

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
INAA, ENTE REGULADOR

NORMATIVA

ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL

**GUÍA DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE
SISTEMAS**

B R A S I L



ABC Agência Brasileira
de Cooperação
MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Cooperación Suiza
en América Central**



INDICE DE CONTENIDO

	Págs.
PRÓLOGO	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. OBJETIVO	5
III. TERMINOLOGIA	5
IV. CONFIGURACIÓN Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO	7
4.1 Configuración del Sistema	7
4.2 Parámetros de Diseño	11
a. Red pública	11
b. Ramales condominiales	12
c. Dimensionamiento hidráulico	15
d. Dispositivos de Inspección	17
V. BIBLIOGRAFIA	19

PRÓLOGO

El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) como Ente Regulador de la prestación de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario tiene el mandato de Ley de elaborar y actualizar las normas técnicas para la formulación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y sostenimiento de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento y hoy corresponde entregarles la “Guía de criterios técnicos para el diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial”.

Esta Guía forma parte del esfuerzo conjunto para integrar e impulsar la implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial como alternativa que permite reducir costos de inversión y hace partícipe a las familias nicaragüenses del proyecto y de una mejor convivencia comunitaria.

Esta Guía forma parte fundamental de la Guía técnica de Alcantarillado Sanitario Condominial conformada por la Guía de movilización técnica y social y la presente Guía de criterios técnicos para el diseño.

El contenido de la Guía tiene como finalidad determinar los principales criterios técnicos que deben considerarse para el diseño de un Sistema de Alcantarillado sanitario Condominial y el uso de la misma implica la construcción de un diseño eficiente y con un mayor aprovechamiento técnico, teniendo como principal supervisor a las familias capacitadas integralmente y comprometidas con obtener una mejor y más saludable calidad de vida.

Carlos E. Schutze
Presidente Ejecutivo de INAA

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas de menor costo y de mayor efectividad ha llevado al desarrollo de diversas tecnologías apropiadas. Tal es el caso del Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial, que también puede ser usado en interconexión con un Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional. Una de las grandes ventajas del Sistema de Alcantarillado Condominial es que garantiza un índice de conectividad de los usuarios al Sistema cercano al 100%, situación inusual cuando se instalan solamente redes de Alcantarillado convencional. Otra ventaja radica en que impulsa la implementación conjunta de la red colectora y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, evitando el deterioro de los cuerpos receptores y consecuentemente del medio ambiente.

El Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial se desarrolló en Brasil a finales de la década de 1970, donde en un principio se aplicó en las ciudades de los Estados de Rio Grande do Norte y Pernambuco. En las dos últimas décadas se ha expandido a varias ciudades de los Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahía, Rio de Janeiro y Distrito Federal. Durante ese mismo período el Sistema se ha implementado igualmente en otros países como: Perú, Bolivia y Paraguay.

El Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial fue propuesto por el ingeniero brasileño José Carlos Melo, y sus principales características es su probada eficacia en la universalización de la atención en el menor plazo posible, el compromiso ético, social y técnico del proyectista, la optimización de los recursos públicos y la efectividad del Sistema proyectado.

Esta es una concepción que asocia un proceso de participación comunitaria al uso de una tecnología adecuada para resolver los problemas de saneamiento, a fin de lograr su compromiso fundamental, la universalización de la atención.

El modelo de Alcantarillado Sanitario Condominial promueve cambios en el trazado de redes, el diámetro y la profundidad, resultando en ahorros considerables con relación al Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional que permiten reducir los costos de inversión, operación y mantenimiento en esa infraestructura. Los recursos para la inversión de Sistemas de Alcantarillado Sanitario Condominiales representan entre el 30% y 60% del valor requerido para la construcción de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario Convencionales.

Por otro lado, incluye un componente social en su implementación, haciendo a los usuarios partícipes desde la concepción de la infraestructura, su construcción, y mantenimiento, siendo el nivel de participación definido por el mismo poblador.

Los resultados esperados son la optimización del Sistema, un mejor funcionamiento y el buen uso de la infraestructura. Beneficios adicionales han sido reportados en Sistemas implantados en zonas urbano-marginales, como es el mejoramiento de las viviendas, el aumento de la autoestima de los beneficiarios y la elevación de las condiciones de vida de los pobladores.

El Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial es una alternativa que se puede adoptar para disminuir el déficit de cobertura y consecuentemente, mejorar las condiciones de salud de las poblaciones menos favorecidas.

II. OBJETIVO DE ESTA GUÍA

Presentar los criterios técnicos para el diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario de tipo Condominial y destacar la necesidad del involucramiento de la comunidad en la concepción del proyecto.

III. TERMINOLOGÍA

Para fines de esta Guía se establecen los siguientes términos:

Término	Definición
Aguas residuales domésticas	Desecho líquido resultante de los hábitos higiénicos del hombre y sus actividades domésticas.
Altura de recubrimiento del colector o ramal	Diferencia de nivel entre la superficie del terreno y la corona de la tubería.
Aguas residuales	Desecho líquido proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales e institucionales.
Área tributaria	Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.
Caja de Inspección (CI)	Dispositivo destinado a conectar dos o más colectores o ramales condominiales, permite la inspección y el mantenimiento de la red. Además, tiene la finalidad de constituir el punto de conexión de las instalaciones sanitarias domiciliarias en el lote. Pueden tener un diámetro de 40 cm ó 60 cm.
Caudales de aporte	Son caudales de contribución medio, máximo y mínimo (l/s). Deben ser considerados los

	coeficientes que intervienen en la determinación de estos caudales.
Caudal de diseño del Alcantarillado	Es el caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más el caudal de infiltración y los caudales adicionales por otros usos no domésticos, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.
Caudal por infiltración (Qi)	Agua proveniente del subsuelo y otros ingresos de agua de lluvia, indeseable para el sistema separado, que puede penetrar en las alcantarillas.
Coefficiente de flujo máximo (K)	Es la relación entre el caudal medio y el caudal máximo horario. Usualmente determinado por fórmulas en las cuales interviene la población y las características de consumo de agua.
Coefficiente de retorno o aporte (C)	Relación entre el volumen de agua residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida.
Colector o ramal	Es una tubería que funciona por gravedad, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto en su trayecto.
Conexión domiciliar	Es la tubería de que conduce el agua residual de un lote al ramal condominial o a la red pública.
Cuenca de contribución	Conjunto de áreas contribuyentes, cuyas aguas residuales fluyen hacia un punto único de concentración.
Instalación sanitaria domiciliar	Conjunto de tuberías de alcantarillado sanitario, caja de registro domiciliar, accesorios y artefactos que se encuentran dentro de los límites de la propiedad.
Pozo de visita sanitario (PVS)	Cámara visitable a través de una abertura existente en su parte superior, destinada a permitir la confluencia de dos o más colectores y los cambios de dirección horizontal y vertical de la tubería. Además, tiene la finalidad de permitir la inspección y el mantenimiento de las alcantarillas.
Profundidad del colector o ramal	Diferencia de nivel entre la superficie del terreno y la solera ó invert del colector.
Red de Alcantarillado Sanitario	Conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, cámaras de inspección,

	terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza.
Tramo de colector o Ramal	Es la longitud de colector comprendida entre dos cajas de inspección.

IV. CONFIGURACIÓN Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL

4.1 Configuración del Sistema

El Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial está destinado a recolectar y transportar Aguas Residuales utilizando la concepción de microsistemas y teniendo el “Condominio” (manzana) como la unidad básica de atención, donde el sistema colector está compuesto de una red pública concebida para captar las Aguas Residuales de los ramales condominiales en el punto más bajo de cada manzana o bloque.

Además, involucra el componente de participación comunitaria con el objetivo de contribuir en la búsqueda de la mejor solución, con el usuario de cada lote.

- a. **El Condominio** es la “unidad de atención e intervención técnica y social” en el modelo condominial (Ver ejemplo de manzanas A, B, C y D en la Figura N° 1), corresponde a un agregado de casas, que son atendidas por un mismo ramal de Alcantarillado (Ramal Condominial).

En el **urbanismo regular**, en general, el Condominio corresponde a la manzana y tiene un número entre 20 y 50 viviendas, como podemos observar en la Figura N° 1.

