condominial. Estos profesionales, además, deben tener predisposición para realizar el trabajo en equipos multi-disciplinarios. Para lograr el objetivo es importante realizar una adecuada capacitación al equipo de trabajo y proporcionarles toda la información concerniente a la metodología de implantación del sistema condominial.

### 3.1.2 La metodología constructivista

La metodología asumida para la implantación del sistema condominial de alcantarillado se enmarca en el enfoque pedagógico constructivista que incentiva la participación de los vecinos para la solución de los problemas de alcantarillado. A partir de este enfoque se va construyendo un nuevo conocimiento por parte de los usuarios sobre los aspectos de saneamiento, ese manejo del conocimiento permitiendo la búsqueda de soluciones más económicas, la utilización de tecnologías adecuadas, la elección más apropiada de las diversas opciones técnicas, la modalidad de participación de los usuarios en la construcción, operación y el mantenimiento de los sistemas, con pleno conocimiento de los derechos y responsabilidades que esto conlleva.

### 3.1.3 La demanda informada

El enfoque basado en la demanda informada permite que los usuarios, desde el inicio del proyecto, tengan conocimiento de todos los aspectos referidos al sistema condominial. Para poder transferir estos conocimientos se deben utilizar técnicas participativas que permitan informar a los usuarios de manera clara, sencilla y veraz todos los aspectos referidos al sistema condominial: metodología de implantación del sistema condominial, opciones técnicas, costos de cada una de las alternativas, modalidades de participación

de los usuarios con gestión compartida, con gestión parcial o sin gestión. Este manejo del conocimiento logra que los usuarios asuman tanto derechos como obligaciones en la implantación del sistema, desde la aceptación del sistema en forma libre y voluntaria, el diseño del mismo, la ejecución de obras, la utilización, hasta la evaluación del sistema.

### 3.1.4 Voluntad de pago por el servicio de saneamiento

La voluntad de pago por los servicios surge de la demanda de los usuarios respecto al alcantarillado y del conocimiento sobre los diferentes costos que tienen cada una de las opciones que presenta el sistema. Por ese motivo es fundamental que los usuarios estén muy bien informados sobre las alternativas que le ofrece el sistema condominial.

### 3.1.5 Potencial para la participación de la comunidad

Es importante contar con información sobre la organización de los usuarios, esta información permitirá realizar un trabajo coordinado con estas organizaciones, respetando sus modalidades organizativas así como sus mandos de dirección, aspecto que dará mayor sostenibilidad al sistema. Esta información puede ser obtenida fácilmente realizando una visita a la zona y con entrevistas a algunas personas.

| Los principios del sistema condominial |
|---|
| La participación de la comunidad puede permitir menores costos de implantación y promover la mejor utilización del sistema, lo que significa que la apropiación del proyecto por parte de la comunidad va a permitir que la misma asuma sus derechos y deberes respecto al sistema. |
| La solución técnica debe ser el resultado de un proceso de decisión participativo donde los protagonistas sean los pobladores. Por lo tanto, el proceso de implantación debe realizarse dentro de un marco de sinceridad y claridad, permitiendo que la comunidad usuaria maneje el conocimiento sobre el sistema desde la decisión, la construcción hasta la operación y el mantenimiento y en base a éste lograr acuerdos para soluciones comunitarias. |
| Los usuarios deben ser los principales beneficiarios de las ventajas que el sistema condominial ofrece. Los beneficios que genera la modalidad de implantación del sistema condominial deben traducirse en la reducción del costo de conexión, así como en la posibilidad de tarifas diferenciadas de acuerdo a las modalidades de participación de la comunidad, tanto en la construcción como en el mantenimiento del sistema. |

## 3.2 ELEMENTOS DEL TRABAJO

### 3.2.1 El equipo de campo

El primer paso de la implementación del Proyecto es la definición, con la participación de los beneficiarios, del trazado final de los ramales condominiales, dentro de las alternativas ofertadas por la EPS. A partir de ahí se elaborará el diseño definitivo de los ramales, para lo cuál se necesitará el catastro técnico del área, con información de cada vivienda sobre la ubicación de las instalaciones intradomiciliarias, y del futuro posicionamiento de la conexión domiciliaria y niveles del ramal. Para realizar los trabajos de campo, se procederá a la organización de los equipos de tra-

bajo, cada uno estará compuesto por un técnico del área de ingeniería y un técnico del área social, quienes deben trabajar en forma conjunta integrando sus conocimientos en todo el proceso de implantación del sistema de alcantarillado.

Esta forma compartida de trabajo permitirá motivar la participación de los usuarios en la selección de la opción técnica y en la decisión de la participación comunitaria en la construcción de las obras o mantenimiento del sistema, garantizando su sostenibilidad.

### 3.2.2 Carga y organización del trabajo

La asignación de la carga de trabajo a cada uno de los equipos de campo, se realiza sobre la base de los datos logrados en la encuesta de caracterización socio-económica de la zona, que permiten conocer el número de lotes existentes en cada manzana, los lotes ocupados, desocupados y vacíos, así como el número de familias y personas que habitan cada manzana y cada zona. Sobre la base de esta información se asignará a cada equipo un número determinado de manzanas y familias. La experiencia indica que un equipo puede realizar la intervención en 8 a 10 manzanas por mes, desarrollando actividades con 180 familias aproximadamente. Con estas familias el equipo de campo realiza actividades intensas durante los seis meses que dura la implantación del sistema de alcantarillado.

### 3.2.3 Caracterización social del área

La caracterización se debe realizar a través de encuestas para obtención de datos catastrales en todos los lotes de la zona elegida y sobre hábitos de higiene. La aplicación de esas encuestas permitirá obtener la información básica tanto sobre aspectos sociales como topográficos. La encuesta catastral proporcio-

na información sobre: el nombre del propietario, número de personas que habitan la vivienda, si la vivienda cuenta con instalaciones sanitarias intradomiciliarias, así mismo conocer la situación física y topográfica de la zona, información que se constituye en insumo fundamental para la elaboración del diseño preliminar.

La encuesta sobre hábitos de higiene proporciona información sobre las costumbres de los usuarios respecto al uso real del agua, la disposición final de excretas y de aguas servidas, y los hábitos que tienen los usuarios respecto a su higiene personal. Toda esta información debe ser utilizada en la elaboración de la metodología de implantación del sistema y de su seguimiento.

### 3.2.4 Material de divulgación

El material utilizado para la transferencia de conocimiento debe ser simple y didáctico de tal manera que apoye a los usuarios para contar con información

adecuada y precisa. Para la elaboración de este material se debe considerar las características socioeconómicas y culturales de la población.

### 3.2.5 Técnicas de información

Las técnicas de información deben estar acordes a la realidad socio-económica de los usuarios. Es importante respetar las propias modalidades de divulgación que tienen los usuarios, tales como reuniones, asambleas generales, reuniones por manzanas, etc., con las cuales ya están familiarizados y a partir de ahí transferir el conocimiento.

## 3.3 DIVULGACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

Los usuarios deben tener todo el conocimiento respecto al sistema condominial, tanto de la parte técnica, o sea, de las opciones técnicas y sus costos, como sobre las diferentes modalidades de participación de los usuarios en la implantación del sistema. Ese manejo de conocimiento permitirá a los usuarios tomar las decisiones adecuadas en forma conjunta y consensuada, evitando conflictos posteriores. Estos acuerdos deben estar escritos en forma detallada en estatutos y reglamentos internos del condominio.

El equipo técnico social de intervención es el encargado de presentar en las manzanas las alternativas más apropiadas (diseño preliminar) para la solución del alcantarillado en la manzana respectiva, tales como:

- Opciones técnicas
- Precios de conexión diferenciados por alternativa
- Modalidad de trabajo para implantación y gestión (con gestión compartida; sin gestión compartida: con gestión parcial).

## 3.4 AJUSTE DEL DISEÑO PRELIMINAR Y ACUERDOS

### 3.4.1 Presentación y elección de la opción técnica

En una reunión organizada por manzana se realiza la presentación del sistema condominial, donde el equipo de campo informa nuevamente sobre el contenido del proyecto, sus beneficios, el tipo de sistema (separador), las opciones técnicas para el trazado del ramal y los respectivos costos de conexión y responsabilidades asociadas, las alternativas de formas de trabajo comunal y las posibles formas de pago de la conexión.

Al final de esa reunión se espera que los vecinos lleguen a un acuerdo sobre la alternativa de trazado del ramal condominial a adoptarse para la manzana, firmando un Término de Adhesión al sistema. También se elegirá en esa reunión un delegado de la manzana, quien estará a cargo de difundir las informaciones recibidas a los vecinos ausentes en la reunión, explicarles los acuerdos y recolectar sus firmas en el Término de Adhesión. En algunos casos será necesario repetir la reunión por falta de acuerdo o por falta de quórum.

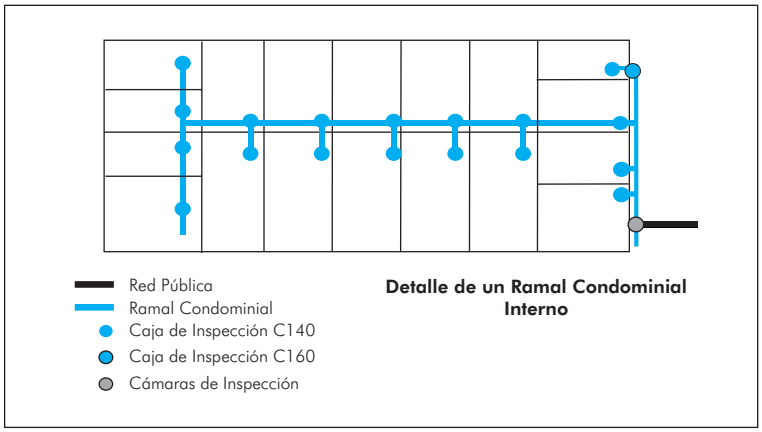
### 3.4.2 Opciones técnicas de los ramales

Dependiendo de la topografía que presenta el área a intervenir, se ofrece a los vecinos las opciones más factibles tanto técnicas como económicas, trazando geométricamente los ramales con longitudes óptimas.

