

# La experiencia de los sistemas de agua y alcantarillado condominiales en Brasil

Estudios de casos de Brasilia, Salvador y Parauapebas



Banco Mundial



wsp

water and  
sanitation program



José Carlos Melo

# La experiencia de los sistemas de agua y alcantarillado condominiales en Brasil

**Estudios de casos de Brasilia, Salvador y Parauapebas**

Noviembre 2005

### **Reconocimientos**

Informe elaborado por: José Carlos Melo

Traducción al español: Husni Traducciones, Lima, Perú

Revisado y editado por: Vivien Foster y Miguel Vargas-Ramírez – Banco Mundial

Coordinación de la producción: Oscar Castillo y Beatriz Schippner – Programa de Agua y Saneamiento, América Latina (WSP-LAC)

Fotografía: José Carlos Melo, Jaime Salcedo y WSP-LAC

Diseño y diagramación: Ana María Origone

Impreso en Lima, Perú, por LEDEL S.A.C.

Las observaciones, interpretaciones y conclusiones de este documento son exclusivamente del autor y no deben ser atribuidas al Banco Mundial, a organizaciones afiliadas ni a miembros de su Consejo de Directores Ejecutivos o los países que representan. El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este documento y no asume ninguna responsabilidad por las consecuencias de su uso.

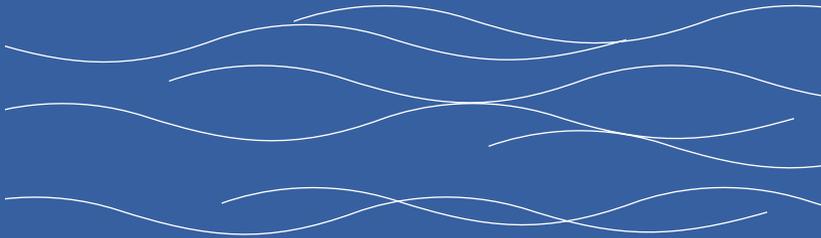
# Índice

## Prólogo

I.	Introducción .....	6
II.	Brasília: Institucionalización total del alcantarillado condominial.....	9
	II.1 Perfil de la ciudad .....	9
	II.2 Adopción del modelo condominial.....	9
	II.3 Aspectos de ingeniería .....	11
	II.4 Aspectos financieros .....	16
	II.5 Aspectos sociales .....	17
	II.6 Aspectos operativos.....	18
	II.7 Aspectos institucionales .....	20
	II.8 Resumen.....	21
III.	Salvador de Bahía: Experimentación a gran escala con alcantarillado condominial .....	23
	III.1 Perfil de la ciudad.....	23
	III.2 Evolución del modelo condominial.....	23
	III.3 Aspectos de ingeniería .....	25
	III.4 Aspectos financieros .....	33
	III.5 Aspectos sociales .....	35
	III.6 Aspectos operativos.....	36
	III.7 Aspectos institucionales .....	37
	III.8 Resumen.....	37
IV.	Parauapebas: Movilización comunal por el servicio de agua condominial .....	39
	IV.1 Perfil de la ciudad.....	39
	IV.2 Adopción del modelo condominial .....	39
	IV.3 Aspectos de ingeniería .....	45
	IV.4 Aspectos financieros .....	47
	IV.5 Aspectos sociales .....	48
	IV.6 Aspectos operativos.....	49
	IV.7 Aspectos institucionales .....	53
	IV.8 Resumen.....	53
V.	Conclusiones.....	55



Trabajos de excavación menos profundos, Parauapebas



# Prólogo

Este estudio presenta la experiencia de la aplicación del modelo condominial en la expansión de las redes de agua y alcantarillado en tres ciudades brasileñas distintas. Se basa en las observaciones del viaje de estudio a Brasil organizado en diciembre de 2003 para gerentes de servicios públicos y funcionarios públicos peruanos del sector de servicios de agua, quienes se hallaban en proceso de aplicar este modelo por primera vez y a gran escala en Lima. El objetivo fue permitir observar a la delegación peruana los sistemas condominiales maduros y en funcionamiento in situ; interactuar con los legisladores, gerentes de servicios públicos, residentes y especialistas locales, y obtener una mejor idea de los desafíos y las ventajas y desventajas potenciales de implementar este sistema. Se escogieron a las tres ciudades visitadas –Brasilia, Parauapebas y Salvador– debido a los contrastes de sus escenarios urbanos y experiencias específicas con el modelo condominial. La visita de estudio se financió a través del programa del Bank Netherlands Water Partnership. Se ofrece el presente trabajo como una vía para compartir los resultados de las visitas con una audiencia más amplia de profesionales del sector de agua y saneamiento.

# I. Introducción

Durante la década de 1980 se desarrolló el denominado modelo condominial para la construcción de las redes de agua y alcantarillado en Brasil, como una respuesta a los desafíos planteados por la expansión de los servicios a los vecindarios periurbanos. Aunque el modelo condominial ha demostrado ser capaz de cumplir con los numerosos desafíos sociales y de ingeniería encontrados en estas áreas, es también una alternativa genérica al diseño de los sistemas de agua y alcantarillado. Es más, la experiencia brasileña nos revela cómo se ha aplicado con éxito el modelo a vecindarios urbanos tan diversos como la barriada Rocinha en Río de Janeiro y los distritos de Brasilia del afluente del Lago Sur y del Lago Norte.

Con frecuencia se malinterpreta el término “condominial”, por ello es importante empezar con una breve descripción del modelo. El sistema de agua y alcantarillado condominial se basa en dos conceptos primordiales que se diferencian del modelo convencional. El primer concepto redefine la unidad en la cual se presta el servicio. Mientras que los sistemas convencionales prestan esencialmente servicios a cada unidad de vivienda, los servicios condominiales lo hacen a cada manzana de viviendas o cualquier grupo de viviendas que podría denominarse unidad de vecindario o “condominio”. Esto es similar al concepto de brindar una sola conexión a un edificio de departamentos, salvo que en este caso el condominio es físicamente horizontal e institucionalmente informal. Como resultado de este nuevo concepto, la red pública ya no necesitará conectarse a cada lote de terreno ni estar presente en cada calle, sino simplemente disponer de un punto de conexión único a cada manzana urbana. Por lo tanto, la longitud necesaria de la red es considerablemente más corta que la de un sistema convencional. Necesita aproximadamente la mitad de longitud para alcantarillados y un cuarto de longitud para el servicio de agua.

Las características de las conexiones domiciliarias de los sistemas convencionales que corren perpendicularmente a la red, se

reemplazan con ramales condominiales que corren paralelamente a las manzanas. Estos ramales para alcantarillado pueden localizarse en la parte más conveniente de la manzana (bajo las aceras, en patios delanteros o posteriores); mientras que en el caso del servicio de agua están generalmente localizados debajo de las aceras para permitir la medición individual. Este diseño permite la adaptación de la red a las condiciones topográficas locales y a los diferentes patrones urbanos.

Además, un diseño condominial integral contempla la descentralización del suministro de agua potable o de las instalaciones de tratamiento de aguas servidas para evitar los costos asociados con el transporte de fluidos a largas distancias. Esto se contrasta con la propuesta convencional que enfatiza la concentración de fluidos en un punto geográfico único. En el caso del alcantarillado, la descentralización se concibe por medio del uso de cuencas de drenaje, tomando en cuenta factores tales como la disponibilidad de terrenos y las condiciones ambientales locales. En el caso del servicio de agua, la naturaleza exógena de los recursos hídricos puede limitar la descentralización de los procesos de tratamiento. Sin embargo, puede haber oportunidades para descentralizar los reservorios

**Equipo de mantenimiento para ramales condominiales, Brasilia**



de almacenamiento con miras a lograr una mayor uniformidad de presión en toda el área de servicio.

El segundo concepto distintivo detrás del modelo condominial es el desarrollo de una relación más estrecha entre los proveedores y usuarios del servicio, de tal forma que se alienta a las dos partes a un acuerdo para facilitar la expansión del servicio y adaptación a las necesidades y restricciones locales. De esta manera, el condominio se convierte no sólo en una unidad física de prestación de servicios, sino en una unidad social que favorece las decisiones colectivas y organiza acciones comunales. Los miembros del condominio deben seleccionar el diseño adecuado del servicio condominial y comprometerse a adoptar acciones complementarias que oscilan desde la educación sanitaria hasta la participación directa en el proceso de construcción y/o mantenimiento.

El propósito de este trabajo es ilustrar la diversidad de la experiencia en Brasil, tanto en la aplicación del modelo condominial como en la documentación de los resultados hasta la actualidad. En ese sentido, se examinan los tres estudios de casos elegidos debido a sus contrastantes contextos urbanos y a las sustanciales diferencias en la forma en que se aplicó este modelo. Los tres casos presentados son: Brasilia, Salvador y Parauapebas.