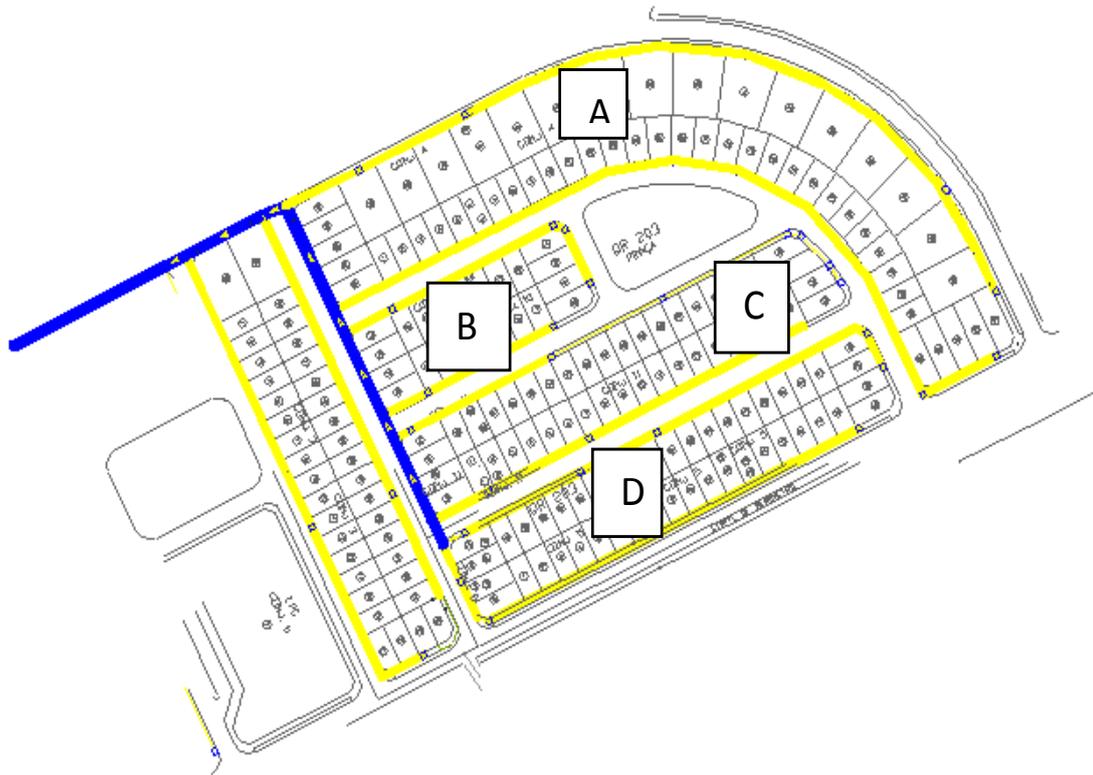


Figura N° 1: Condominios

- b. El Ramal Condominial** es la tubería que recolecta las Aguas Residuales de un conjunto de lotes vecinos dentro de una misma manzana, que descarga a la red pública en el punto más bajo del condominio. Corresponde a la conexión colectiva de un condominio. Tiene que ubicarse de manera que sea posible la recolección de las Aguas Residuales de las viviendas del condominio por gravedad, preferencialmente en áreas protegidas (interna en los lotes o aceras). Ver Figura N° 2.

Tiene el compromiso de atender todas las casas, observando las condiciones de sus instalaciones. La atención puede ser por el fondo del lote, por el jardín o en aceras.

Podemos observar en la Figura N° 2 el Ramal Condominial en un **urbanismo regular** y las diferentes alternativas que se muestran como son fondo del lote, jardín o aceras.