Existen cuatro tipos de ramales condominiales como se describe a continuación:

- **Ramal por el fondo de los lotes**

Cuando el ramal condominial pasa por el fondo del lote, recorre las áreas internas libres disponibles en la parte colindante entre dos lotes, buscando en lo posible la descarga de ambos lados de los predios de una manzana con un único ramal. Esta solución es posible donde existe espacio libre en el fondo del lote suficiente para el tendido de la tubería. La construcción y/o instalación de la cámara de inspección sirve de punto de descarga de ambos lotes.

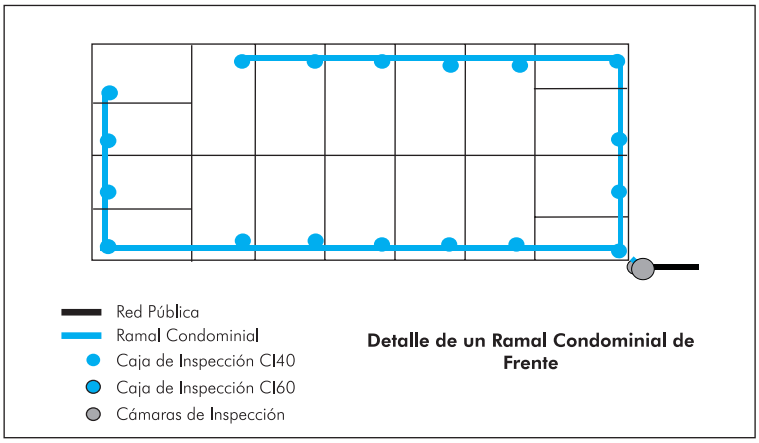



**Detalle de un Ramal Condominial Interno**

Esta opción constituye la solución más económica cuando se compara a las demás alternativas, sin embargo, la experiencia en otros países ha demostrado que es la alternativa que más problemas trae con el transcurso del tiempo, por dificultades de mantenimiento o necesidad de reubicación del ramal por aumento de las áreas construidas de las viviendas, por ese motivo, en lo posible, deberá ser evitada.

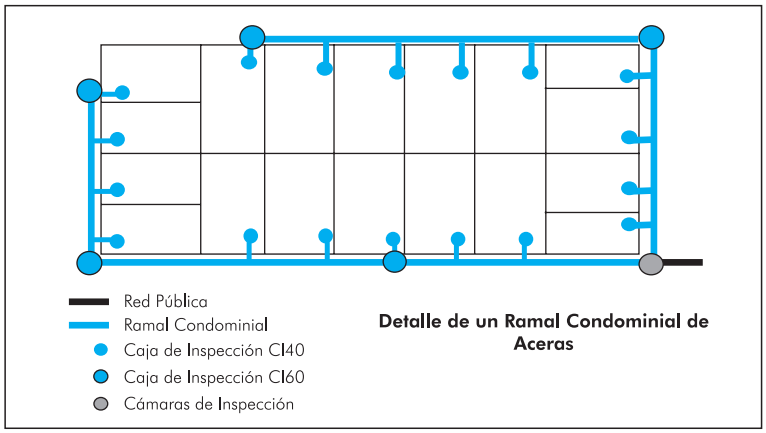
- **Ramal por el frente de los lotes**

En esta alternativa el ramal condominial está ubicado dentro del lote, recorriendo los espacios libres. En ese caso son necesarios dos ramales, uno para atender cada lado de la manzana.




**Detalle de un Ramal Condominial de Frente**

Esta opción es recomendable para manzanas residenciales cuyas construcciones mantienen un **área libre de frente** a la vía pública. Esta alternativa es algo más costosa que la del ramal por el fondo de los lotes, debido a la mayor longitud de tubería empleada. Estos ramales, por su ubicación, están protegidos del tráfico vehicular, lo que permite el uso de profundidades mínimas.

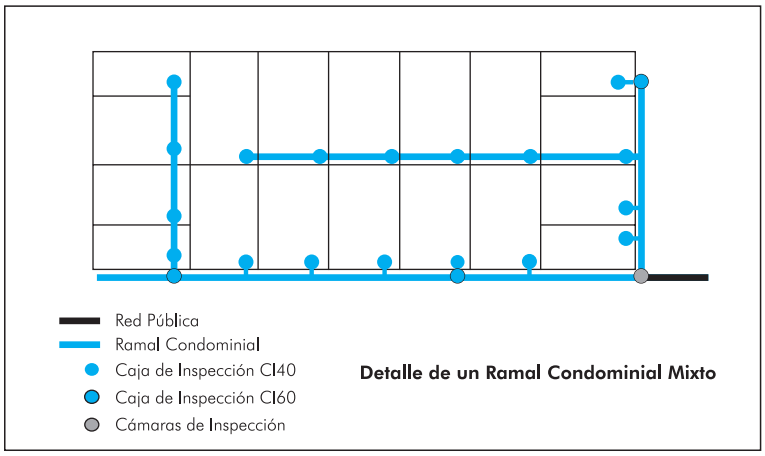



**Detalle de un Ramal Condominial de Aceras**

- **Ramal por las aceras**

En esta alternativa el ramal condominial pasa fuera del lote, ubicado en la acera frente a la vivienda, a una distancia aproximada a 0,65 - 0,80 m de la línea de fachada o límite de propiedad de las viviendas, por ambos lados de la manzana.

Esta opción representa el patrón más sofisticado de atención del sistema condominial y la solución de mayor costo para el usuario.




**Detalle de un Ramal Condominial Mixto**

- **Ramal mixto**

Cuando el ramal condominial resulta ser una combinación de las tres alternativas anteriores en función de la exigencia topográfica, se tiene el ramal mixto; estos casos generalmente se dan en laderas. La organización de los condominios y la concepción de los ramales se efectúan con la misma filosofía. En estos casos es probable que la singularidad local requiera una única solución de trazado para el ramal condominial.

### 3.4.3 Replanteo del catastro de las viviendas e instalaciones intradomiciliarias existentes

Dependiendo de la opción seleccionada por los usuarios de la manzana, se realiza o no el replanteo del catastro de las viviendas para la definición del punto de la conexión intradomiciliaria en el ramal, así mismo definir sus cotas iniciales. Conjuntamente con esa actividad se da inicio a las intervenciones de educación sanitaria y ambiental, con énfasis a la importancia del buen uso del sistema.

### 3.4.4 Actualización del levantamiento topográfico

Definido y ajustado el trazado geométrico del ramal, inmediatamente se realiza la nivelación topográfica sobre la ubicación de las cajas de registro y cámaras de inspección condominiales. No se debe olvidar los desniveles requeridos respecto a los módulos sanitarios.

La información de los trazados geométricos y cotas de los ramales debe ser procesada y transferida a planos esquemáticos para cada condominio o por cada manzana.

## 3.5 CAPACITACIÓN PARA LAS OBRAS

Cuando se selecciona la modalidad de ejecución de obras con la participación comunal, será necesario realizar una capacitación adecuada para esa actividad. Este trabajo se realiza con el equipo de campo. Para el tema de todas las capacitaciones el equipo social elaborará el material de apoyo de capacitación de fácil comprensión de los usuarios.

## 3.6 DISEÑO DEFINITIVO DE LOS RAMALES CONDOMINIALES

El diseño definitivo de los ramales se realiza luego de la definición del trazado y el cálculo hidráulico podrá ser realizado por el equipo de campo u otro personal técnico pre-definido. Este trabajo se realiza ajustando todos los datos proporcionados por el equipo de campo, (profundidades mínimas, cotas de descarga en la cámara de la red, pendiente mínima suficiente para el flujo, etc.).

Para determinar la dimensión y el cálculo hidráulico del ramal condominial se utilizan los mismos parámetros y criterios adoptados para las redes principales.

En el sistema condominial, la característica de trazado y de recolección resulta en la descarga independiente de cada condominio a la red pública, por ese motivo los caudales considerados para el diseño son los caudales puntuales del condominio y los caudales de contribuyentes no domésticos (industrias, hospitales, colegios), si eso fuera el caso.

### 3.7 CONSTRUCCIÓN DE RAMALES CONDOMINIALES

La construcción de los ramales condominiales comprende las siguientes actividades:

- Trazo y replanteo
- Excavación y perfilado
- Colocación de base y control de niveles
- Cama de apoyo de tubería con material seleccionado
- Tendido de tuberías
- Emboquillado (inserción de tuberías c/anillos de jebe en C.I.)
- Relleno con material seleccionado y común
- Pruebas hidráulicas
- Eliminación de desmonte y limpieza

### 3.8 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS RAMALES CONDOMINIALES

Es la continua orientación técnica por parte del equipo de intervención en la ejecución y avance de las obras de los ramales, controlando principalmente las pendientes, las deformaciones longitudinales y transversales de las tuberías y la cuantificación de todos los materiales utilizados en cada condominio.

Es importante realizar las pruebas de control de calidad del tendido de las tuberías cuando los trabajos hayan concluido, verificando primero la pendiente por medio de la **prueba de flujo**, la cual consiste en la circulación del agua sin observarse ninguna contención o estancamiento, demostrando la calidad del tendido de la tubería. Esa prueba va reforzada por la **prueba de espejos** que consiste en la observación del interior de la tubería por medio de dos espejos cada uno de ellos colocados en los puntos de inspección.

## 4. Diseño definitivo de la red pública

Luego de la definición del trazado final de los ramales condominiales, es posible el diseño definitivo de los tramos de las redes públicas que los recolectan. Este diseño toma en cuenta la ubicación y profundidad de los ramales y procura adecuar el trazado original de la red a las nuevas características de los ramales. Para ello el equipo de acompañamiento requiere un profesional especializado para el diseño de las redes públicas. Ese equipo también será responsable por la adaptación del diseño a todas las interferencias que se presentasen durante las obras.

## 5. Ejecución de obras por los contratistas

La realización de las obras por los contratistas es bastante convencional, debiéndose tener todos los cuidados que ese tipo de contrato exige. Lo especial del sistema condominial es el hecho de que el diseño definitivo de las redes se produce durante las obras y de esta forma el contratista debe conducir las obras según el plan estipulado por el planeamiento del proyecto.

Normalmente en estas situaciones el diseño definitivo se inicia por los tramos de arranque de las redes previstas y sigue el flujo natural agua abajo.

Por tal motivo las obras deben seguir el mismo orden del diseño definitivo, acompañando su desarrollo de aguas arriba hacia aguas abajo.