En Brasilia, la capital de la nación, la propuesta condominial se utilizó para expandir el servicio de alcantarillado a 500,000 personas, en dos docenas de áreas urbanas. Las dos características más notorias de esta experiencia fueron el acceso universal, con costos financieros muy bajos para las compañías de servicios públicos, y la forma consciente y consistente en que éstas adoptaron la tecnología, ofreciendo acceso a los servicios a un espectro socioeconómico más amplio.

#### San Caetano, Salvador de Bahía



En Salvador, la capital del Estado de Bahía, el modelo se aplicó también al alcantarillado en una escala sin precedentes, prestando servicios a más de un millón de personas. En contraste con Brasilia, el sistema condominial en Salvador se adoptó de manera gradual y experimental, motivado por los modelos de urbanización extremadamente densos y caóticos, así como la desafiante topografía de la ciudad.

Parauapebas, un pequeño pueblo minero de rápido crecimiento al norte de Brasil, es un singular ejemplo de la aplicación del modelo condominial en los servicios de agua, e ilustra las ventajas operacionales potenciales de este tipo de sistemas de agua. Más aún, la ciudad fue capaz de movilizar a gran escala a la comunidad en la construcción de la red. El resultado fue una creciente expansión de la cobertura del servicio de agua a una fracción del costo del sistema convencional.



## II. Brasilia: Institucionalización total del alcantarillado condominial

### II.1 Perfil de la ciudad

El distrito federal de Brasil está localizado en la meseta central o centro geográfico del país. Se trata de una capital planificada que experimentó un rápido crecimiento poblacional de 140,000 (1960) a 2.1 millones de habitantes en la actualidad. A partir de una perspectiva de desarrollo urbano, la ciudad puede dividirse en tres amplias áreas con rasgos contrastantes. Primero, la ciudad de Brasilia (capital de la nación), con sólo 19% de la población del distrito, es un complejo urbano moderno y monumental, que fue denominado Patrimonio Mundial. En segundo término, las 16 “ciudades satélites”, algunas de las cuales preceden a la ciudad, y otras más bien fueron planificadas y establecidas simultáneamente. Por último, varias docenas de pequeños y medianos vecindarios periurbanos (o comunidades dormitorio), con poblaciones que oscilan entre 1,000 y 10,000 habitantes.

El último grupo es de origen reciente. Con un total de 600,000 habitantes, ha crecido rápidamente desde principios de la década de 1990, siguiendo un patrón inusual y ordenado de urbanización. En respuesta a la intensa presión social por viviendas, el gobierno local de turno estableció un programa a gran escala en el que ofrecía “lotes urbanizados” con un paquete listo de servicios de infraestructura a las familias que deseaban construir sus casas en un plazo dado y cumplir con especificaciones de construcción predeterminadas. Estos lotes se organizaron en varias áreas periurbanas planificadas o asentamientos. Casi todos contaban con pistas y aceras, así como servicios de energía eléctrica y agua. Las comunidades se transformaron gradualmente en ciudades reales, algunas de ellas se convirtieron inusualmente en grandes urbes semejantes a las primeras ciudades satélites antes mencionadas. Sin embargo, los lotes urbanizados, en general, fueron deficientes con respecto a la prestación de la infraestructura de drenaje y alcantarillado, lo que llevó con el tiempo al deterioro de las condiciones sanitarias.

Es más, las redes de alcantarillado fueron inadecuadas incluso en la propia capital; esto debido a que el diseño original de la

ciudad se basó en la adopción de tanques sépticos individuales, asumiendo que los lotes residenciales serían lo suficientemente grandes para absorber los efluentes. Esto, sin embargo, no ocurrió así, pues se llevó la descarga de aguas servidas sin tratar hacia el lago Paranoá, que empezó a mostrar signos serios de contaminación, incluyendo eutricación.

### II.2 Adopción del modelo condominial

En 1993, la falta de condiciones sanitarias en las áreas periurbanas, además de la creciente conciencia ambiental sobre la contaminación del lago Paranoá, urgieron a los servicios públicos de la ciudad, la CAESB (Compañía de Agua y Alcantarillado de Brasilia) a adoptar acciones serias. Resolver estos problemas significaría conectar a 600,000 personas a la red de alcantarillado, así como desarrollar una capacidad de tratamiento de aguas servidas para 1.7 millones de personas en la forma de dos plantas de tratamiento terciario en las riberas lacustres.

La preocupación principal era el alto costo financiero de estas soluciones. En búsqueda de alternativas más asequibles, el personal de la CAESB realizó visitas de campo a ciudades de los Estados de Río Grande Do Norte y Pernambuco (Petrolina), que ya contaban con una amplia experiencia en el uso del modelo condominial. El resultado fue la experimentación de proyectos pilotos utilizados para adaptar este modelo a las condiciones locales. Luego se aplicó el modelo condominial a escala masiva en Brasilia, tanto en vecindarios periurbanos como en áreas más prósperas de la capital.

La Caixa Económica Federal (Banco de Desarrollo Federal) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) financiaron el proyecto, aunque éste también incluyó contribuciones tanto de la capital como de los gobiernos del distrito federal. Sin embargo, fue imposible determinar el monto total de la inversión y cómo se distribuyó por sistema y fuente. De 1993 a 2001, se estimó 188,000 conexiones de alcantarillado condominial en el distrito federal, beneficiando a 680,000 personas, aproximadamente

(Tabla II.1). El modelo condominial en Brasilia se aplicó a los vecindarios de todo el espectro socioeconómico, desde las viviendas modestas de las áreas periurbanas hasta las grandes

y lujosas villas de la ciudad. Los aspectos de ingeniería, financiamiento, social y operativos de la experiencia, se describen en detalle más adelante.

**Tabla II.1: Perspectivas de la adopción de la propuesta condominial en Brasilia de 1993 a 2001**

Región administrativa	Población atendida	Conexiones estimadas	Nº de condominios	Nº de participantes en reuniones	Ramales condominiales (km)	Red pública (km)
Brasilia	8,015	1,308	94	785	15.2	9.7
Brazlandia	8,410	1,529	69	897	16.5	7.0
Candangolandia	4,075	791	46	488	8.4	5.1
Ceilandia	23,591	4,711	177	2,345	51.2	13.9
Cruzeiro Velho	2,690	490	49	305	3.0	1.9
Gama	6,445	798	41	525	8.5	5.3
Guará II	8,742	1,644	86	911	16.6	11.9
Lago Norte	11,785	3,660	185	1,709	60.7	26.4
Lago Sul	12,133	2,092	103	752	46.0	28.4
Paranoá	38,143	11,475	274	3,744	69.0	28.4
Planaltina	51,026	9,992	377	4,742	89.7	26.2
Recanto das Emas	112,339	32,680	880	8,601	216.5	101.9
Riacho Fundo	58,720	18,831	401	4,759	103.7	63.4
Samambaia	146,663	45,455	862	10,516	282.5	199.8
Santa Maria	93,000	31,265	645	7,257	192.2	91.4
São Sebastiao	55,000	13,085	408	4,733	109.3	36.2
Sobradinho II	23,338	4,070	137	2,040	33.6	17.8
Taguatinga	15,303	3,815	143	1,476	33.7	20.4
<b>Total</b>	<b>679,418</b>	<b>187,692</b>	<b>4,977</b>	<b>56,585</b>	<b>1,356.3</b>	<b>695.0(+)</b>

Nota: (+) Este total incluye algunas redes construidas con las especificaciones convencionales en el principio del proceso. Se calcula que se construyó, aproximadamente, 625,000 kilómetros siguiendo las especificaciones condominiales.

Fuente: CAESB (2001) *Sinopse do Sistema de Esgotamento Sanitario do Distrito Federal*.

Aunque aquí no se abordará detalladamente el asunto del tratamiento de aguas servidas, es importante resaltar que con la expansión de la red de alcantarillado se logró un sustancial progreso en el tratamiento de efluentes. De esta forma, se espera que el distrito federal alcance una cobertura universal del tratamiento de aguas servidas durante 2004. Los procesos usados para el tratamiento de efluentes combinan reactivos anaerobios y fosos de estabilización de desechos, mientras que las unidades más grandes (planificadas para atender a más de un millón de personas) se basan en la tecnología de lodos activados. La extensiva experimentación que buscaba adaptar la tecnología de tratamiento de aguas servidas a las condiciones locales, tuvo como resultado un importante ahorro en los costos; por ejemplo, sustituyendo las estructuras de concreto reforzado con técnicas de fortalecimiento de terrenos artificiales, o empleando materiales de menor costo. Otra ventaja fue la libre disposición de terrenos para las instalaciones de tratamiento de aguas servidas, dado que la mayor parte de los terrenos de Brasilia pertenecen al gobierno.