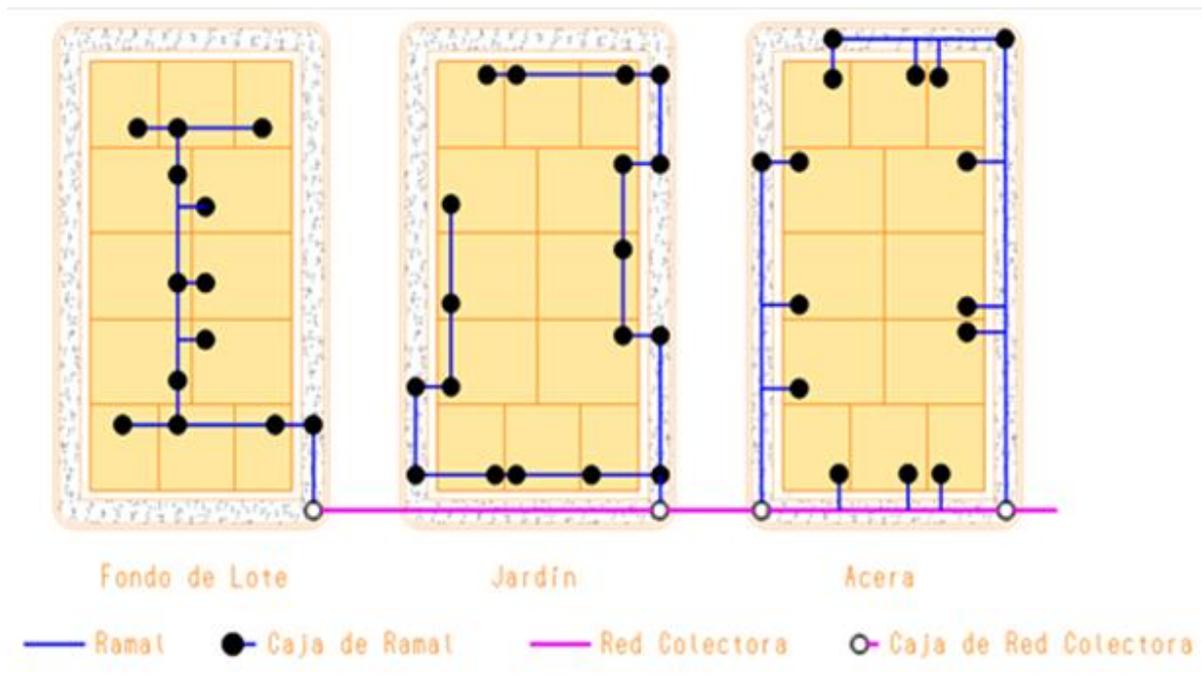


Figura N° 2: Urbanismo regular-Alternativas de Ramales

En el caso de **urbanismo irregular**, se agrupan las casas vecinas que puedan ser atendidas por un único “ramal” (con cualquier tipo de forma), tal como lo observamos en la Figura siguiente:

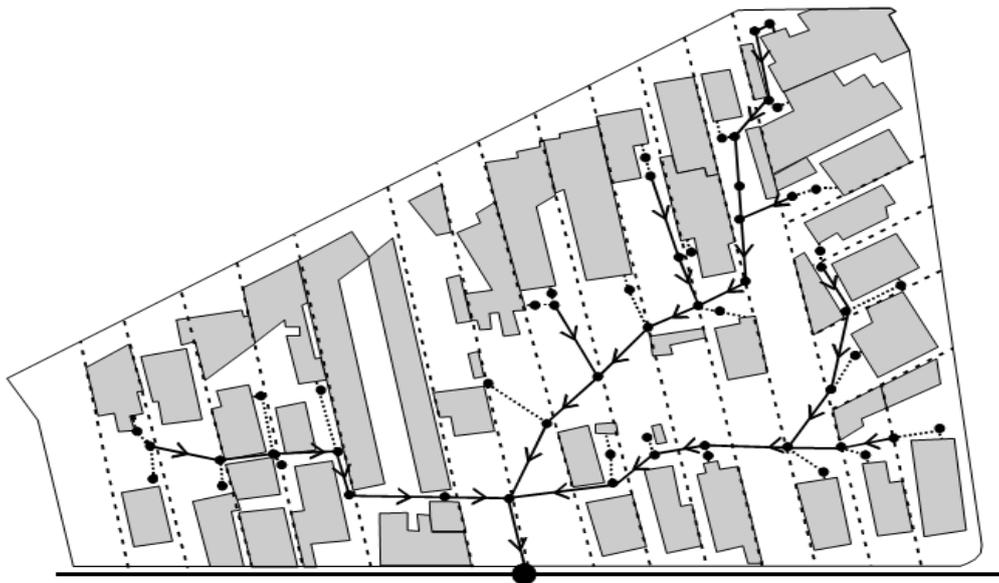


Figura N°3: Urbanismo irregular–Ramal posible

c. Microsistemas. La concepción del Microsistema está relacionada al fraccionamiento del Sistema de colecta de Agua Residual del Alcantarillado Sanitario en pequeños subsistemas.