# 6. Capacitación para el mantenimiento

Cuando se ha seleccionado la modalidad de gestión compartida, antes de la puesta en marcha del sistema, el equipo de promoción social debe realizar talleres de capacitación para el mantenimiento de los ramales, dando a conocer a los condominios las técnicas y herramientas existentes para la ejecución de dicho trabajo (vea también Capítulo 5).

## 6.1 PRUEBA DE ESPEJOS

La inspección de las tuberías se realiza por medio de dos espejos, cada uno de ellos instalados en la abertura de la tubería de las cámaras de inspección, una de ellas refleja la luz solar al interior de la tubería y la otra, con el aporte de esa luz, permite visualizar el interior de la tubería y detectar la existencia de elementos obstructores o deformaciones de la tubería longitudinal y transversal. Esa prueba se denomina prueba de espejos. De acuerdo al grado de obstrucción se realiza el mantenimiento preventivo o correctivo.

## 6.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El uso de los espejos es una operación de mantenimiento preventivo, así mismo el haber detectado un elemento extraño al alcantarillado. Si el elemento es de poca importancia (por ejemplo plásticos vacíos) o si se observa el detenimiento de material sólido en las tuberías, se aplica la prueba de flujo, que consiste en la aplicación de abundante agua en tramos pequeños de cámara a cámara, lográndose limpiar la tubería que ha sido previamente verificada por la prueba de espejos.

## 6.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Cuando los elementos encontrados en el interior de la tubería son difíciles de retirar por medio de la prueba de flujo, se realiza el mantenimiento correctivo, para lo cual se utiliza una tubería de polietileno, de diámetro ½ o ¾ de pulgada, con una longitud aproximada de 25 metros, introduciéndola en un extremo del tramo obstruido y empujándola hasta lograr retirar el elemento obstructor, tales como piedras de tamaño considerable.

# 7. Seguimiento y monitoreo

## 7.1 MONITOREO DEL SISTEMA

La importancia de realizar estos trabajos radica principalmente en fortalecer el BUEN USO DEL SISTEMA de parte del usuario, aclarando y verificando las condiciones existentes IN SITU (inspección de cámaras y tuberías).

Durante la etapa de seguimiento y monitoreo se evalúan y analizan los puntos indicados a continuación:

- Evaluar el funcionamiento del sistema condominial
- Análisis del alcance de la cobertura
- Cambio de hábitos
- Tiempo transcurrido entre la construcción de la red, la conexión domiciliaria y el uso del sistema
- Formas de uso del sistema
- Cuantificación de módulos sanitarios

# 4. Instalaciones intradomiciliarias y módulos sanitarios

# 4. Instalaciones intradomiciliarias y módulos sanitarios

Para lograr el éxito de la implantación de un sistema de Alcantarillado Condominial es necesario garantizar la plena utilización del sistema, luego de la construcción.

En asentamientos humanos donde las viviendas aún no cuentan con instalaciones intradomiciliarias adecuadas, será necesario trabajar este elemento con los futuros usuarios, para garantizar la efectiva y adecuada utilización del sistema.

Este aspecto será abordado en este capítulo de la Guía.

# 1. Orientación técnica de conexiones domiciliarias

La orientación a los usuarios sobre la ejecución de las conexiones domiciliarias debe estar directamente ligada al avance de las obras de construcción de ramales. Las conexiones domiciliarias deberán realizarse inmediatamente después de la conclusión de la construcción de los ramales. La capacitación para esta actividad puede ser individual o en forma global por condominios.

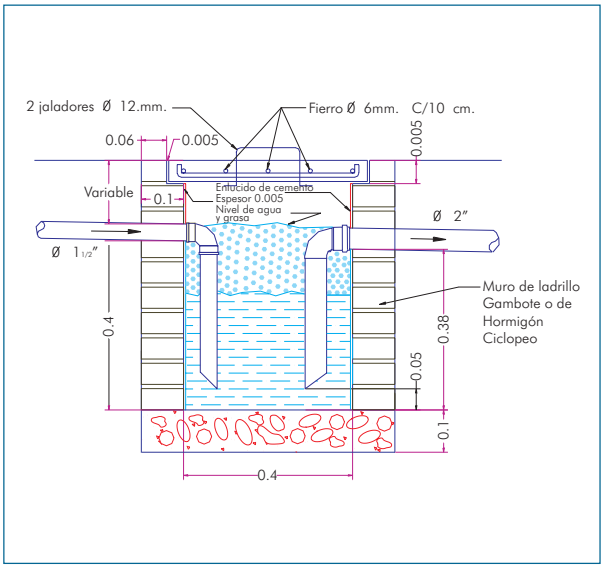
# 2. Instalaciones intradomiciliarias

Los artefactos utilizados en las instalaciones intradomiciliarias fácilmente se encuentran en el comercio local, a excepción de la cámara desgrasadora, que es de gran importancia para retener elementos (restos de comidas, grasas) que no deben circular por las tuberías.

Las conexiones domiciliarias deben ser ejecutadas por los usuarios, con la orientación técnica del equipo de Promoción Social que apoyará principalmente en la definición de la pendiente y la ubicación de las cajas de paso y desgrase. La ubicación y orientación de la cocina, lavandería e inodoro son determinantes para la colocación de ambas cajas, lo que debe ser aclarado por el equipo de Promoción Social. Cada uno de los accesorios debe estar ubicado tomando en cuenta el sentido del flujo de las aguas, para evitar **reflujos** y **contra flujos** de otros artefactos.

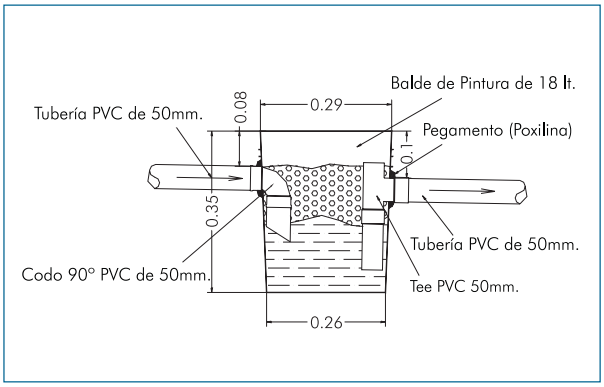
## 2.1 CAJA DESGRASADORA

El sistema condominial introduce un nuevo elemento, la caja desgrasadora, que tiene el objetivo principal de recibir las aguas provenientes del lavaplatos, que contiene restos de alimentos, grasas y detergente, por ello la importancia de depurar estas aguas antes del ingreso a las tuberías de alcantarillado. La caja desgrasadora en la parte superior retiene grasas y en la parte inferior sedimenta los elementos pesados, dando paso solamente a las aguas previamente depuradas. A continuación se presenta un esquema de la caja desgrasadora:




Caja Desgrasadora

La caja desgrasadora puede ser construida de ladrillo o concreto simple, *in situ*. También es posible utilizar un balde plástico, como indicado a continuación:




Caja Desgrasadora construida en balde plástico

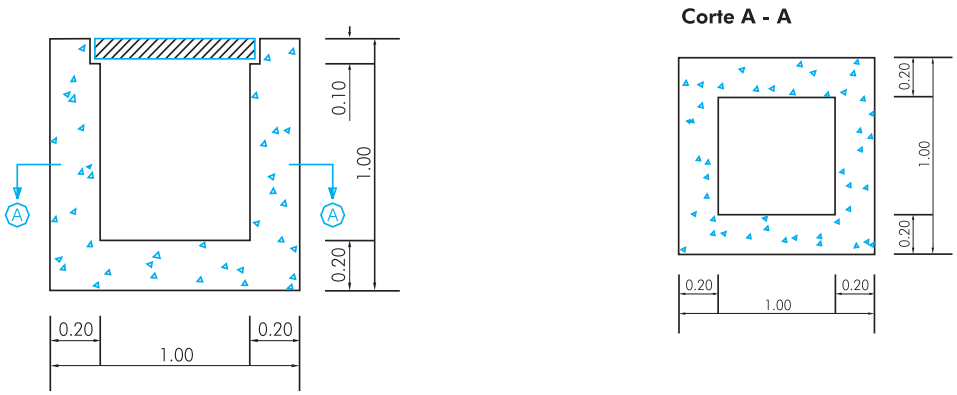
## 2.2 MÓDULO SANITARIO

Es el conjunto de la infraestructura hidráulica - sanitaria intradomiciliaria que descarga las aguas servidas al alcantarillado sanitario. Se constituye de los siguientes artefactos sanitarios: inodoro, lavamanos, ducha, lavandero y lavaplatos. Las descargas de los tres primeros artefactos son conducidas directamente hacia la caja de paso, y la de los dos últimos debe pasar por la caja desgrasadora, para luego conectarse también a la caja de paso.

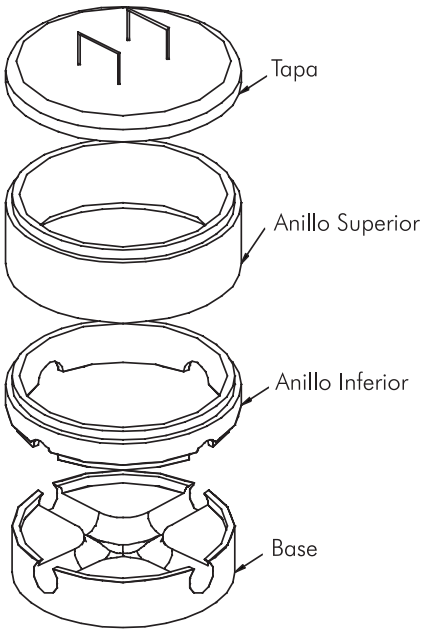
Todas las aguas residuales de la vivienda son conducidas a la cámara de inspección del **ramal condominial** y luego a su vez el ramal se conecta a la red pública.

En condiciones específicas, cuando el terreno es muy plano, es posible optar por la sustitución de la cámara de inspección del lote por una caja de registro.

Cuando el usuario no dispone de instalaciones sanitarias intradomiciliarias, el equipo de Promoción Social deberá orientar sobre la ubicación e instalación de los mismos. Se puede proponer un módulo tipo referencial, con el posicionamiento y ubicación de artefactos, adjuntando al mismo el presupuesto de instalación, como también la cantidad de materiales necesarios. Simultáneamente a la construcción de los ramales, se capacita a los propietarios en la construcción de los módulos.




Esquema de caja de paso




Esquema de cámara de inspección prefabricada para conexión domiciliaria

# 5. Operación y mantenimiento

# 5. Operación y mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento del sistema deben realizarse de manera integral, dividiendo responsabilidades entre la EPS y la población beneficiaria.