### II.3 Aspectos de ingeniería

La adaptación de los aspectos de ingeniería del modelo condominial a Brasilia fue bastante sencilla. Ello debido a varias características favorables de la localidad. Primero, la topografía, que es relativamente uniforme, con ligeras pendientes, pero muy adecuadas para los requerimientos de drenaje de las redes de alcantarillado. Segundo, el patrón de urbanización inusualmente ordenado, fruto del programa de vivienda del gobierno local, lo que facilitó la instalación de redes de alcantarillado. En ese sentido, el trabajo de construcción se agilizó por la ausencia de calles y aceras pavimentadas en gran parte del área. Y, tercero, la propuesta condominial se introdujo como resultado de una decisión central responsable, teniendo como consecuencia la aplicación consistente del modelo en el distrito federal.

Con el fin de ilustrar los problemas de ingeniería que se presentaron en el diseño de los sistemas condominiales, este documento se centrará en el sistema Santa María (Figura II.1),

Se escogió este sistema debido a su gran tamaño (100,000 habitantes), así como al hecho de que tipifica acertadamente al grupo como un todo. Más aún, el caso Santa María ha sido documentado cuidadosamente.

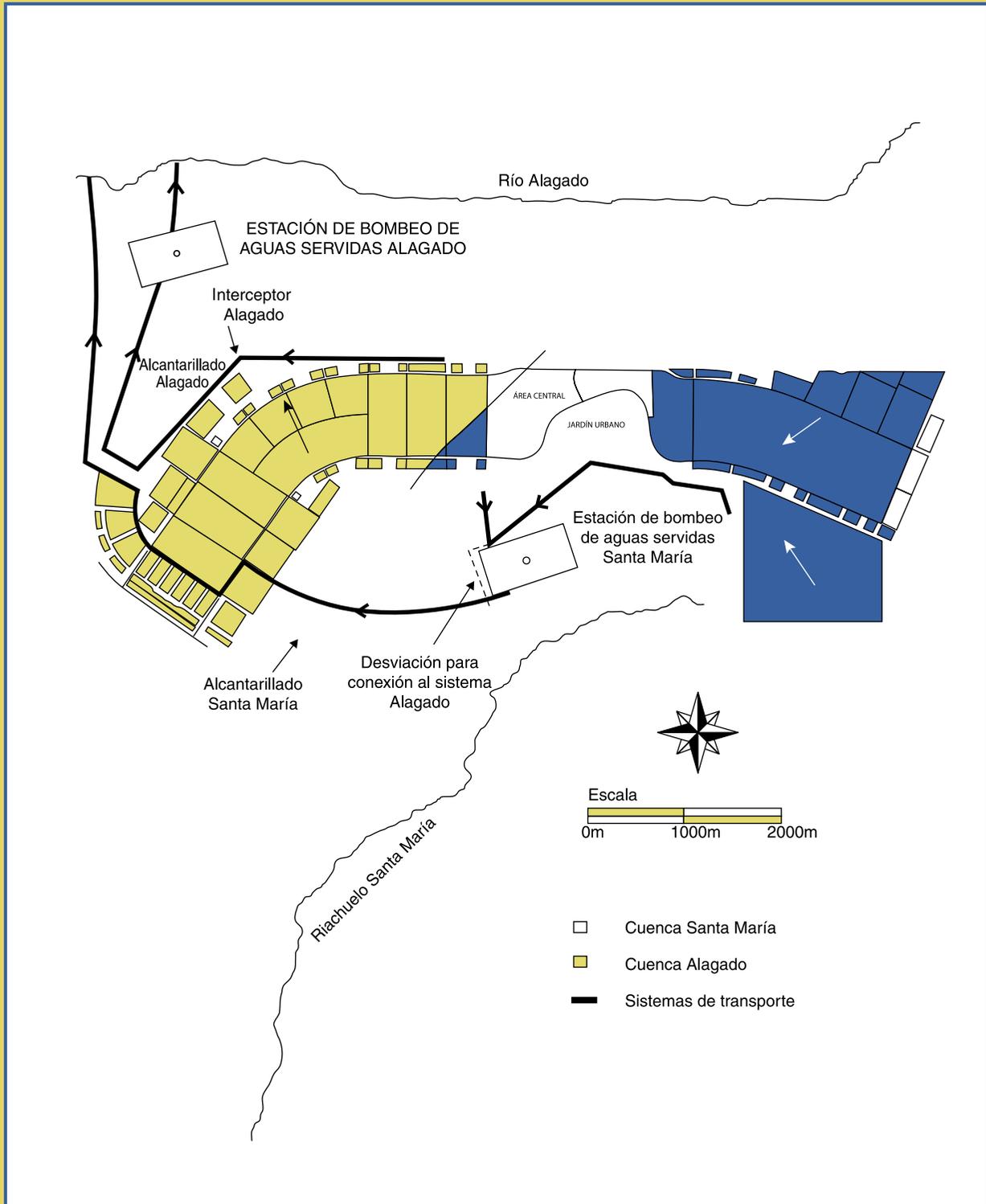
#### (a) Red pública

La Figura II.2 muestra el diseño detallado de uno de los microsistemas colectores de alcantarillado en Santa María. En este contexto, un microsistema se refiere a la red que drena a un punto colector único para tratamiento, elevación o interconexión con la red troncal. La figura ilustra claramente las características estándares del modelo condominial con el alcantarillado de la red pública que bordea cada manzana, con el fin de abastecer un punto colector adecuado. El sistema utiliza una densidad de red muy baja, ocupando menos de la mitad de las calles de la ciudad. Como se indicó en la Tabla II.1 anterior, esto tiene como resultado una longitud promedio de la red pública de aproximadamente 2.8 metros por conexión; mucho más baja que el parámetro equivalente de los sistemas convencionales, que es de 5.6 metros por conexión, aproximadamente.

#### Trabajos de excavación, Brasilia

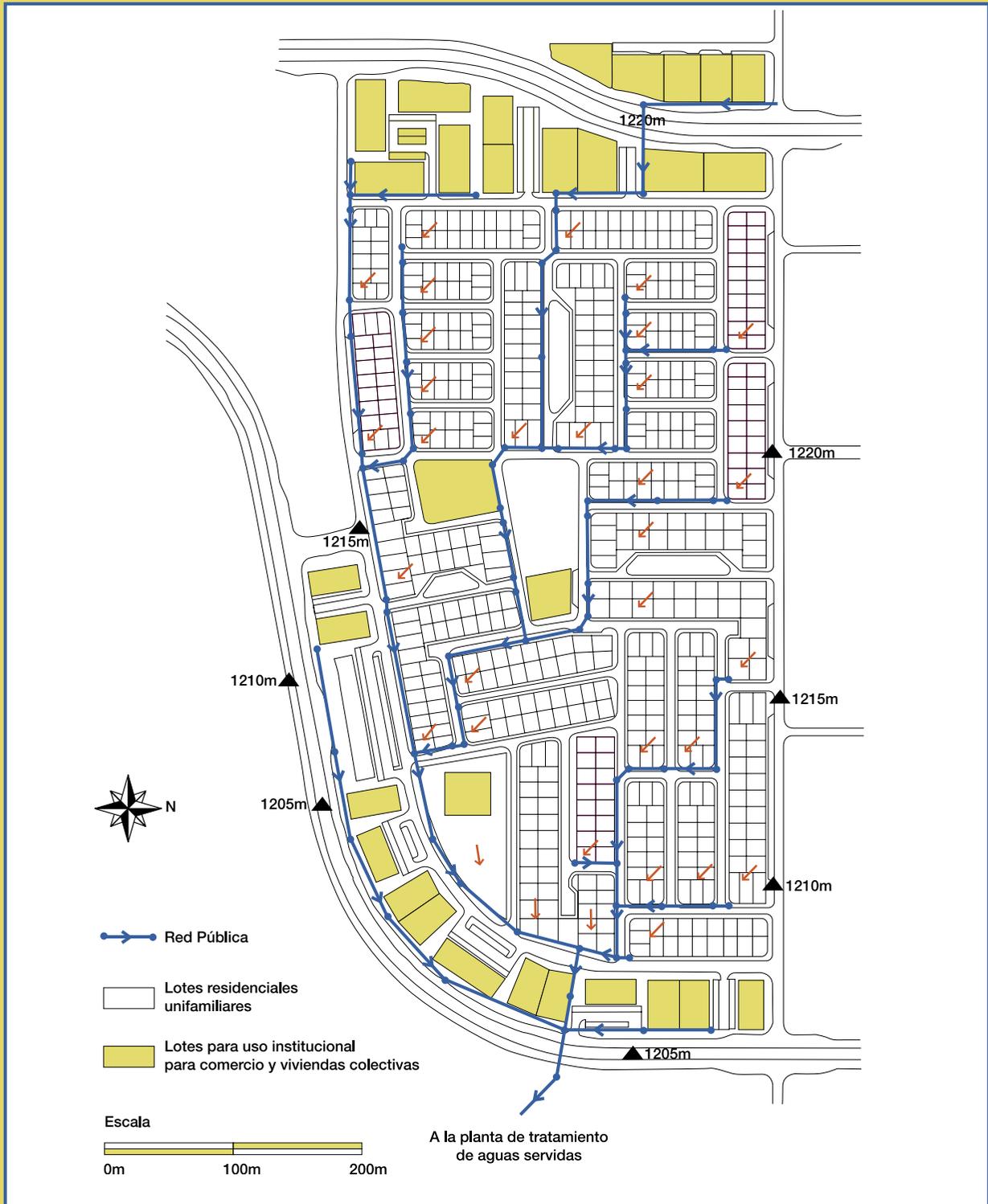


Figura II.1: Concepto de diseño total del sistema de alcantarillado condominial en Santa María



Fuente: Mello, P.L. de (1998), *Sistemas Condominiais de Esgotos e sua Aplicação na Capital do Brasil*.