El límite de los Microsistemas debe ser ajustado a las cuencas y sub-cuencas naturales de drenaje de la localidad, para minimizar los costos de las estructuras de transporte de agua residual. Cada Microsistema debe tener la mayor independencia posible, de modo que su implementación pueda ser efectuada por etapas, tal como se observa en la Figura N° 4.

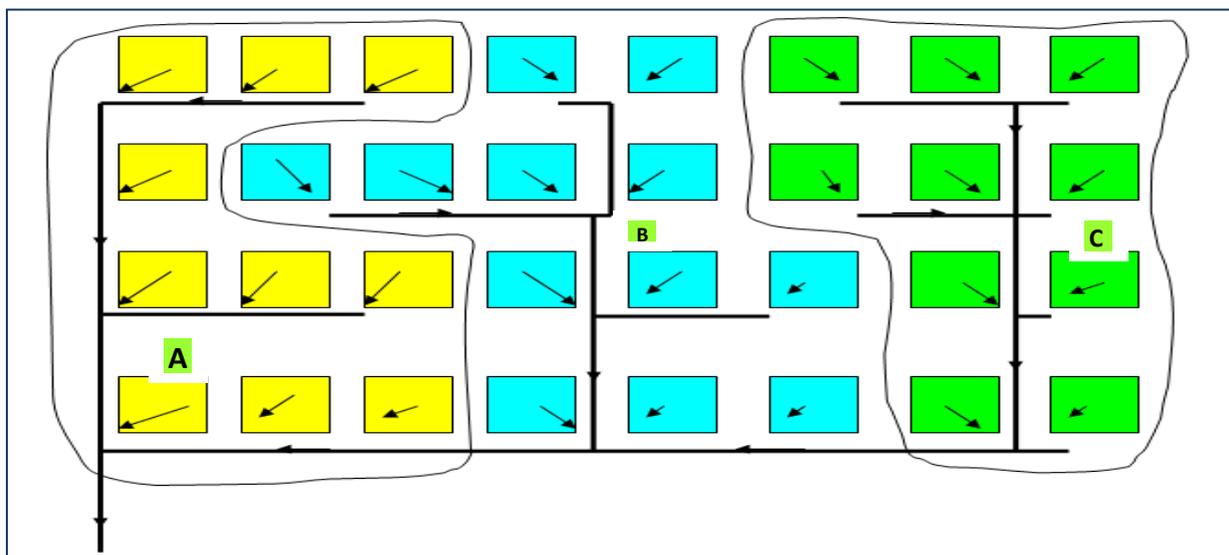


Figura N° 4: Dibujo esquemático de Microsistemas
(A color amarillo, B celeste y C verde)

Un Microsistema, por lo tanto, tiene las siguientes características:

- Pertenece a una misma cuenca de drenaje;
- Tiene Sistema colector independiente;
- Permite la implementación del tratamiento de Aguas Residuales aislado del resto del Sistema;
- Pertenece a una misma etapa de implementación.

d. Red pública condominial. Está constituida por el conjunto de tuberías ubicadas en los puntos más bajos del condominio (manzanas) y reciben las Aguas Residuales de Ramales Condominiales o conexiones domiciliarias. Se ubican preferentemente en área protegida o aceras. Ver Figura N° 5.