La responsabilidad del mantenimiento de las redes principales es de la EPS o de la institución responsable por el servicio de alcantarillado y el mantenimiento de los ramales condominiales es responsabilidad de la población beneficiaria.

# 1. Mantenimiento de ramales condominiales

## 1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Para garantizar un mantenimiento adecuado, es necesario disponer de los materiales, equipos y herramientas necesarias, así mismo, el personal encargado de tales tareas deberá estar debidamente capacitado para el cumplimiento de las funciones especificas.

El proceso para asegurar la operación y el mantenimiento eficientes debe involucrar:

- Elaboración de normas, manuales y otros instrumentos normativos dirigidos a la operación de sistemas sanitarios.
- Implantación de un programa de capacitación del personal encargado de la operación del sistema.
- Implementación de un registro de control sobre las actividades de operación y mantenimiento del sistema.
- Evaluación periódica de la evolución del proceso y resultados obtenidos.

Se recomiendan dos tipos de mantenimiento para los ramales condominiales, cada uno de ellos ejecutado en circunstancias distintas.

### 1.1.1 Mantenimiento Preventivo

Los trabajos de mantenimiento preventivo son beneficiosos para ambas partes, EPS y usuarios. Se recomienda el mantenimiento preventivo de todo el sistema, tanto en redes como en ramales.

Las actividades a cumplir para el mantenimiento preventivo se describen a continuación.

- Inspecciones periódicas tanto en redes como en ramales condominiales.
- Cumplimiento de los reglamentos internos de cada condominio.
- Talleres de Educación Sanitaria reforzando el tema de BUEN USO DEL SISTEMA.
- Capacitación de los beneficiarios en las diferentes formas de inspección y control para mantenimiento del ramal condominial (tuberías y cámaras de inspección), utilizando:

- o Prueba de espejos
- o Prueba de escurrimiento

El mantenimiento preventivo en ramales es acción directa de los vecinos. Esta actividad debe ser reforzada a través de diversos talleres de capacitación, tales como:

- Taller de hábitos
- Taller de buen uso del sistema
- Taller de mantenimiento (preventivo)

### 1.1.2 Mantenimiento correctivo

Los trabajos de mantenimiento correctivo en ramales pueden ser de responsabilidad directa de los vecinos o de la EPS, según lo acordado en la etapa de implantación del sistema.

Algunos de los materiales y equipamientos requeridos para su ejecución se detallan a continuación:

- Politubo de Ø ¾ " L ≅ 25 m.
- Waype ≅ 2 Kgr.
- Alambre de amarre ≅ 1 Kgr.
- Dos espejos pequeños
- Escoba pequeña
- Baldes de agua

Detectada la obstrucción del ramal condominial, el procedimiento para su desobstrucción será:

1° En un extremo del politubo sujetar muy bien el huaype con la ayuda del alambre, con cuidado para evitar que esto se desprenda en el interior de la tubería.

2° Introducir este extremo en el tramo obstruido; ejecutar movimientos repetitivos de empuje hacia el elemento obstructor, hasta lograr que esta pase al otro extremo de la cámara del ramal.

3° Luego de extraído el elemento obstructor, circular abundante agua por la tubería, observando que no exista ningún punto de acumulación de líquido, de lo contrario regresar a # 2°.

4° Observar el interior de la tubería por medio de la prueba de espejos, asegurándose que la tubería está nuevamente habilitada para el funcionamiento.

5° Las cámaras de inspección deben ser bien cerradas para evitar el ingreso de elementos ajenos al alcantarillado.

El cuadro a continuación presenta una recomendación de responsabilidad, frecuencia y tiempo de mantenimiento de los ramales.

| MANTENIMIENTO DE RAMALES | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Mantenimiento** | **Responsable** | **Frecuencia de Inspección** | **Tiempo requerido para la ejecución** |
| Preventivo intradomiciliario | Usuario | Semanales | 0,50 - 1 horas |
| Preventivo ramales condominiales | Usuario - condominio | Mensuales | 1,5 - 3 horas |
| Correctivo ramales condominiales | Usuario - condominio o EPS (*) | Según necesidad | 2 - 5 horas (**) |
| Sustitución de ramales condominiales | Usuario - condominio o EPS (*) | Según necesidad | 1 - 1,5 días (**) |

**NOTAS:**

(*) La responsabilidad por el mantenimiento del ramal condominial será definida en la etapa implantación de la obra, durante las actividades de promoción social.

(**) El tiempo estimado se refiere a un tramo de un ramal con longitud de 15 – 18 m.

## 2. Mantenimiento de redes públicas

Un sistema público de alcantarillado es diseñado y construido para recibir desagües domésticos, provenientes de las instalaciones intradomiciliarias de las viviendas. Este desagüe posee características bien definidas y el funcionamiento, durabilidad y seguridad del sistema de alcantarillado, incluyendo la planta de tratamiento, depende de que los desagües mantengan estas características

Una serie de productos no deben ser vertidos a las redes de alcantarillado (sean ellas condominiales o convencionales), destacándose los siguientes:

- Aguas de lluvia
- Residuos sólidos (basuras)
- Aceites y grasas
- Derivados de petróleo (Gasolina o diesel)
- Cargas orgánicas excesivas
- Ácidos o álcalis fuertes
- Productos tóxicos, etc.

La primera actividad requerida, para garantizar el buen funcionamiento del sistema, es el control de los usuarios. Esta actividad tiene varios objetivos, y cada

uno de ellos debe ser objeto de atención por parte del operador del servicio.

## 2.1 SERVICIO DE CONTROL DEL USUARIO

A través del **Control de Usuarios** el Operador del sistema debe acompañar y controlar la calidad y volumen de los desagües vertidos a la red. Esto incluye:

- Catastro de los usuarios del sistema
- Catastro especial de los usuarios no domésticos del sistema
- Promover y controlar contratos con los usuarios no domésticos
- Fiscalizar las instalaciones intradomiciliarias de los usuarios domésticos y no domésticos
- Fiscalizar la calidad y cantidad de las descargas de desagües no domésticos en la red
- Suministrar orientación a los usuarios sobre sus instalaciones
- Aplicar penalidades a usuarios irregulares, etc.

Todo este conjunto de actividades tiene el objetivo de garantizar que el desagüe que es descargado en la red no provoque daños y problemas a su funcionamiento. El control de los usuarios domésticos se localiza principalmente en la conexión clandestina de aguas de lluvia, la existencia de la caja desgrasadora y en el estado general de conservación de las instalaciones.

El control de los usuarios no domésticos varia de acuerdo con el tipo de usuario; en restaurantes, por ejemplo, se verifica principalmente la existencia y diseño adecuado de la caja desgrasadora, en grifos se verifica la existencia y diseño adecuado de cámaras de retención de aceites y grasas, en industrias de alimentos se verifica la carga orgánica lanzada; en industrias metalúrgicas se verifica principalmente la presencia de metales pesados. El control de desagües no domésticos también debe buscar la firma de contratos específicos para descarga de desagües con características distintas al desagüe doméstico, así mismo establecer un cobro especial por este servicio. La función del área de **Control de Usuarios** incluye firmar y controlar los contratos, mantener actualizado el catastro de los usuarios, realizar el control de calidad de los desagües producidos y promover la cobranza especial, de acuerdo con el contrato firmado.

Esta área también centraliza los trabajos de soporte a las cuestiones técnicas levantadas por los usuarios, tanto domésticos como no domésticos. El área de actuación se extiende en este caso a las áreas no atendidas por el sistema de alcantarillado, presentando orientación para solucionar los problemas relacionados al saneamiento en estos locales.

Como se puede notar la gama de servicios a ser

realizados por el área de **Control de Usuarios** es muy amplia y muy importante para el buen funcionamiento del sistema, sin olvidar la importancia fundamental para el operador del servicio, que es el conocimiento y la proximidad con el usuario, hecho que siempre trae buenos resultados para la empresa.

## 2.2 OPERACIÓN DE LAS REDES

Otra función que es muy importante para el buen funcionamiento del sistema es la operación de las redes. El principal objetivo de esta área es el conocimiento sobre el funcionamiento de las redes, incluyendo el volumen de desagües, el funcionamiento hidráulico de la red y la calidad de los desagües.

Esta área procura acompañar el funcionamiento de las redes y cámaras de bombeo, identificando y proponiendo mejoramientos en los puntos críticos del sistema. También es responsable por el monitoreo de la descarga de aguas de lluvia en el sistema, factor que causa muchos problemas, principalmente en las cámaras de bombeo y plantas de tratamiento. El trabajo se desarrolla principalmente en épocas de lluvia, cuando se realizan campañas de identificación de conexiones clandestinas de agua pluvial en la red de alcantarillado sanitario.

Para realizar estas tareas el área debe mantener un catastro actualizado de las redes construidas, que incluya los dados de diseño adoptados y la condición hidráulica de funcionamiento prevista. Los equipos requeridos para la realización de sus actividades son el generador de humo, para investigar conexiones clandestinas de agua de lluvia en el sistema, micro-cámaras de televisión para uso interno en las redes, para verificar su estado de conservación y localizar conexiones clandestinas, medidores portátiles de caudal y muestreadores automáticos portátiles, para evaluar las características del desagüe en cualquier punto de la red, en muestras simples y compuestas.

## 2.3 MANTENIMIENTO DE REDES

El equipo de mantenimiento de redes es el responsable por la solución efectiva de los problemas físicos que se verifican en las redes. El equipo de mantenimiento debe tener la capacidad de realizar pequeñas obras y todos los servicios de mantenimiento de las redes.

El mantenimiento puede ser dividido en tres funciones principales: el *mantenimiento predictivo*, que preveé donde pueden ocurrir los problemas; el *mantenimiento preventivo*, que anticipa acciones de limpieza en el sistema para evitar problemas y finalmente el *mantenimiento correctivo*, que actúa sobre los problemas que ya ocurrieron.

El mantenimiento predictivo se realiza por el equipo de operación de redes. Por la observación del comportamiento hidráulico y del estado de conservación de las redes, es posible anticipar la ocurrencia de problemas y proponer acciones de mantenimiento preventivo. Cuando esta área dispone de los equipos especializados, como medidores móviles de caudal y sistemas con micro-cámaras de televisión, tiene la posibilidad de observar no solamente la situación externa, pero también la situación interna de las tuberías y elementos de inspección.