Figura II.2: Ilustración de microsistema típico en Santa María



Fuente: Mello, P.L. de (1998), *Sistemas Condominiais de Esgotos e sua Aplicação na Capital do Brasil*.

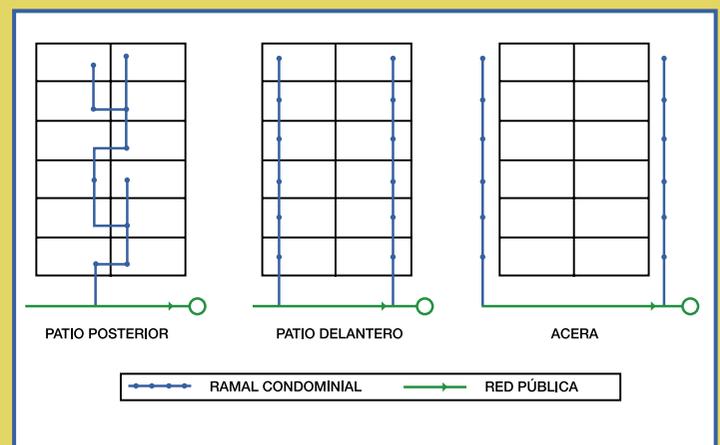
Con un buen sistema hidráulico y técnicas sobre drenaje bien desarrolladas, la red puede usar tuberías de diámetro mínimo de 100 milímetros. Este diámetro se utilizó en 51.2 kilómetros (equivalente a 56% de la longitud total del sistema). Con tuberías de 150 milímetros de diámetro, se construyeron 26.5 kilómetros adicionales de la red (29% más de su longitud total); mientras que sólo 2.7 kilómetros de la red usó tuberías de 250 milímetros de diámetro (es decir, no más de 3% del total). El diseño de la red convencional usa generalmente tuberías de diámetro mínimo de 150 milímetros.

Más aún, las tuberías se colocaron a una profundidad máxima de 1.20 metros, aunque se aseguró una mínima de 0.50 metros. Esto permite la sustitución de los costos de pozos de inspección tradicionales por simples cámaras de inspección, representando el 84% del total de 2,132 dispositivos de inspección instalados, disponiendo de esta forma un punto de inspección cada 24 metros de red. Un promedio óptimo para los fines operativos. Las profundidades mínimas de las redes convencionales son usualmente de 1 metro a 1.30 metros. El costo de las cámaras de inspección es 1/10 del costo de los pozos de inspección tradicionales, esto debido al ahorro en excavaciones, compactación y relleno, así como a los materiales de las cámaras.

### (b) Ramales condominiales

Los ramales condominiales utilizados en Santa María y en todos los sistemas condominiales de la metrópolis, cumplieron estrictamente con los estándares de localización de tuberías, capacidad hidráulica, especificaciones de material y reglamentos de construcción. Se realizaron pocos cambios a las normas usuales de capacidad hidráulica empleadas por la CAESB y otras compañías de servicios públicos brasileñas. Resumiendo: las tuberías fueron de diámetro mínimo de 100 milímetros (casi la totalidad); pendiente mínima de 0.005 metro por metro; uso de tuberías de PVC para los sistemas de alcantarillado, interconexión

**Figura II.3 Opciones alternativas para el trazado de los ramales condominiales**



Fuente: Mello, P.L. de (1996). *Sistemas Condominiais de Esgotos e sua Aplicação na Capital do Brasil*.

con la red principal a través de cajas o cámaras de inspección, y profundidades mínimas de 0.60 y 0.30 metros, fuera y dentro del lote, respectivamente. Las excepciones respondieron únicamente a circunstancias específicas que demandaron ajustes para adecuarse al terreno.

Con respecto a la localización de los ramales condominiales, los requisitos establecidos por la CAESB y el gobierno local fueron flexibles. Se brindaron a la población tres ubicaciones alternativas: trazado a través del patio posterior, el patio delantero y la acera (Figura II.3). Las opciones del patio posterior y, en menor extensión, la del patio delantero, tenían la ventaja de ser construcciones mucho más baratas, puesto que otorgaban una longitud más corta y excavación menos profunda. Sin embargo, la desventaja potencial era su inaccesibilidad para el personal de la compañía de servicios públicos, dejando la responsabilidad del mantenimiento a los usuarios. Estas

ventajas y desventajas llevaron a un debate técnico, acerca de las virtudes relativas de las diversas alternativas.

En el caso de Brasilia, fueron los habitantes a nivel de cada condominio, quienes escogieron finalmente el trazado de los ramales por mayoría de votos. La Tabla II.4, por ejemplo, muestra las elecciones realizadas en los “condominios” que utilizaron el sistema condominial en esa fecha (1996). Hubo un universo de 114,000 habitantes en los asentamientos periurbanos (sin incluir los vecindarios más prósperos de la capital). La población se dividió claramente en cuanto a colocar los ramales ya sea al frente, atrás de su lote, o bajo la acera. Del total, 51% optó por la ruta bajo la acera, mientras que 43% eligió el patio delantero. El patio posterior fue la opción menos popular, representando únicamente 6% de las conexiones. Aunque esta decisión se basa usualmente en sopesar el ahorro económico frente a la inconveniencia de asumir la responsabilidad del mantenimiento, en algunos casos las escogencias se tomaron a partir de las condiciones topográficas o consideraciones de densidad urbana. En algunos barrios, se tomó en cuenta los ramales en las aceras como una forma de acceso a un estatus social más alto.

Es interesante comparar las preferencias de los asentamientos periurbanos con las de los vecindarios prósperos en la capital (Lago Norte y Lago Sul) que participaron en el proyecto a partir de 1997. La elección predominante en esas áreas fue la instalación dentro del lote, especialmente los ramales colocados en los patios posteriores. El pragmatismo jugó evidentemente un papel en esta decisión, dada la existencia de patios posteriores muy espaciosos, topografía razonablemente favorable, y especialmente residentes deseosos de evitar el costo de la excavación y el reemplazo de las costosas áreas pavimentadas a lo largo del frente de sus lotes.

En sus diversas formas, los ramales condominiales de Santa María cubrieron una longitud total de 192.2 kilómetros, es decir, el doble de la longitud equivalente de la red pública. El diseño de la red incorporó 23,350 kilómetros de cajas de inspección, equivalente a un punto de inspección cada ocho metros de tubería; lo que en la práctica representó una caja por cada conexión en la red. De esta manera, se ofreció un amplio acceso al sistema para la inspección durante el proceso de construcción, así como para la limpieza durante el mantenimiento posterior.

**Tabla II.4: Elecciones de la comunidad respecto del tipo de ramificación condominial**

Localidades	Población	Ramales condominiales (unidades / tipo)			
		Patio posterior	Patio delantero	Acera	TOTAL
M-Norte, Acera, Areal y otras	61,992	0	3,709	8,066	11,775
Paranoá	38,143	511	5,106	1,678	7,295
Vila Planalto e Guará	9,752	787	484	484	1,755
Candangolandia	4,427	0	96	1,099	1,195
<b>Total</b>	<b>114,314</b>	<b>1,298</b>	<b>9,395</b>	<b>11,327</b>	<b>22,020</b>
<b>Porcentaje</b>		<b>6 %</b>	<b>43 %</b>	<b>51 %</b>	<b>100 %</b>

Fuente: CAESB (1996) *Esgoto Condominial no Distrito Federal*.

## II.4 Aspectos financieros

El costo total de la red pública ascendió a US\$ 1.7 millones, mientras que el costo de los ramales condominiales sumó US\$ 2.8 millones. Estos ramales significaron el 60% del costo total de la expansión. Puesto que estos costos fueron cubiertos por las comunidades beneficiarias, la situación conlleva una reducción importante en la carga financiera asumida por la compañía de servicios públicos. A la vez, se calcula que los consumidores no pagaron más por los ramales que lo que hubiesen desembolsado por las conexiones domiciliarias convencionales.