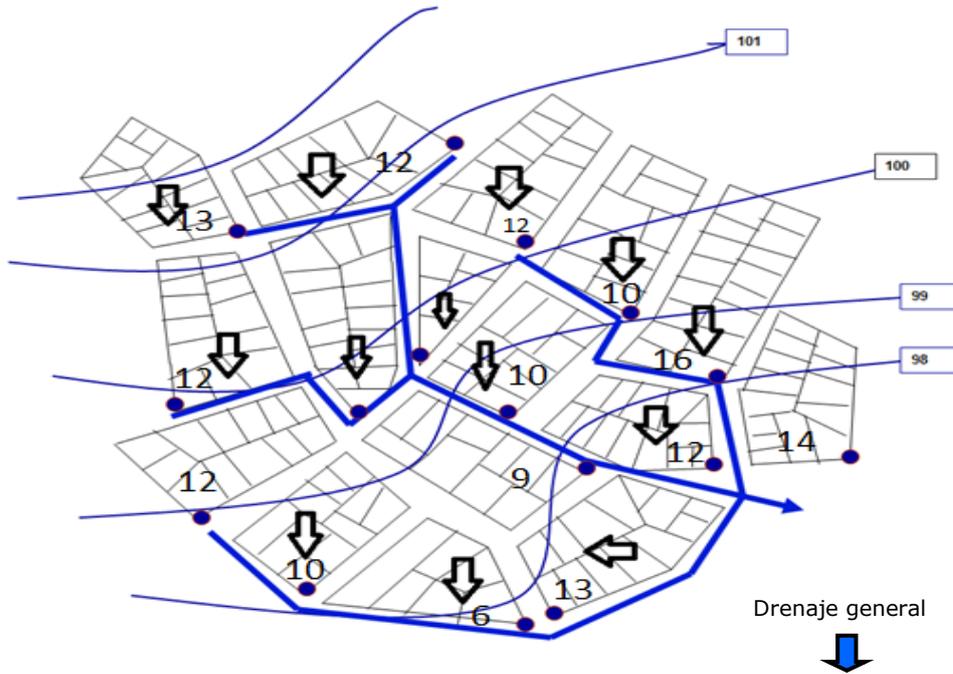


Figura N° 5: Dibujo esquemático de la red pública condominial

4.2 Parámetros de Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial

Los parámetros de diseño más relevantes son los siguientes:

a. Red pública

- La distancia máxima entre los dispositivos de Inspección debe ser menor o igual de 100m;
- El diámetro mínimo es igual a 150mm;
- El material de la tubería es PVC, polietileno u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas;
- El recubrimiento mínimo de la tubería es de:
 - 0,60m en aceras
 - 1,10m en calles

→ Ubicación de la red pública:

Se realiza en función de la profundidad y el ancho de aceras, así como del diámetro de la tubería, tal como se describe a continuación:

- Para diámetros hasta 200mm preferiblemente instalarlos en áreas protegidas o aceras. En este caso las conexiones de los lotes son realizadas directamente en esta red, por medio de una silleta. Debe ubicarse a 1,00m del límite de las viviendas o a distancia adecuada para que no afecte muros o paredes existentes.
- Para diámetros hasta 200mm, pero con profundidades que indiquen ser desfavorable en la acera (incompatible con el ancho de la acera), deben ser ubicados en la calle, a 1,0m en la banda norte de las calles y a 1,0m de la banda oeste de las avenidas próxima a la cuneta. En este caso, la conexión de la vivienda se debe realizar directamente en la red por medio de una silleta.
- Para diámetros hasta 200 mm con grandes profundidades, debe ser ubicada en la calle, a 1,0m en la banda norte de las calles y a 1,0m de la banda oeste de las avenidas, próxima a la cuneta. En este caso, en términos de conexión, debe realizarse un estudio para verificar la mejor situación (técnica/costos) entre las alternativas de conectar directamente las viviendas en la red o hacer un ramal condominial en la acera y luego conectarlo al final en la red.
- Para diámetros mayores que 200mm, la red debe ubicarse en la calle. En este caso la red no recibe conexión directa de las viviendas. Sólo se conectan los ramales.

b. Ramales Condominiales

→ La distancia máxima entre los dispositivos de Inspección es de 50m;

→ El diámetro de la tubería es de 100 mm;

→ El material de la tubería es de PVC, polietileno u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas;

→ El recubrimiento mínimo de la tubería es de:

- 0,60m en aceras
- 0,40m en jardín
- 0,30m en fondo de lote

→ Ubicación de los ramales:

El principio es atender a todas las viviendas del condominio por gravedad, para lo que se requiere conocer las condiciones de las instalaciones sanitarias domiciliarias existentes (ubicación, nivel de salida, etc.). Por lo tanto, el ramal tiene que ubicarse de manera más adecuada para las condiciones locales, según las siguientes condiciones:

- Ramal de acera: A 0,70m como mínimo del límite del lote. En este caso, las conexiones son realizadas por medio de TEE Sanitaria o caja de inspección. De esta TEE Sanitaria se conecta un tramo de ramal hasta 0,70m dentro del lote, finalizando con una caja de inspección que recibe la conexión de las instalaciones sanitarias de la vivienda.
- Ramal de jardines: A 0,70m como mínimo del límite frontal del lote (por dentro). En este caso, a lo largo del ramal hay una caja de inspección en cada lote para recibir las instalaciones sanitarias de la vivienda.
- Ramal de fondo de lote: A 0,70m como mínimo del límite de fondo del lote. En este caso, a lo largo del ramal hay una caja de inspección en cada lote para recibir las instalaciones sanitarias de la vivienda.
- Ramal posible: Se refiere a situaciones donde el urbanismo es irregular, el terreno se presenta con topografía compleja o la ocupación es irregular. En este caso hay que instalar el ramal donde sea posible incluir todas las casas.

Las medidas sugeridas pueden sufrir alteraciones en función de las condiciones locales. También se pueden hacer pequeñas deflexiones horizontales (cambios de dirección) en la red para salvar obstáculos a lo largo del ramal.

c. Dimensionamiento hidráulico

Los principales criterios técnicos del diseño hidráulico son:

- Contribución per cápita: está en función de la dotación de agua potable para la localidad.
- Caudales de diseño. Los caudales para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

- **Caudal mínimo.**

El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario.

De acuerdo a la experiencia Brasileña:

$$Q_{\min} = 1,5 \text{ l/s} \quad \text{Norma Brasileña (NBR 9649)}$$

Coefficientes:

C: Coeficiente de retorno = 0,80

- **Caudal medio (Qmed).**

Estimación igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

- **Caudal máximo horario.**

$$Q_{mh} = K * Q_{med}$$

Donde:

K = Coeficiente de flujo máximo.

$$K = K1 * K2 \quad \text{NBR 9.649}$$

K1=1,2: Es el coeficiente para estimar el caudal máximo diario con relación al caudal medio diario.

K2= 1,5 a 2,2: Coeficiente de caudal máximo horario, es la relación entre caudal máximo horario y el caudal medio horario conforme la Tabla siguiente:

Tamaño de la población (habs.)	Coefficiente k2
< 2000	2.2
2000 a 10000	2
10000 a 100000	1.8
> 100000	1.5

Fuente: Norma Técnica de diseño para Sistemas de Alcantarillado, Bolivia.

- **Caudal de diseño (Qd).**

El dimensionamiento de los conductos deberá atender los máximos caudales de descarga según la siguiente expresión:

$$Qd = Qmh + Qi + Qc + Qind + Qinst$$

Donde:

Qi = Caudal de infiltración

Qc = Caudal comercial

Qind = Caudal industrial

Qinst = Caudal institucional

- **Caudal de Infiltración (Qi):**

⇒ Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día.

⇒ Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5000 L/ha/día.

⇒ Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25mm de diámetro.

- **Diámetros mínimos**

Red Pública: **D_{min} = 150mm**

Ramales Condominiales: **D_{min} = 100mm.**

- **Tirante Máximo**

⇒ 50% para tubería de 100mm.

⇒ 75% para tubería de 150mm y mayores.

- **Tensión Tractiva**

La tensión tractiva ó fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado.