Las actividades de mantenimiento preventivo de las redes deben ser programadas según una rutina de largo plazo; por ejemplo, limpieza de todas las redes del sistema  una vez cada dos años, la planificación y ejecución de los servicios indicados por el mantenimiento predictivo, etc. Los materiales y equipos para

el mantenimiento preventivo son los requeridos para la limpieza de redes, remoción de taponamientos y ejecución de pequeñas obras.

El mantenimiento correctivo debe atender a las solicitudes de servicios correctivos. Es importante tener un buen mecanismo de control de las actividades de esta área, para poder atender adecuadamente a los usuarios dentro de los plazos comprometidos. Estas actividades requieren los equipos y herramientas adecuados al servicio, incluyendo equipos de limpieza en alta presión, para tuberías de gran y pequeño diámetro.

La dimensión del equipo funcional responsable por el mantenimiento está directamente relacionado con el tamaño del sistema de alcantarillado. En un sistema pequeño, todas las funciones descritas pueden ser asumidas por una única área. Para sistemas mayores, estas funciones deben ser agrupadas en áreas específicas, probablemente dentro de un mismo departamento. Lo importante es que la EPS tenga la capacidad de realizar todas las actividades.

La buena ejecución de todas las actividades de mantenimiento garantizará el buen funcionamiento del sistema condominial.

# 6. Ejemplo para cálculo de tarifas

# 6. Ejemplo para cálculo de tarifas

El presente capítulo ofrece los principales aspectos relacionados a la tarifa para el sistema condominial, incluyendo los principales parámetros requeridos para definir la tasa de conexión y el valor de la tarifa, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del sistema.

El modelo propuesto procura repasar al usuario todos los ahorros que la utilización del sistema proporciona.

Como las EPS ya poseen una tarifa establecida, el modelo tarifario aquí presentado debe servir como referencia para el cálculo del impacto del nuevo sistema sobre la situación económica y financiera existente; debe aún orientar sobre los cambios necesarios en el modelo tarifario existente en las empresas.

La información contenida en este capítulo permitirá al administrador del sistema dominar todos los elementos necesarios para la definición y cálculo de la tasa de conexión al sistema y de la tarifa por los servicios prestados.

# 1. Definición de la tasa de conexion

El modelo sugerido para la definición de la Tasa de Conexión en el sistema condominial considera el ramal condominial como propiedad del condominio, por ese motivo su costo de construcción debe ser cubierto por los usuarios. Este costo de construcción de los ramales condominiales se paga a través de la tasa de conexión. Como los ramales condominiales representan cerca del 60% de la extensión total de las redes, la definición adecuada de la tasa de conexión contribuye significativamente a la viabilidad financiera del sistema. Los valores para las tasas de conexión al sistema condominial deben ser establecidos antes del inicio de la implementación del sistema, ya que su valor deberá ser presentado a los vecinos durante los trabajos de promoción social. El modelo sugerido para la tasa de conexión del sistema condominial se restringe al costo efectivo de la construcción del ramal, incluyendo los costos financieros y de remuneración del proveedor del servicio.

Como la tasa de conexión se relaciona con el tipo de ramal condominial y como la definición del tipo y ubicación del ramal es una decisión de los vecinos, su costo debe reflejar el costo de la opción elegida. Eso es uno de los principales conceptos del sistema condominial, donde los montos pagados por el vecino deben estar relacionados directamente con el costo de la opción de ramal que ha sido seleccionada por él.

La tasa de conexión se refiere al costo efectivo de construcción del ramal, incluyendo su financiamiento. Para su definición se necesita calcular el costo real promedio de las diferentes opciones de ramal factibles de instalarse, tales como ramal de fondo de lote, de jardín, de acera o mixtos, y establecer el valor y condición de pago de la tasa de conexión correspondiente. El costo del ramal debe ser calculado en base a un presupuesto que considere todos los materiales y servicios involucrados con la obra, incluyendo las actividades de intervención social.

En caso de la participación de los vecinos en la construcción, a través de la mano de obra no calificada, el costo correspondiente deberá ser restado del presupuesto general. El costo real de la tasa de conexión debe involucrar los siguientes costos:

| COSTOS A CONSIDERARSE EN LA TASA DE CONEXIÓN |
|---|
| **Costo de implantación**<br>Mano de obra empleada, incluyendo la construcción, administración y los trabajos de movilización comunitaria |
| **Materiales empleados**<br>Tuberías, cajas de inspección y materiales de divulgación |
| **Costo financiero para el financiamiento de la obra** |
| **Remuneración del capital empleado** |

La tabla a continuación presenta un ejemplo de cálculo del costo de implantación de los ramales condominiales necesarios para atender a una manzana de 20 viviendas con lotes de 12 m de frente; se ha calculado los costos de implantación de los ramales según las diferentes opciones de ubicación: por el fondo del lote (1 ramal), por el jardín y por la vereda (2 ramales).

**EJEMPLO DE CÁLCULO DE LOS COSTOS DE IMPLANTACIÓN DE RAMALES CONDOMINIALES (US$)**

| Costo de la obra por rubro | Un | Cantidad por opción | | | Costo[1] unitario (US$) | Costo del servicio o material | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fondo | Jardín | Acera | | Fondo | Jardín | Acera |
| **Servicios** | | | | | | | | |
| Trazo | M | 120,00 | 240,00 | 270,00 | 0,79 | 94,80 | 213,30 | 213,30 |
| Replanteo | M | 120,00 | 240,00 | 270,00 | 0,23 | 27,60 | 55,20 | 62,10 |
| Excavación 1ª [2] | M3 | 33,75 | 67,50 | 93,66 | 4,48 | 151,20 | 302,40 | 419,60 |
| Excavación 2ª [2] | M3 | 11,25 | 22,50 | 31,22 | 6,28 | 70,65 | 141,30 | 196,06 |
| Nivelación | M | 120,00 | 240,00 | 270,00 | 0,50 | 60,00 | 120,00 | 135,00 |
| Cama de apoyo | M2 | 60,00 | 120,00 | 135,00 | 0,43 | 25,80 | 51,60 | 58,05 |
| Recubrimiento arena | M3 | 3,00 | 6,00 | 6,75 | 17,96 | 53,88 | 107,76 | 121,23 |
| Relleno | M3 | 45,00 | 90,00 | 124,88 | 3,22 | 144,90 | 289,90 | 402,11 |
| Instalación Tubería | M | 112,00 | 224,00 | 254,00 | 0,25 | 28,00 | 56,00 | 63,50 |
| Inst. accesorio Tee | Un | | | 14,00 | 0,93 | 0,00 | 0,00 | 13,02 |
| **MATERIALES** | | | | | | | | |
| CI 0,4m | Un | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 29,09 | 581,80 | 581,80 | 581,80 |
| CI 0,6m | Un | | | 6,00 | 86,79 | 0,00 | 0,00 | 520,74 |
| Tubo PVC 100 mm | M | 112,00 | 224,00 | 254,00 | 2,81 | 314,72 | 629,44 | 713,74 |
| Tee PVC 100 mm | Un | | | 14,00 | 5,15 | 0,00 | 0,00 | 72,10 |
| **Administración** | % | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 0,00 | 155,34 | 254,86 | 357,24 |
| **Total** | | | | | | **1708,69** | **2803,46** | **3929,59** |
| **Costo de la Intervención Social** | | | | | | | | |
| **PERSONAL** | | | | | | | | |
| Técnico | Días | 6 | 6 | 6 | 35 | 210,00 | 210,00 | 210,00 |
| Ingeniero | Días | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 105 | 52,50 | 52,50 | 52,50 |
| **Materiales y equipos** | Verba | 1 | 1 | 1 | 25 | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| **Administración** | % | 10% | 10% | 10% | 0,00 | 28,75 | 28,75 | 28,75 |
| **Total** | | | | | | **316,25** | **316,25** | **316,25** |
| **Costo del personal para los servicios de capacitación y seguimiento para la auto - construcción** | | | | | | | | |
| Técnico | Días | 3 | 6 | 6 | 35 | 105,00 | 210,00 | 210,00 |
| Ingeniero | Días | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 105 | 26,25 | 52,50 | 52,50 |
| Materiales y equipos | Verba | 1 | 1 | 1 | 25 | 25 | 25,00 | 25,00 |
| Administración | % | 10% | 10% | 10% | | 15,63 | 28,75 | 28,75 |
| **Total** | | | | | | **171,88** | **316,25** | **316,25** |

(1) Costos referenciales de Brasil.
(2) Los ítems indicados en azul oscuro se refieren al aporte de los vecinos en mano de obra no calificada en actividades de auto-construcción.

La tabla anterior indica claramente que el costo final del ramal condominial corresponde a la suma de los costos referentes a las obras y al trabajo de promoción social realizado. Cuando el vecino participa en la construcción del ramal, los costos relativos a la mano de obra no calificada deben ser restados del total y los costos relacionados a la capacitación y seguimiento del trabajo comunal deben ser agregados.

La definición del valor y de la forma de pago del ramal condominial debe estar de acuerdo a la capacidad de pago de los usuarios. Si la capacidad de pago de los usuarios es menor que el valor previsto para la tasa de conexión, el responsable por la gestión del sistema puede optar por aumentar el número de cuotas de pago, establecer diferentes niveles de subsidios o transferir parte del costo del ramal para que sea cubierto por la tarifa.

El siguiente cuadro presenta el valor total final del ramal para las dos alternativas consideradas, de acuerdo al presupuesto presentado anteriormente.

| COSTO DE RAMALES CONDOMINIALES (US$) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Costo con trabajo comunal de la población | | | Costo sin trabajo comunal | | |
| Fondo | Jardín | Acera | Fondo | Jardín | Acera |
| 1974,96 | 2992,26 | 3946,43 | 2024,94 | 3119,71 | 4245,84 |

El valor a ser pagado por los usuarios será relacionado con el tipo de ramal escogido y el nivel de participación de los beneficiarios.

## 2. Definición de la tarifa

La tarifa a ser pagada por los servicios prestados para el sistema de alcantarillado condominial debe ser capaz de generar la renta necesaria para cubrir tres tipos de costos: el primero es la recuperación de la inversión relativa a la implantación del sistema; el segundo se refiere a los costos para el funcionamiento del sistema, llamados costos de explotación del sistema; finalmente el tercero corresponde al mantenimiento y reposición del sistema debido al desgaste por el uso, llamado depreciación.