Con respecto a la red pública, el costo de un metro de red construida equivale a US\$19, monto que puede desglosarse en sus partes constituyentes: 13% en inspecciones (cámaras y cajas de inspección), 19% en materiales, y 68% en el tendido de la red. Los bajos costos reflejan las ventajas del modelo condominial (en términos de reducción del tamaño de la red, trabajos de excavación y mantenimiento de las interrupciones al mínimo); pero también reflejan las circunstancias locales fortuitas, tales como una

topografía adecuada y un tipo de urbanización organizada, todo ello permite reducir la profundidad de las excavaciones.

La CAESB actuó con el fin de garantizar que la estructura del derecho de conexión y el uso de los sistemas condominiales, reflejaran unívocamente los costos relativos de las diferentes opciones, y que los consumidores se beneficiaran totalmente del ahorro de las elecciones de más bajo costo (Tabla II.3). El derecho de conexión fue equivalente a los costos promedios reales de construcción de la infraestructura de cada servicio de condominios.

El derecho de conexión de los tres tipos de servicios condominiales oscila entre US\$47 (patio posterior) y US\$84 (acera) en los asentamientos periurbanos; y de US\$123 (patio posterior) a US\$256 (acera) en la capital. Esta diferencia geográfica corresponde a la mayor extensión de los lotes de las casas atendidas en la capital, que requieren una mayor longitud de red por conexión y, por tanto, mayor costo. Los usuarios optaron entre dejar a la compañía de servicios públicos realizar el trabajo directamente por un derecho, o hacer la tarea ellos mismos bajo



Micromedidor y caja condominial, Brasilia

Tabla II.3: Derecho de conexión para los tipos alternativos de conexiones condominiales (US\$)

	Costo de implementación de los ramales condominiales		
	Patio posterior	Patio delantero	Acera
Asentamientos peri urbanos	47	59	85
Vecindarios de la capital	89 to 123	236	256

### Cargo por alcantarillado como porcentaje de la factura del servicio de agua

Convencional	100	
Condominial	60	100

Fuente: CAESB (2001) Sinopsis do Sistema de Esgotamento Sanitario do Distrito Federal.

la supervisión de la propia compañía de servicios públicos. En el último caso, los beneficiarios no pagaron el cargo de conexión, pero tenían que cubrir el costo de los materiales. En base a este enfoque se construyó el 1.5% aproximadamente de las conexiones realizadas bajo el programa.

Con relación a los derechos de uso del sistema se ofreció un descuento de 40% sobre el cargo de alcantarillado estándar a las viviendas que optaron por los ramales condominiales en los patios posterior o anterior y asumieron la responsabilidad asociada del mantenimiento.

## II.5 Aspectos sociales

El éxito de la propuesta condominial en Brasilia se debió definitivamente al discurso coherente utilizado por la CAESB y las autoridades del gobierno local. Desde el inicio del proyecto, las autoridades respondieron cuidadosamente a la pregunta inevitable: ¿Por qué sustituir el modelo del sistema existente por uno nuevo en el distrito federal? Los residentes locales no estaban muy familiarizados con el nuevo sistema, el bajo costo de éste parecía denotar menor calidad. Las autoridades justificaron el proyecto técnicamente, subrayando el respaldo político del sistema y promoviendo una política consistente y aplicable al nuevo modelo en toda el área de servicio de la compañía. Este último punto fue especialmente importante para evitar cualquier percepción potencial de inferioridad. El siguiente extracto sobre el proyecto ilustra cuan efectivamente se atendió el problema:

*“El personal técnico responsable de la CAESB estudió el nuevo modelo para la división de alcantarillado de la compañía y se realizaron visitas a las localidades donde el modelo había funcionado durante años (en especial, la ciudad de Petrolina en el Estado de Pernambuco). Se condujeron experimentos a gran escala en varias áreas diferentes del distrito federal antes de promoverlo como un sistema universalmente accesible. Se aprobó a nivel técnico y aceptó por todas las autoridades pertinentes, empezando por el gobernador. Posteriormente se adoptó como el modelo simple que se implementará en toda Brasilia.”*

### Beneficiarios del modelo condominial, Brasilia



El proceso de intermediación social se inició con reuniones de alto nivel en cada localidad, en donde participaron los líderes comunitarios y representantes importantes de la compañía de servicios públicos. El propósito fue explicar el sistema condominial y presentar las tres opciones básicas disponibles para su diseño.

En ese sentido, se eligió a un representante por cada condominio, quien se convirtió en una figura clave en la participación social sostenida, facilitando acuerdos entre los vecinos para la inspección de las obras. Durante las reuniones, se difundió el borrador de los términos del acuerdo; allí se detalló que cada condominio debía completar este documento para confirmar su participación, así como indicar los detalles específicos del sistema que eligió. Se cuidó mucho la transmisión de los conceptos en lenguaje simple, y la promoción del intercambio de ideas entre los participantes, además de la asignación del tiempo para responder a las preguntas.

Se realizaron alrededor de 5,000 reuniones con un total de 57,000 participantes. Los grupos se reunían por las noches cerca del condominio (generalmente en una escuela o casa de la manzana). Asistieron por lo menos dos personas nombradas por la CAESB: el coordinador y un asistente. El primero dirigía la reunión, y el

## Viviendas periurbanas, Brasilia



segundo se encargaba de los aspectos administrativos (registros de asistencia, de nombres y direcciones de los representantes elegidos, etc.). Los miembros del equipo supervisor (CAESB) acudieron sólo cuando fue necesario a algunas de las reuniones.

Pese a los inevitables desacuerdos entre los vecinos, todos los condominios llegaron a un consenso sobre el curso adecuado de la acción, y firmaron los términos correspondientes del acuerdo. El proceso de desarrollo del consenso tampoco atrasó la ejecución de las obras, sino al contrario. En general, las reuniones incrementaron el grado de movilización. A medida que los asistentes aumentaban, disminuía el tiempo dedicado a aclarar dudas y buscar adherencias al programa. En muchos casos, las personas tenían antes de empezar el proyecto un limitado contacto con sus vecinos, aunque esto cambió según avanzaba el programa. De esta manera, el proyecto jugaba un papel fundamental en el desarrollo del capital social dentro de los vecindarios participantes. La movilización de este tipo fue

menor en los vecindarios prósperos del distrito federal, donde las personas tenían menos tiempo, como suele ocurrir en las ciudades más grandes.

En las comunidades que optaron por construir sus propias redes condominiales, en vez de recurrir a una compañía de servicios públicos, la intermediación social fue más intensa y, con frecuencia, se necesitaron reuniones adicionales.

### II.6 Aspectos operativos

Es interesante comparar los diferentes desafíos de mantenimiento de los sistemas condominiales y convencionales. Lamentablemente, la CAESB no hace distinciones entre los dos tipos de sistemas de alcantarillado en sus registros de mantenimiento de rutina, o por lo menos no de una forma que permita comparaciones rigurosas en su desempeño. Sin embargo, las Tablas II.5 y II.6 representan un esfuerzo específico de la

compañía por ofrecer información en torno a los obstáculos en la red de alcantarillado. La primera tabla cubre un año que empieza en junio de 1996 para el sector occidental del distrito federal, donde a esa fecha operaba aproximadamente el 60% de los sistemas condominiales. La segunda tabla cubre toda la red de Brasilia para el periodo mayo de 1997 a diciembre de 1998.

Cuando se realizan comparaciones entre los sistemas convencionales y condominiales, se deben tomar en cuenta dos consideraciones: primero, para que dichas comparaciones sean válidas son necesarios los datos de mantenimiento en cuanto a los incidentes ocurridos en las conexiones domiciliarias del sistema convencional, ya que éstos juegan un papel similar a los ramales condominiales del sistema condominial. Esta información sólo es disponible en el caso de la Tabla II.6. Segundo, se informa de incidentes de mantenimiento por kilómetro de red; sin embargo, el sistema condominial atiende a la misma población con una longitud de red total más corta; por lo tanto, la simple comparación de los incidentes por kilómetro de red tenderá a subestimar la diferencia entre ambos sistemas. Es más, en cuanto al servicio de agua, la longitud de la red condominial es máximo 25% de la longitud de la red convencional, mientras que en el caso del alcantarillado, el porcentaje es aproximadamente 45% de

la longitud de la red convencional. Estas diferencias sugieren que hay menos incidentes de mantenimiento por cliente en el sistema condominial, aunque el número de incidentes por kilómetro sea muy similar.