Se calculará con la ecuación:

$$\tau = W * R_h * S$$

Donde:

W = Peso específico del líquido en N/m³

R_h = Radio hidráulico a caudal mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda valor mínimo de $\tau = 1 \text{ Pa}$

- **La pendiente mínima para $\tau = 1 \text{ Pa}$**

Se calculará como:

$$S = \tau / (W * R_h)$$

En ningún caso será menor que:

⇒ Red Pública: $S_{\min} = 0,0045\text{m/m}$ para $Q_{\min} = 1,5\text{L/s}$

⇒ Ramal Condominial: $S_{\min} = 0,005\text{m/m}$ para $Q_{\min} = 1,5\text{L/s}$

El cálculo de la pendiente mínima para obtener la fuerza tractiva mínima por medio de la fórmula aproximada de cálculo:

$S_{min}=0.0055Q_i^{-0.47}$, es para coeficiente de Manning $n=0.013$ para cualquier tipo de material.

▪ **La pendiente máxima admisible**

Será aquella para la que se tenga una velocidad de 5 m/s, para la red pública.

d. Dispositivos de Inspección

Las principales características de los dispositivos de inspección utilizados son:

Dispositivo de inspección (Diámetro interno)	Profundidad	Material	Utilización
CI - $\phi 0,40m$	hasta 0,60m	concreto simple de 3000 psi	Ramal Condominial
CI- $\phi 0,60m$	$0,60 < h \leq 1,20m$	concreto simple de 3000 psi	Ramal Condominial
CI- $\phi 0,60m$	hasta 1,20m	concreto simple de 3000 psi	Red Pública con diámetro hasta 200mm, en acera
CI- $\phi 0,60m$	hasta 1,20m	concreto armado de 3000 psi	Red Pública hasta 200mm en calle
PVS $\phi 1,0m$	Mayor de 1,20m	concreto armado de 3000 psi ó ladrillo cuarterón	Red Pública hasta 300mm
PVS - $\phi 1,0m$	Mayor de 1,20m	concreto armado de 3000 psi ó ladrillo cuarterón	Red Pública con diámetro de red hasta 400mm
PVS - $\phi 1,20m$	Mayor de 1.20m	concreto armado de 3000 psi ó ladrillo cuarterón	Red Pública con diámetro hasta 700mm
PVS construido en sitio		concreto armado de 3000 psi	Red Pública con diámetro mayor de 700mm

Por razones de costos y de tiempo de construcción, los dispositivos de inspección deberán ser prefabricados y de forma cilíndrica, aunque por limitantes locales podrán ser fabricados en el sitio, de forma cuadrada, de mampostería y la longitud de los lados de la caja corresponderá al diámetro respectivo de la forma cilíndrica.

Los dispositivos de inspección son utilizados obligatoriamente en los siguientes casos:

- Dentro de cada lote, de acuerdo con el diámetro y profundidad citada en la tabla anterior para efectuar la conexión en el Ramal Condominial;
- En el Ramal Condominial de acera, a cada 50m o menos;
- En la red pública, a cada 100m;
- En los cambios de dirección horizontal y vertical de la tubería;
- En el inicio de la red o ramal;
- En la unión de dos o más ramales o colectores.

En los casos en que se tenga que utilizar caídas en un dispositivo de inspección, se deben considerar las siguientes condiciones:

- Se permite caída libre hasta de 0,60m;
- Cuando la caída sea mayor de 0,60m se debe utilizar bajante;

Los Ramales Condominiales se dimensionan de forma simplificada, para atender a un máximo de 50 lotes por condominio. La conexión de los ramales a la red pública se hace en el punto más bajo del condominio.

V. BIBLIOGRAFIA

- 1. GUÍA DEL SISTEMA CONDOMINIAL DE ALCANTARILLADO.**
Companhia de Saneamento Ambiental, COOPERAÇÃO TRILATERAL BRASIL-NICARAGUA-SUIÇA. Febrero, 2013.
- 2. USO DEL CRITERIO DE LA FUERZA TRACTIVA EN EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN NICARAGUA.** Msc. Ing. Sergio Tercero Talavera. Noviembre, 2010.
- 3. GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO.**
OPS-OMS, CEPIS. Lima, 2005.
- 4. GUÍAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**
INAA, Ente Regulador de Nicaragua. Enero, 2004.
- 5. TÉCNICAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL MODIFICACIONES A LA NORMA NB - 688**
- 6. NORMA BRASILEÑA NBR 9649 - PROJETO DE REDES DE ESGOTO, ORIGEM: NB-567/1986.**