Una primera aproximación para el valor de la Tarifa seria:

**Tarifa promedia = (RC + EX +DP) / VOL**

Donde:

VOL = Volumen del servicio prestado – La unidad de medición del servicio.

| COSTOS A SER CUBIERTOS POR LA TARIFA |
|---|
| **Recuperación del capital invertido (RC)**<br>Son los costos relacionados al financiamiento de las obras de implantación del sistema. Para el cálculo de la recuperación es necesario aumentar al capital invertido los gastos administrativos del financiamiento y la tasa de interés correspondiente a la remuneración del capital invertido. Los valores adoptados para cada un de los componentes que inciden sobre el capital varían de acuerdo a las condiciones del financiamiento. Las obras a financiar en el sistema condominial corresponden a todo el sistema excepto los ramales condominiales, o sea, las redes públicas, cámaras de bombeo y plantas de tratamiento. El costo del capital debe ser recuperado en el plazo del financiamiento. |
| **Costos de explotación (EX)**<br>Son todos los costos necesarios para el funcionamiento del sistema, incluyendo los costos directamente relacionados a la operación, tales como personal técnico, consumo de energía, productos químicos, herramientas y otros materiales, y también los gastos indirectos tales como personal administrativo, costos de comercialización, etc. |
| **Costo de depreciación del sistema (DP)**<br>Es el componente de la tarifa destinado a mantener el sistema en condiciones operativas, debiendo cubrir los costos referentes a la reposición requerida con el uso del sistema. |

## 2.1 RECUPERACIÓN DE CAPITAL EN EL SISTEMA CONDOMINIAL

Al revés de un sistema convencional, donde la inversión relativa a todo el sistema se maneja de la misma forma, debiendo recuperarse en el período de financiamiento, en la propuesta formulada para el Sistema Condominial hay una diferenciación entre el financiamiento de los ramales condominiales y el financiamiento del resto del sistema.

Como ya mencionado anteriormente, los ramales son financiados a corto plazo, en un período máximo de dos años, en cuanto que el resto del sistema se financia con los plazos usuales para este tipo de obras, que pueden llegar hasta 30 años. Como los ramales tienen un costo significativo en el sistema, llegando hasta al 30% del costo total, la propuesta de financiamiento de la obra del modelo condominial presenta una nítida ventaja en cuanto a las condiciones de financiamiento.

A continuación se presenta una simulación de las condiciones de financiamiento de un modelo tradicional y del modelo condominial, para la cual se estimó los costos de implantación del sistema convencional y del sistema condominial para una misma área de 360 conexiones y 1800 habitantes, en función de los valores esperados y costos unitarios relacionados a cada tipo de red involucrada. El sistema condominial presupuestado considera la utilización de un 100% de ramales de aceras, que es la opción más cara del sistema.

Los resultados obtenidos en esa simulación indican que el sistema condominial permite un ahorro global de 21% con relación al costo total de cada alternativa y de un 32% con relación al costo que debe ser financiado, como presentado en el siguiente cuadro:

**COMPARACIÓN DE LA INVERSIÓN**

| Parte del Sistema | Red Convencional | | | Red Condominial | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Extensión | Costo Unitario | Costo - US$ | Extensión | Costo Unitario | Costo - US$ |
| Ramales Condominiales | — | | — | 2.970 m | 14,16 | 42.079,50* |
| Redes Públicas | 2.585 m | 29,00 | 74.965,00 | 1.770 m | 29,00 | 51.330,00 |
| Conexiones | 1.980 m | 21,58 | 42.732,00* | — | | — |
| Total | 4.565 m | | 117.697,00 | 4.740 m | | 93.409,50 |
| Valor para financiamiento | | | 74.965,00 | | | 51.330,00 |

* Valores de pagos por los vecinos

El aspecto más importante en esa comparación es indicar que el componente relativo a la recuperación del capital en un sistema condominial presentaría un ahorro de un 32% comparado con el sistema convencional.

Para el mismo ejemplo, utilizamos un interés anual de 6%, un gasto administrativo de 2% y una remuneración de capital anual de 4%, para un período de financiamiento de 30 años. Los ingresos mensuales que el sistema debería generar para cubrir el compo-

nente de la tarifa relacionado a la **recuperación del capital** está presentado en el próximo cuadro. También se presenta el valor promedio mensual que cada conexión debería pagar por la utilización del servicio, considerando las 360 conexiones para el sistema.

| Valores para la recuperación del capital invertido | | |
|---|---|---|
| | Convencional | Condominial |
| Ingreso mensual a generar -US$ | 771,10 | 527,99 |
| Costo mensual por conexión - US$ | 2,14 | 1,47 |

En un sistema real, es necesario agregar a estos valores los montos relativos a recuperación de los valores invertidos en las cámaras de bombeo y plantas de tratamiento.

## 2.2 GASTOS DE EXPLOTACIÓN EN EL SISTEMA CONDOMINIAL

En el sistema condominial, la reducción en los gastos de explotación del sistema (cargados a la EPS) se observa de dos maneras: la primera representa la reducción en el costo de mantenimiento de las redes inherente al sistema condominial, que la experiencia demuestra situarse en el orden de un 15%; la segunda se refiere a la reducción proveniente de la gestión compartida del sistema, cuando el usuario asume el mantenimiento de los ramales condominiales, y por lo tanto el correspondiente valor debe ser restado de la tarifa.

La simulación de estas dos situaciones para el ejemplo anterior se presenta en el siguiente cuadro, donde se consideran los costos promedios de explotación del sistema referentes al mantenimiento de las redes. Los costos de mantenimiento adoptados en los cálculos se basan en costos promedios observados en la Empresa CAESB de Brasilia:

***Sistema Condominial***
Mantenimiento de los ramales: 1,1 US$/Km.Mes
Mantenimiento de las redes públicas: 4,3 US$/Km.Mes

***Sistema Convencional***
Mantenimiento de redes y conexiones: 2,77 US$/Km.Mes

| COMPARACIÓN DEL COSTO DE EXPLORACIÓN | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Componente del sistema** | **Red Convencional** | | **Red Condominial** | |
| | **Extensión** | **Costo mensual US$** | **Extensión** | **Costo mensual US$** |
| Ramales Condominiales | - | - | 2970 m | 3,27 |
| Redes Públicas | 2585 m | 7,16 | 1770 m | 7,61 |
| Conexiones | 1980 m | 5,48 | - | |
| Total | 4565 m | 12,65 | 4740 m | 10,88 |

Para el ejemplo anterior, con 360 conexiones, el valor promedio mensual por conexión relativo a costos de mantenimiento de la red se presenta a continuación, para cada alternativa: sistema convencional y sistema condominial con y sin gestión compartida.

| EJEMPLO DE COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS REDES (US$ / CONEXIÓN) | |
|---|---|
| Sistema Convencional | 0,0351 |
| Sistema Condominial con gestión compartida | 0,0211 |
| Sistema Condominial sin gestión compartida | 0,0302 |

Los gastos de explotación referentes a la operación y mantenimiento de las cámaras de bombeo y plantas de tratamiento serían los mismos del sistema convencional, de igual manera los gastos administrativos y de comercialización del sistema. Si nuevamente se considera que el sistema de tratamiento de desagües asociado a la red de alcantarillado del ejemplo anterior son lagunas de estabilización y que no existen cámaras de bombeo, entonces el costo de explotación del tratamiento sería del orden de 0,5 US$ /conexión / mes.

## 2.3 GASTOS DE DEPRECIACIÓN EN EL SISTEMA CONDOMINIAL

En el modelo tarifario propuesto para el sistema condominial, los gastos de depreciación se calculan de la misma manera que en el sistema convencional. Considerando el mismo ejemplo anterior, adoptándose una depreciación anual de un 2,5% sobre el capital invertido en las redes y en el sistema de tratamiento de desagües, el reflejo en la tarifa resultante se presenta a continuación. Para el cálculo de la depreciación es posible considerar una tasa variable durante el período del proyecto con valores más bajos en los primeros años del sistema, ya que en este período la depreciación es efectivamente más baja.

| EJEMPLO DE COSTO MENSUAL DE DEPRECIACIÓN DEL SISTEMA POR CONEXIÓN | | |
|---|---|---|
| | **Convencional** | **Condominal** |
| Inversión inicial (US$) | 128.965,00 | 105.330,00 |
| Depreciación mensual (US$) | 290,17 | 236,99 |
| Valor mensual por conexión (US$/ conex.) | 0,806 | 0,658 |

## 2.4 TARIFA

Como se ha mencionado, la tarifa promedio es la suma de los tres componentes de costo del sistema. Para el ejemplo anterior, los valores de tarifa – considerando todos los costos discutidos – se presentan a continuación. Se ha considerado las tres alternativas distintas, el sistema convencional y el sistema condominial en sus dos opciones: sin gestión compartida y con gestión compartida en el mantenimiento.

| TARIFA PROMEDIO MENSUAL POR CONEXIÓN – US$ | | | |
|---|---|---|---|
| | **Convencional** | **Condominial** | |
| | | **Sin gestión compartida** | **Con gestión compartida** |
| Recuperación de capital - redes | 2,14 | 1,47 | 1,47 |
| Recuperación de capital - tratamiento | 1,54 | 1,54 | 1,54 |
| Explotación - redes (mantenimiento) | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| Explotación – tratamiento | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Depreciación | 0,81 | 0,66 | 0,66 |
| Total | 5,02 | 4,20 | 4,19 |
| Gastos administrativos | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| **Tarifa mensual (US$ / por conexión)** | **6,03** | **5,20** | **5,19** |
| Valor referencial % | 100,0 | 86,3 | 86,2 |

El ejemplo anterior resalta algunos puntos importantes sobre el sistema condominial y el modelo tarifario propuesto:

- *El principal factor de ahorro en la tarifa condominial es la menor inversión necesaria para el sistema.*

- *El mantenimiento de los ramales condominiales por los usuarios no resulta en ahorros significativos en la tarifa de la EPS.*

El ejemplo no puede ser tomado como una expresión de valores absolutos practicados en un sistema condominial, sin embargo es una aproximación muy buena a la realidad. En una situación real el costo de explotación del tratamiento se quedará más bajo, por la economía de escala, pero el costo de administración del sistema, adoptado como 20% del costo del servicio, probablemente será mas alto. Ese aspecto es muy importante y muestra que servicios a costos más bajos dependen en gran parte de la eficiencia de la empresa prestadora. Si se consideran mayores costos para la administración del servicio, como por ejemplo 60% o 100% del costo directo, los ahorros que se obtienen con el sistema condominial se reducen bastante, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Por este motivo, cuando se pretende implementar sistemas de bajos costos de ejecución y operación, el trabajo no puede restringirse a la parte tecnológica del sistema; sino también a los esfuerzos que deben ser tomados en la administración de los servicios. Los ahorros obtenidos por soluciones tecnológicas se pierden en grande parte por una administración poco eficiente.