Varias conclusiones pueden extraerse de la información proporcionada en las Tablas II.5 y II.6. Un dato general proveniente de ambos conjuntos de datos es que en los sistemas condominiales las redes públicas tienden a presentar más obstrucciones que los ramales condominiales. En ese sentido, los cifras revelan que la red pública presenta entre 3.2 (Tabla II.6) y 3.9 (Tabla II.5) veces más obstrucciones por kilómetro que dichos ramales. Ante ello existen dos explicaciones potenciales: o los ramales condominiales son menos propensos a las obstrucciones, o los usuarios están más prestos a resolver las obstrucciones simples por iniciativa propia. Si comparamos los sistemas convencionales y condominiales, los datos muestran que la incidencia total de obstrucciones por kilómetro es relativamente similar en los dos sistemas. La relación del sistema convencional frente al sistema condominial oscila de 0.90 a 1.20. Sin embargo, los datos de los ramales convencionales que se hallan usualmente en medio de las calles, muestran 1.7 veces más obstrucciones por kilómetro que los ramales condominiales que cumplen las mismas

**Tabla II.5: Ocurrencia de incidentes de mantenimiento de alcantarillado en Brasilia (junio de 1996 a junio de 1997)**

	Longitud (km)	Porcentaje del total	Solicitudes de servicio mensuales	Porcentaje del total	Solicitudes por kilómetro por mes
<b>Condominial</b>					
(A) Ramales condominiales	713	22%	782	9%	1.10
(B) Red pública	398	12%	1,710	20%	4.30
Total (A+B)	1,111	34%	2,492	29%	2.24
<b>Convencional</b>					
(C) Red pública	2,153	66%	5,970	71%	2.77
Total (A+B+C)	3,264	100%	8,462	100%	2.59

Fuente: Datos proporcionados por la CAESB.

**Tabla II.6: Ocurrencia de incidentes de mantenimiento de alcantarillado en Brasilia (mayo de 1997 a diciembre de 1998)**

	Longitud (km)	Total de solicitudes de servicio	Solicitudes de servicio mensuales	Solicitudes por kilómetro por mes	Duración promedio de las reparaciones (min)
<b>Condominial</b>					
(A) Ramales condominiales	1,080	18,666	933	0.86	141
(B) Red pública	550	30,652	1,533	2.79	148
Total (A+B)	1,630	49,318	2,466	1.51	149
<b>Convencional</b>					
(C) Conexión a tuberías convencionales	1,045	30,775	1,539	1.47	144
(D) Red pública	2,172	57,282	2,864	1.32	178
Total (C+D)	3,217	88,057	4,403	1.37	161
<b>Total (A+B+C)</b>	<b>4,847</b>	<b>137,375</b>	<b>6,869</b>	<b>1.42</b>	<b>158</b>

Fuente: Datos proporcionados por la CAESB.

funciones. Finalmente, el tiempo para realizar las reparaciones es aproximadamente similar para los dos sistemas.

## II.7 Aspectos institucionales

Como se indicó, el modelo condominial en Brasilia se implementó de manera deliberada y cohesiva, recibiendo el respaldo de los más altos niveles de la compañía de servicios públicos y de las autoridades locales.

Cuando se inició el proceso de expansión, la CAESB se reestructuró en dos divisiones especializadas: agua y alcantarillado. Ante la innovación condominial concentrada en el servicio de alcantarillado, esta estructura creó conciencia acerca del modelo dentro de la división de alcantarillado. Luego, la CAESB adoptó una estructura operacional previa, donde las operaciones de agua y alcantarillado se hallaron bajo una gerencia unificada y las subdivisiones se basaron en áreas geográficas. Este cambio traspasó el balance de poder de las operaciones a

equipos más grandes y mejor establecidos de suministro de agua, pero sin experiencia previa con los sistemas condominiales.

Sin embargo, las actividades de capacitación interna sirvieron para elevar la conciencia y el entendimiento del modelo condominial. Más aún, la división de gerencia, responsable específica de implementar el proceso condominial dentro de la compañía, sobrevivió a estos cambios internos. Esta división vigila todas las acciones vinculadas con el desarrollo del modelo, la planificación de su expansión y la mejora e implementación de iniciativas de movilización, tales como la entrega de información y la educación sanitaria a los usuarios.

Con respecto a la responsabilidad institucional de las actividades de intermediación social, la CAESB contrató inicialmente empresas con experiencia en eventos participativos de este tipo; posteriormente, se crearon las condiciones para que una cooperativa de trabajadores asumiera la tarea de cumplir con los requisitos del programa. A la vez, la CAESB estableció un equipo interno permanente que, durante la fase de implementación, ha

sido responsable de supervisar las iniciativas anteriores y capacitar profesionales en este campo.

## II.8 Resumen

El caso de Brasilia ilustra la factibilidad de aplicar la propuesta condominial a gran escala y obtener un ahorro sustancial en los costos, sin consecuencias adversas debido a la posterior operación y mantenimiento del sistema. En la implementación del modelo, Brasilia ha sido favorecida por una excepcional y ordenada historia de desarrollo urbano. La exitosa aplicación del modelo refleja también varias decisiones acertadas por parte de las autoridades locales. Más aún, la compañía de servicios públicos tomó decisiones políticas firmes en relación a la elección tecnológica; comunicó con claridad estas políticas al público, y adaptó su estructura interna, aplicando el nuevo modelo de manera no discriminatoria en toda el área de servicio. Además, la compañía ofreció a los residentes diseños de sistemas alternativos claramente definidos, y aseguró que los ahorros en costos



asociados se reflejarían adecuadamente en derechos de uso más bajos. Todos estos factores contribuyeron indudablemente a aumentar la aceptación del modelo entre el público en general.





Ramificação condominial (mostrando uma conexão em T e um ponto de inspeção e limpeza - TIL em português), Brasília

# III. Salvador de Bahía: Experimentación a gran escala con alcantarillado condominial

## III.1 Perfil de la ciudad

Salvador, la capital del Estado de Bahía, es la ciudad más grande del noreste de Brasil, con una población de 2.5 millones, aproximadamente. Como primera capital, Salvador es también una de las urbes más antiguas del país, con una cultura y herencia históricas excepcionalmente ricas. La ciudad está localizada en un hermoso escenario natural, entre el océano Atlántico y la Bahía de Todos los Santos. Su riqueza cultural y geográfica la convierten en un destino turístico importante.

Sin embargo, más de la mitad de la población vive en barriadas urbanas insalubres. Estos asentamientos periurbanos densamente habitados, tienen construcciones precarias, ubicadas con frecuencia en las laderas de los cerros o en terrenos inadecuados. Muchas viviendas se han construido de forma caótica, virtualmente una encima de la otra (en tres o cuatro niveles), y se juntan en todos los lados. Debido al desarrollo espontáneo y desordenado de los vecindarios, se prestó poca atención a la instalación de los sistemas de alcantarillado. Esto ha generado desagües domésticos que generalmente descargan en los drenajes de lluvias, violando los reglamentos de los sistemas separados.

Era evidente que estos vecindarios presentaban un desafío mayor para el desarrollo de los sistemas de alcantarillado, en especial, para la aplicación de alcantarillado convencional, lo que se convirtió en un pretexto para ignorar el problema. No obstante, a principios de la década de 1990, la descarga de desagües al sistema de drenaje de lluvias convirtió el asunto en un serio problema ambiental que afectó el frágil ecosistema de Bahía de Todos los Santos. Al empezar la contaminación de las playas, el sistema se transformó en una amenaza para las industrias de recreación y turismo, que son sumamente importantes para la economía local, motivando a las autoridades de Salvador a tomar acciones decisivas para resolver el problema.

## III.2 Evolución del modelo condominial

Como respuesta a esta situación, el gobierno estatal de Bahía negoció un paquete de apoyo financiero por US\$400 millones con el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco de Japón para la Cooperación Internacional, y los bancos de desarrollo brasileños (CEF y BNDES). Esto significó la creación del programa Bahía Azul, cuyo objetivo de prevenir la contaminación de la Bahía de Todos los Santos llevó a la instalación de una red de alcantarillado en toda la ciudad. La responsabilidad de implementar este programa la asumió la Empresa de Aguas y Saneamiento de Bahía (EMBASA), que es el concesionario oficial de casi todos los sistemas de agua y alcantarillado del Estado.

La Tabla III.1 muestra el tamaño y las características básicas del programa. Las cifras, provenientes de la base de datos de EMBASA, se refieren a la situación de las obras en junio de 2000, en cada una de las 21 cuencas de drenaje donde se instalaron los sistemas de alcantarillado. Sin embargo, estos datos deben tomarse con precaución, sobre todo cuando se refieren al modelo condominial, ya que la tecnología usada difiere de cuenca a cuenca, y en vista que se emprendieron obras adicionales en algunas de las cuencas, tanto antes como después del programa Bahía Azul. Más aún, las cifras reflejan un desbalance de los gastos financieros en las diferentes cuencas, debido a que el costo de las grandes tuberías de intercepción usadas para concentrar los flujos de aguas servidas en un solo punto de la ciudad, se incluyó también en los costos de algunas de las cuencas. Con el fin de superar las deficiencias de la información total, la siguiente presentación se enfocará a la información detallada de dos cuencas específicas.

En contraste con Brasilia, la adopción del sistema condominial en Salvador no fue el resultado de una decisión consciente. Es más, al inicio del programa Bahía Azul poco se sabía del sistema. Hubo malas interpretaciones acerca del modelo, puesto que se le observó como un “sistema de alcantarillado construido dentro de las viviendas”, o un “sistema de baja calidad para el pobre”.

**Tabla III.1: Cuencas de desagüe en Salvador**

Localidad	Población (2000)	Viviendas (proyectadas)	Red pública (km)	Ramales condominiales (km)	Inversión total (*) (US\$millones)	Inversión por vivienda (US\$/C)	Inversión por persona (US\$/cap.)
Alto Camurugipe	163,726	43,833	105.1	200.0	13.1	298	80
Alto Pituacu	155,000	13,077	71.8	85.0	8.8	671	57
Aratu / Macacos	8,638	1,268	10.9	3.1	2.6	2,029	298
Baixo Camurugipe	100,000	13,465	47.3	91.7	8.0	594	80
Baixo Jaguaribe	20,815	1,000	12.2	0.0	7.5	7,522	361
Baixo Pituacu	29,000	3,200	15.5	14.5	3.5	1,101	122
Calafate	82,000	4,139	34.3	51.8	6.4	1,546	78
Campinas	90,000	13,610	47.0	72.4	11.1	816	123
Cobre	80,000	8,608	43.6	50.8	9.1	1,052	113
Comercio	58,000	7,682	62.6	14.0	5.6	732	97
Itapoa	25,500	2,800	53.5	10.0	6.2	2,206	242
Lobato	64,000	2,867	45.1	47.2	6.7	2,337	105
Mangabeira	140,000	15,413	126.7	59.6	19.4	1,259	139
Medio Camurugipe	55,000	4,620	35.7	56.7	7.5	1,625	136
Medio Jaguaribe	16,504	2,100	13.3	14.0	2.8	1,344	171
Paripe	98,484	11,397	54.5	92.5	7.8	680	79
Península	115,700	7,495	35.5	99.0	14.8	1,975	128
Periperi	124,000	11,787	75.4	77.2	19.1	1,617	154
Pernambues	70,000	13,581	47.3	66.0	6.9	506	98
Saboeiro	99,686	10,300	14.9	11.6	9.8	947	98
Tripas	133,000	21,732	74.0	60.0	9.8	450	73
<b>Total</b>	<b>1,729,053</b>	<b>213,974</b>	<b>1,026.1</b>	<b>1,177.1</b>	<b>186.3</b>	<b>871</b>	<b>108</b>

Fuente: EMBASA (2000) Indicadores dos Sistemas de Esgotos – Programa Bahía Azul.

(\*) No incluye el costo de tratamiento de aguas servidas.

Como consecuencia, el modelo se adoptó gradualmente durante un largo periodo de tiempo y en respuesta a las restricciones específicas y desafíos experimentados en el terreno. Pueden identificarse tres fases distintas en su evolución.

Durante la primera fase, el modelo condominial sirvió para cubrir vacíos en lugares donde los patrones de urbanización descartaban efectivamente el uso de los sistemas convencionales, por ejemplo, a lo largo de vías accidentadas, callejuelas empinadas y aleros escalonados elevándose entre las casas. Sin embargo, el sistema aunque inspirado por el modelo condominial, no constituyó una aplicación integral de dicho modelo. Una diferencia clave fue la ausencia de una definida delineación entre los condominios que forman parte de las manzanas de edificaciones fundamentales de las redes condominiales. Como resultado, los ramales condominiales casi siempre se confundían con la red pública, y había o muchos o muy pocos ramales utilizados en el diseño de los sistemas. Además, la participación de la comunidad local se confinó a acuerdos localizados, específicos y negociados para permitir que las tuberías pasen por propiedad privada.

La segunda fase empezó en 1994, cuando el programa Bahía Azul se implementó a mayor escala. Este periodo se caracterizó por la introducción formal del modelo condominial, que en adelante estaría presente en mayor o menor extensión durante todo el programa. A lo largo de esta etapa, el empleo del modelo condominial estuvo casi completamente confinado a las barriadas urbanas altamente precarias; mientras que el uso del sistema en áreas urbanizadas más típicas fue limitado. Es más, la extensión de la adopción de los principios y las prácticas condominiales varió considerablemente entre los diferentes contratistas involucrados en el proyecto.

A partir de 1997 se inició la aplicación efectiva del modelo condominial en toda la ciudad, sin tomar en cuenta el tipo de topografía, el estilo de urbanización ni los ingresos de las poblaciones beneficiadas con el programa. De esta forma, el

modelo se aplicaría eventualmente en localidades tan diversas como Bacia do Comercio (una de las partes más antiguas y tradicionales de la ciudad, incorporando el centro histórico), así como los asentamientos periurbanos más pobres.

La dinámica esencial la generó el creciente entusiasmo por el sistema, a medida que sus ventajas eran evidentes en las áreas donde se aplicó con anterioridad. Como resultado, hubo suficiente tiempo para que todo el conocimiento fuera debidamente transferido y asimilado. En ese sentido, a la vez que la construcción progresaba se iban efectuando diariamente numerosos ajustes y modificaciones. Los diversos contratistas realizaron diferentes cambios según lo requiriesen. Pese a que los elementos principales del modelo condominial se introdujeron paulatinamente, el resultado final fue que dichos procedimientos y estándares que forman la columna vertebral del sistema prevalecieron eventualmente.

### III.3 Aspectos de ingeniería

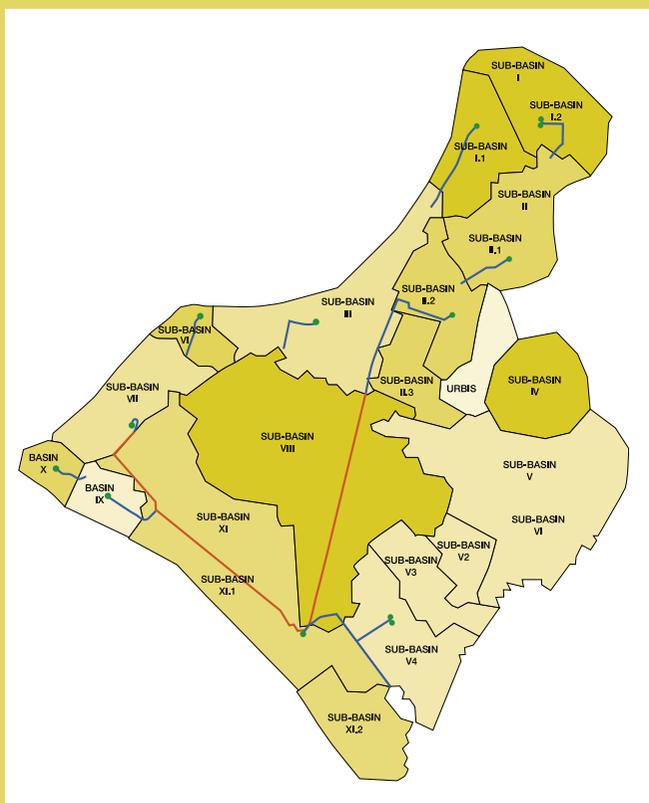
Los diseños de ingeniería utilizados para adaptar el modelo condominial a las difíciles condiciones locales de Bahía, revelaron una gran creatividad e ingenio. Se plantearon nuevas propuestas

Medidor doméstico en Sao Caetano, Salvador de Bahía

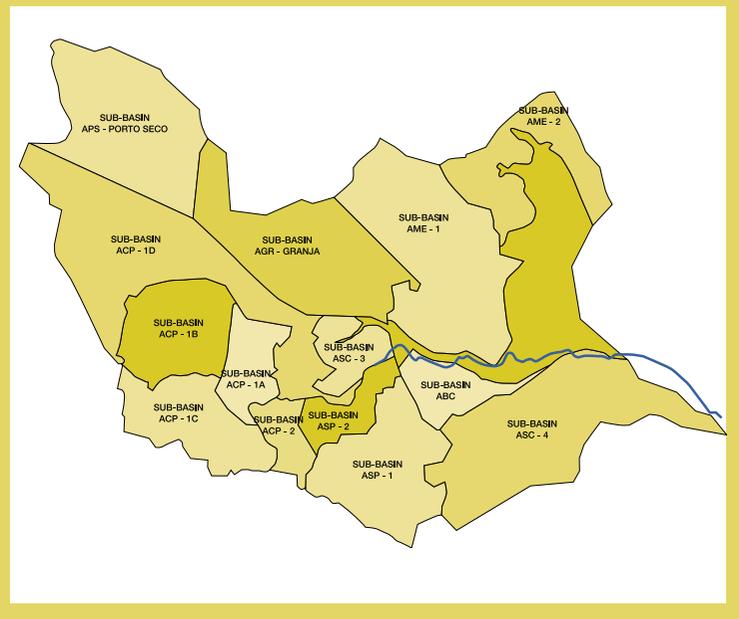


como las redes de alcantarillado presurizadas; tuberías que “cruzan” residencias; tuberías “sobre el nivel del suelo”, y el uso de grandes tuberías verticales de caída (tubos de queda), lo que se describirá en detalle más adelante. Sin embargo, los principios condominiales se aplicaron únicamente a nivel local, donde las circunstancias difíciles lo exigían, no reflejándose en el macro diseño del proyecto. Esto último se basó en la idea de concentrar todos los efluentes de la ciudad en un solo punto, donde podrían descargarse mediante un gran emisario submarino, hecho que significaría altos costos de transporte para centralizar el alcantarillado. Una propuesta alternativa no considerada –aunque