**AHORROS EN LA TARIFA DEL SISTEMA CONDOMINIAL, CON RELACIÓN AL CONVENCIONAL, COMO FUNCIÓN DEL COSTO ADMINISTRATIVO (%)**

| Costo administrativo (% Costo Directo) | % Ahorros | |
|---|---|---|
| | Sist. Condominial sin gestión compartida | Sist. Condominial con gestión compartida |
| 20% | 13,66 | 13,78 |
| 60% | 10,24 | 10,33 |
| 100% | 8,19 | 8,27 |

## 2.5 LA ESTRUCTURA TARIFARIA

El costo promedio mensual por conexión, como presentado, debe ser la base para la definición de la estructura tarifaria del sistema. La estructura tarifaria debe considerar que el servicio tiene una función social pero también que tiene valor económico. De esta forma la estructura tarifaria debe permitir:

- Considerar el aspecto social del servicio, utilizado para atender a las necesidades básicas de las personas.

- Considerar el aspecto económico del servicio, utilizado para los demás usos.

Para el primer caso es usual adoptar una tarifa variable para los consumidores residenciales. Para los niveles de utilización del sistema que se mantienen dentro de los límites de las necesidades básicas del ser huma-

no, muchas veces se establecen costos unitarios más bajos, en algunos casos se opta por el establecimiento de subsidios para las poblaciones más pobres, de manera que se puedan mantener los costos dentro de la capacidad de pago de la comunidad.

Para el segundo caso se adoptan costos unitarios más elevados, incluso para los consumidores residenciales; los costos pueden aumentar progresivamente con el aumento de la utilización del servicio. Para los otros usos no domésticos, es usual definir tarifas distintas por el tipo de actividad del usuario. De esta forma se definen tarifas para las industrias, comercio e instituciones públicas o privadas.

La definición de los varios niveles de precios en la estructura tarifaria debe tomar en cuenta el volumen demandado en cada rango o tipo de utilización del servicio y lograr, mediante la composición del volumen y precio correspondiente, el valor de la tarifa promedia necesaria para los ingresos que el sistema debe generar. Cuando se adoptan subsidios en los niveles más bajos de consumo doméstico, es posible establecer que los niveles de consumo más elevados tengan precios mayores de manera que logren el equilibrio entre los ingresos y los costos del sistema.

El cuadro a continuación presenta un ejemplo de estructura tarifaria basada en lo anteriormente expuesto, considerando el costo promedio para el servicio del sistema sin gestión compartida. Se consideró una producción per capita de desagüe de 120 l/hab./día, con un volumen mensual de aguas servidas de 6480 $m^3$ a ser recolectado y tratado por el sistema. Considerando la tarifa promedio por conexión calculada anteriormente de US$ 5,20 /conexión/mes, el resultado será la necesidad de ingresos mensuales del orden de US$ 1872,00 para garantizar el equilibrio económico/financiero, resultando un costo promedio de US$ 0,288 por $m^3$ colectado.

**MODELO DE ESTRUCTURA TARIFARIA**

| Tipo de uso | Rango de consumo $m^3$/mes | % del volumen total producido | Volumen producido $m^3$/mes | Tarifa US$/$m^3$ | Ingresos mensuales US$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Residencial | hasta 5 | 45 | 2916 | 0,22 | 641,52 |
| | 5 a 10 | 20 | 1296 | 0,26 | 336,96 |
| | 10 a 15 | 10 | 648 | 0,30 | 194,40 |
| | 15 a 20 | 5 | 324 | 0,40 | 129,60 |
| | 20 a 25 | 2 | 129,6 | 0,55 | 71,28 |
| | mayor de 25 | 1 | 64,8 | 0,70 | 45,36 |
| Industrial | | 8 | 518,4 | 0,30 | 155,52 |
| Comercial | | 3 | 194,4 | 0,45 | 87,48 |
| Institucional | | 6 | 388,8 | 0,60 | 233,28 |
| | **TOTALES** | **100** | **6480** | | **1895,40** |

Como se aprecia en el cuadro anterior, la estructura tarifaria adoptada incorpora subsidios con relación al costo promedio del servicio de US$ 0,288/m$^3$, para los rangos de consumo hasta 10 m$^3$/mes. Ese subsidio es compensado por los rangos superiores de consumo doméstico y por los usos comerciales e institucionales.

Del cuadro anterior también se verifica que para la definición de la estructura tarifaria es necesario conocer la demanda por los servicios. En el caso presentado se adoptó una demanda relacionada a áreas de bajos niveles de ingresos, donde 65% de la demanda por los servicios está relacionada a volúmenes de consumo inferiores a 10m$^3$ mensuales.

Es importante notar que la relación entre el aumento de los valores de las tarifas y el aumento de ingresos no es linear, puesto que con el aumento de los costos hay una tendencia de reducción de los consumos por parte del usuario.

## 3. Costos de servicios por demanda de los usuarios

En el caso de los sistemas condominiales, se recomienda que el operador disponga de una tabla de precios unitarios de los diversos servicios de mantenimiento del ramal condominial que podrá ser ofrecido a los vecinos que optarán por el mantenimiento de los ramales. Esta tabla será utilizada en las situaciones en que los vecinos prefieran llamar a la EPS para el mantenimiento del ramal.

En las reuniones para la definición de los acuerdos con los vecinos, estos costos deben ser presentados y, si fuera el caso, pueden ser parte del futuro contrato con la EPS. La tabla debe contener los servicios que usualmente pueden ser requeridos en ramales condominiales, tales como eliminación de taponamientos, sustitución de tuberías, sustitución de tapas, sustitución de cámaras de inspección, etc., y los precios respectivos, incluyendo su forma de medición.

Una sugerencia para este tipo de tabla se presenta a continuación.

| Servicio | Forma de medición | Costo unitario US$ |
|---|---|---|
| Sustitución de Tapa | Unidad | 10,00 |
| Sustitución de Caja de Inspección 40cm | Unidad | 45,00 |
| Sustitución de Caja de Inspección 60cm | Unidad | 150,00 |
| Sustitución de tubería de PVC interna de 100 mm | Metro | 11,00 |
| Sustitución de tubería de PVC de 100 mm en vereda | Metro | 16,00 |
| Limpieza de Taponamiento | Unidad | 15,00 |

# 7. Contratos para el desarrollo del proyecto

# 7. Contratos para el desarrollo del proyecto

Si el sistema condominial se muestra viable, en todos los aspectos que deben ser evaluados para su implantación, la EPS debe planear su desarrollo, incluyendo todas las acciones que son necesarias para la implementación de las obras, de las actividades de movilización comunitaria y de los procedimientos administrativos involucrados. La forma en que los trabajos serán ejecutados, sea mediante contratos con terceros o por administración directa, define todo el planeamiento del proyecto, los plazos, equipos, costos y responsabilidades involucradas con la implementación. Cuando se inicien las obras, el seguimiento del proyecto deberá darse de acuerdo con las definiciones establecidas en su planeamiento, procurando cumplir con las metas establecidas.

Las principales decisiones previstas para planear el desarrollo del proyecto se presentan a continuación.

## 1. Forma de implementación

La forma de implementación del proyecto implica la definición de como los servicios serán ejecutados y la modalidad de los contratos para los diversos componentes del sistema.

## 2. Contrataciones

La decisión sobre la cantidad, forma y extensión de los contratos para la implementación del proyecto debe ser tomada por la entidad gestora considerando el tamaño del proyecto y la capacidad de la institución responsable en su implementación.

Exigencias específicas del agente financiero también deben ser consideradas, ya que pueden demandar informes y controles no usuales en la institución gestora del proyecto. Los Términos de Referencia elaborados para la implantación del sistema deben ser revisados por especialistas en este tipo de documentos, ya que envuelven aspectos técnicos, comerciales, administrativos y jurídicos que influyen en el contrato.

La entidad gestora del proyecto deberá tomar en cuenta los plazos necesarios para las diversas contrataciones, garantizando de esta manera que las obras se inicien de manera integral. También es importante considerar los plazos para el suministro de materiales, debiendo contar con estos al inicio de las obras.

Una breve descripción de los contratos que normalmente deben ser considerados se detalla a continuación:

| PRINCIPALES CONTRATOS INVOLUCRADOS EN LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CONDOMINIAL |
|---|
| **I. Contrato de Obras – Redes públicas y ramales condominiales**<br>Normalmente se recomienda que los ramales condominiales sean contratados en conjunto con las redes públicas en la modalidad de precios unitarios. Como existe la posibilidad que los vecinos asuman parte de la construcción de los ramales condominiales, la entidad gestora debe decidir en que extensión esto sucederá.<br><br>El contrato para la ejecución de las redes debe destacar que la parte cuantitativa prevista puede cambiar de acuerdo con el nivel de participación de los vecinos. La parte cuantitativa estimada para el contrato ya debe considerar la posibilidad de participación de la comunidad.<br><br>Debe quedar claro para el contratista que la construcción de las redes públicas solamente podrá ser iniciada luego de la definición del diseño final de ingeniería, es decir, después de la definición del diseño de los ramales condominiales, que se realiza en la etapa de Movilización Comunitaria, con la participación de la comunidad beneficiaria. |
| **II. Contrato de Obras - Cámaras de bombeo y plantas de tratamiento**<br>Estas unidades deben ser contratadas en conjunto, por una economía de escala, en modalidad por precio global. El diseño final de las plantas, con la adaptación al tipo de equipos que será suministrado por el contratista deberá ser de su responsabilidad, mediante supervisión de la entidad gestora del contrato. |

| PRINCIPALES CONTRATOS INVOLUCRADOS EN LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CONDOMINIAL |
|---|
| **III. Contrato para compra de materiales**<br>Para obtener ahorros en los precios de los materiales previstos en las obras, es posible considerar la compra directa de los mismos. Esto es especialmente válido para las tuberías y cámaras de inspección previstas, puesto que se trata de materiales de aplicación general.<br><br>En la compra directa de los materiales, se deberá considerar los plazos previstos, evitando así retrasos en las obras por falta de materiales. |
| **IV. Contrato de Servicios – Trabajo de Movilización Comunitaria**<br>La contratación de los trabajos de Movilización Comunitaria debe ser realizada con uno o dos meses de anticipación con relación a las obras, para empezar con los trabajos comunitarios y generar los acuerdos con los vecinos que permitan definir el diseño al detalle del sistema y el inicio de las obras. La modalidad del contrato debe tomar en cuenta las diversas actividades específicas de los trabajos de movilización comunitaria. |
| **V. Contrato de servicios - Supervisión de las obras**<br>La contratación de la supervisión de las obras debe realizarse cuando la institución responsable por el sistema no dispone de equipos para este servicio. La supervisión debe ser responsable por la medición de las cantidades ejecutadas a pagar y por su calidad. El contrato generalmente tiene la modalidad de precios unitarios, por tipo de personal y horas dedicadas al servicio. |
| **VI. Estructura de Seguimiento**<br>Es importante definir la estructura de seguimiento del proyecto, puesto que la mayoría de las instituciones tienen limitaciones en cuanto a personal para esta actividad. El seguimiento del proyecto involucra una serie de actividades, incluyendo la supervisión técnica, financiera y administrativa de los diversos contratos previstos, como también todos los procedimientos determinados por el financiamiento del proyecto, que incluye informes de avance, control físico financiero, etc.<br><br>Si la institución responsable por el proyecto no dispone de personal adecuado para esta actividad, también es recomendable su contratación. |

# 3. Términos de referencia para las contrataciones

Para la contratación de un proyecto condominial es necesario que se incluyan los requisitos específicos relacionados a este sistema, que deben estar obligatoria y claramente indicadas en los Términos de Referencia de las contrataciones.

## 3.1 TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACIÓN DEL DISEÑO

Los principales aspectos relacionados con el sistema condominial que deben ser solicitados como producto del trabajo de diseño del sistema, y que deben estar explícitos en los Términos de Referencia, están presentados en el cuadro a continuación.

| PRODUCTOS A SER SOLICITADOS EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA CONDOMINIAL |
|---|
| **I. Caracterización del proyecto y su ambiente.**<br><br>Para este propósito debe ser solicitado un estudio completo de la situación real del área, incluyendo visitas de campo, discusiones con la Municipalidad, con los varios sectores involucrados, y contactos con los habitantes del área y sus representantes. Comprende la caracterización del proyecto y su ambiente como:<br><br>o Factibilidad de servicio<br>o Área a ser atendida<br>o Población a ser beneficiada<br>o Características sociales del área<br>o Características físicas del área<br>o Estructura institucional existente<br>o Legislación aplicable |
| **II. Estudio de Alternativas**<br>El diseño debe involucrar un estudio previo de alternativas para el sistema, de forma que se adopte la solución que se muestre más viable bajo los puntos de vista técnico, económico y social, considerando las características del proyecto y su ambiente. La evaluación de las alternativas debe ser efectuada en el horizonte del proyecto, incluyendo los costos operacionales y de mantenimiento involucrados en cada alternativa. Además del estudio económico para la comparación de las alternativas, una evaluación multicriterio también es recomendable, que permita evaluar aspectos subjetivos relacionados a cada alternativa.<br><br>El estudio de alternativas debe contener los siguientes aspectos principales:<br><br>o Definición de las cuencas<br>o Alternativas para el trazado de las redes<br>o Alternativas para ubicación y número de plantas de bombeo<br>o Alternativas para ubicación y número de plantas de tratamiento<br>o Nivel de tratamiento requerido determinado por la legislación<br>o Costos de inversión, operación y mantenimiento involucrados para cada alternativa<br><br>Los Términos de Referencia deben priorizar la preferencia por sistemas que sean más económicos, como resultado del estudio de alternativas. Este estudio debe obligatoriamente considerar los diversos aspectos relacionados al diseño de ingeniería tales como: optimización de la ubicación de las redes públicas, mediante la comparación de alternativas con mayores profundidades y menor número de plantas de bombeo, o menores profundidades y más plantas de bombeo; la centralización y descentralización del tratamiento, |

| PRODUCTOS A SER SOLICITADOS EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA CONDOMINIAL |
|---|
| incluyendo en el estudio los costos operacionales para el período del proyecto y la utilización de procesos naturales de tratamiento, aún cuando sea necesario utilizar áreas más lejanas del área a ser atendida con el sistema condominial, con bajos niveles de mecanización y dependencia de fuentes externas de energía. |
| **III. Diseño**<br>El diseño de la alternativa elegida por el estudio de alternativas debe contemplar todos los elementos técnicos necesarios a su licitación y posterior implementación. Como resultado final el diseño debe presentar:<br>o Informe descriptivo técnico del sistema<br>o Planos de ingeniería (plano general del sistema y planos de detalles)<br>o Memorias de cálculo<br>o Especificación de los materiales previstos<br>o Detalles constructivos<br>o Presupuestos de cada elemento del sistema:<br>• Ramales condominiales<br>• Red colectora<br>• Cámaras de bombeo<br>• Plantas de tratamiento<br>o Costos operacionales para cada elemento del sistema:<br>• Materiales<br>• Mano de obra<br>• Servicios de terceros<br>• Costos administrativos |

## 3.2 TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACIÓN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICO- FINANCIERA

La preparación de los Términos de Referencia para la contratación de los servicios de evaluación económico-financiera debe ser conducida por técnicos que ostentan experiencia en este tipo de servicio y que, de ser posible, sean integrantes del equipo de supervisión del contrato y sus productos. También puede ser necesaria la contratación de un consultor para la elaboración de los Términos de Referencia, ya que ese incluye aspectos técnicos, comerciales, administrativos y jurídicos que influyen en el contrato. Los principales aspectos relacionados al sistema condominial que deben ser solicitados como producto de la evaluación económico-financiera del proyecto, y que deben ser solicitados por los Términos de Referencia, se presentan a continuación.

**PRODUCTOS QUE DEBEN SER SOLICITADOS EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DEL SISTEMA CONDOMINIAL.**

**I. Evaluación de la Tasa de Conexión**

Para este propósito un estudio completo de la situación de la comunidad debe ser promovido, identificando la demanda por los servicios y la capacidad y voluntad de pago. Se deben levantar los costos involucrados con la construcción de los ramales y las diversas formas de participación de la comunidad. El valor de la tasa de conexión debe ser propuesto de manera que garantice la viabilidad del proyecto. En resumen la caracterización de la tasa de conexión debe involucrar:

- Encuestas sobre niveles de ingresos de la población
- Encuestas sobre voluntad de pago de la población
- Niveles de participación de la población en la construcción
- Estimación de los costos para los ramales condominiales
- Alternativas para los costos y forma de pago para las tasas de conexión

**II. Evaluación de la tarifa**

La propuesta de una estructura tarifaria debe involucrar todos los estudios necesarios para verificar la condición de recuperación de las inversiones realizadas en el sistema y permitir los ingresos necesarios para su operación y mantenimiento adecuado. Por tanto deben ser levantados todos los costos involucrados con la implantación y operación/mantenimiento del sistema y las condiciones del financiamiento. La estructura tarifaria debe proponer la caracterización de los tipos de usuarios y los diversos niveles tarifarios para las diversas fajas de consumo. En resumen la caracterización de la estructura tarifaria debe involucrar:

- Costos de implantación del sistema
- Costos de operación y mantenimiento del sistema
- Condiciones de pago del financiamiento
- Perfil de consumo de los usuarios
- Estructura tarifaria existente
- Niveles de participación del usuario
- Caracterización de los tipos de usuarios
- Caracterización de los niveles tarifarios

Uno de los primeros pasos del estudio de tarifas es la determinación de la voluntad y capacidad de pago de la comunidad a ser atendida. Este estudio determinará el nivel de servicios que se podrá emplear de acuerdo con la capacidad de pago determinado. Este estudio se realiza mediante el empleo de encuestas que determinan el nivel de ingresos de la comunidad, su demanda por los servicios que se ofrecen y los valores que la comunidad está dispuesta a pagar por los servicios que desea. La voluntad y capacidad de pago de la comunidad deberán ser comparadas con los valores de ingresos necesarios para cubrir los costos resultantes de la operación del sistema.

El costo de operación del sistema deberá ser determinado de una forma detallada, procurando incluir todos los aspectos de la operación. Para esto es necesario tener una visión de como estará organizada la operación, incluyendo la estructura de la organización a ser planeada, de esta forma se tendrá una idea clara de los costos que efectivamente se realizarán con la operación. Los costos deben contener todos los costos de personal, tanto para la operación, mantenimiento y tareas administrativas, como los costos de materiales, herramientas y servicios de terceros, como por ejemplo, el suministro de energía eléctrica. Para la determinación de estos costos, todo el sistema debe ser considerado, incluyendo las redes, plantas de bombeo y plantas de tratamiento, así como también los costos que demandan las áreas administrativas involucradas.

Con la capacidad/voluntad de pago y los costos para la operación del sistema es posible comprobar el equilibrio económico/financiero del sistema. Si los costos de operación se muestran más elevados que la capacidad de pago, se puede verificar la posibilidad de cambiar alguna característica del sistema o de su administración, de manera que se puedan obtener costos más reducidos o, en último caso, será necesario recurrir a alguna forma de subsidio para la operación.

Es muy importante que el estudio sea realizado lo más detallado posible, ya que será asumido por la entidad gestora como una guía del sistema durante su funcionamiento, así como un insumo fundamental para la evaluación de los costos practicados en la operación.

Cuando la EPS dispone de una estructura de tarifas que involucra los costos para los servicios de suministro de agua y alcantarillado, el estudio debe verificar los valores practicados que permiten el equilibrio del nuevo sistema, también puede servir de base para la reformulación de la estructura tarifaria existente.

PROAGUA
PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

gtz
Cooperación Técnica Alemana

Los Faiques 140, Santa Victoria, Chiclayo, Perú
Tel: +51-74-234 928
Fax: +51-74-272 823
e-mail: sede-central@proagua-gtz.org.pe
página web: www.proagua-gtz.org.pe