**Figura III.1: Cuenca de Península**



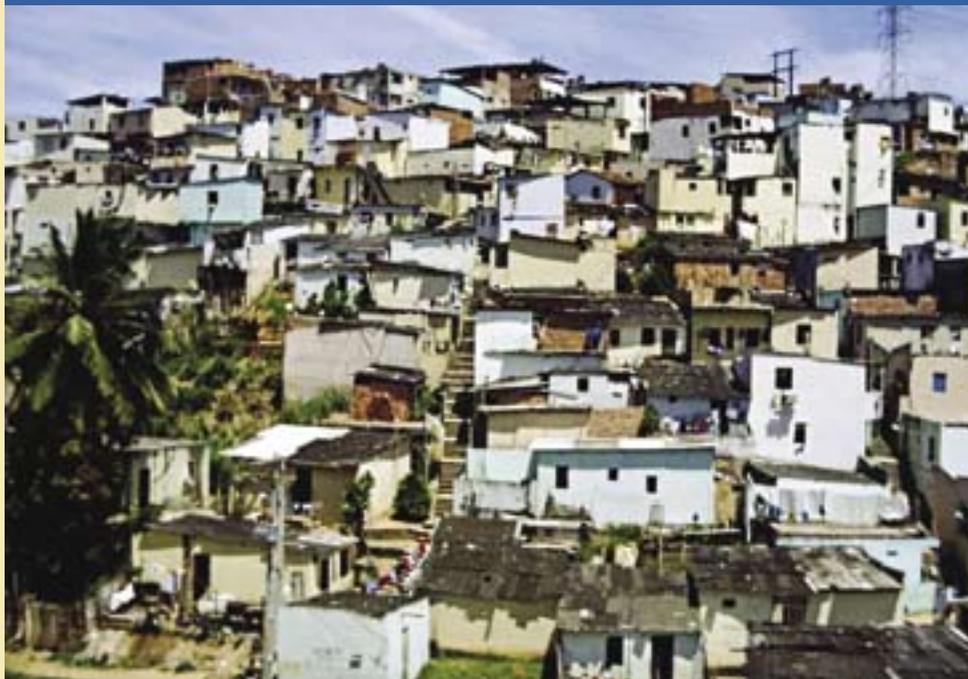
**Figura III.2: Cuenca Alto Camarujipe**



hubiera estado más en línea con los principios condominiales– era mantener el efluente descentralizado dentro de las cuencas locales y llevarlo a plantas de tratamiento de menor escala.

A continuación, se presenta una perspectiva de los diseños de ingeniería, con énfasis en dos cuencas específicas y contrastantes. La primera es Bacia da Península, que es una de las barriadas más antiguas en Bahía, caracterizada por su terreno bajo, propenso a inundaciones, y una población relativamente escasa y diversa con niveles de ingresos variables. La segunda es Bacia do Alto Camarujipe, uno de los asentamientos urbanos no planificados más grandes y pobres de la ciudad (ver la fotografía en la página siguiente). Es una urbanización compleja que ocupa laderas empinadas, con estructuras precarias, alta densidad poblacional y pobreza extendida. Las Figuras III.1 y III.2 muestran la localización de las dos sub-cuencas en la ciudad.

Ilustración de *Bacia do Alto Camarujipe*



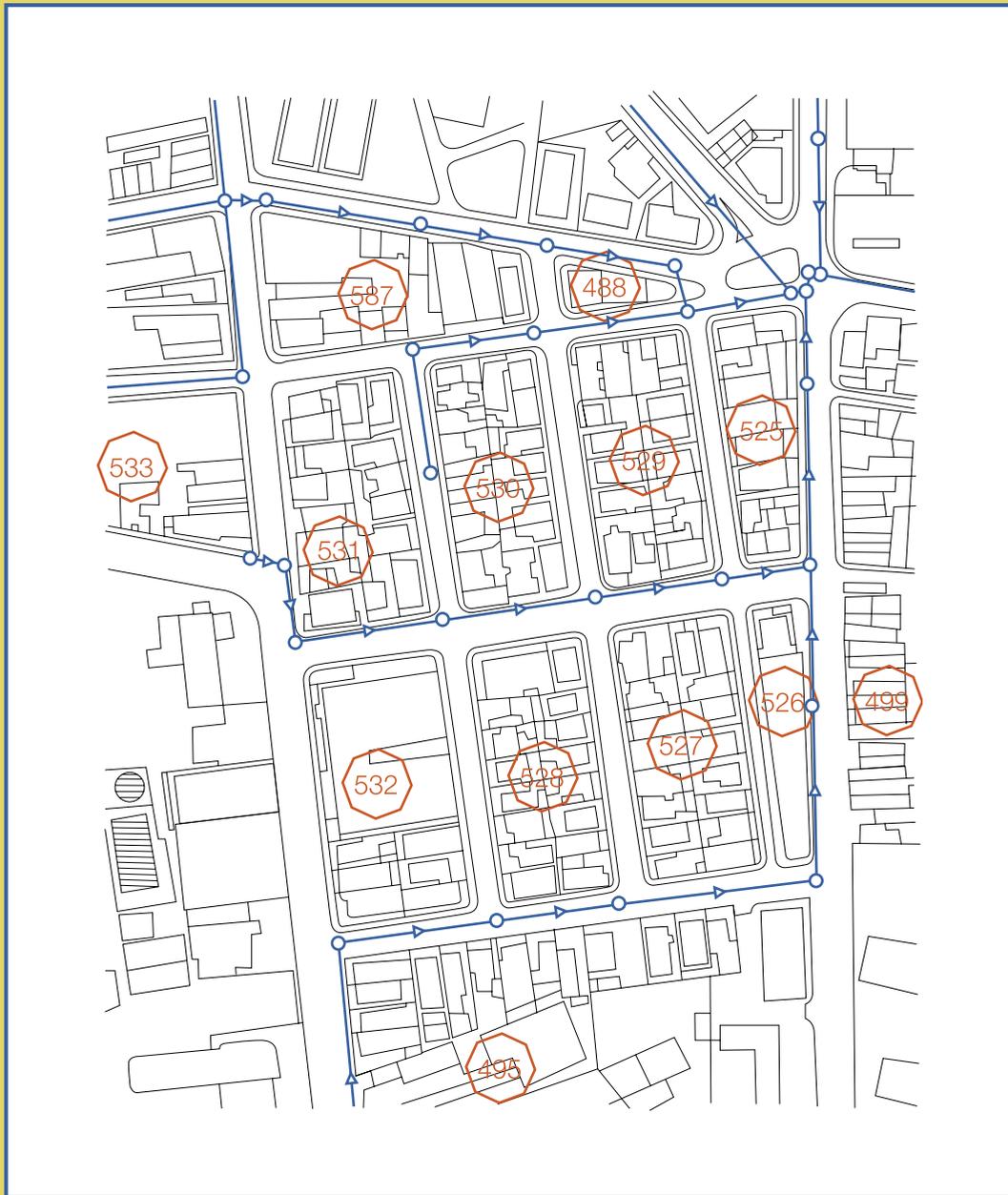
#### (a) Red pública

La Figura III.3 ilustra el diseño de la red pública en la cuenca de Alto Camarujipe. Se observan claramente las características esenciales del sistema, como el alcantarillado bordeando cada manzana que alimenta un punto de recolección único, lo que trajo como consecuencia la baja densidad de tuberías requeridas para atender las áreas. En general, estas redes se concibieron y localizaron in situ, conforme con los lineamientos condominiales, aunque se tendió a emplear tuberías de diámetro mayor al que hubiera sido estrictamente necesario para un diseño condominial, con un diámetro mínimo de 150 milímetros en contraste con 100 milímetros que se habría podido justificar para los requerimientos hidráulicos. Es interesante contrastar algunas de las características del diseño de las dos cuencas, que reflejan ampliamente sus diferentes condiciones topográficas.

#### *Bacia da Península*

En Bacia da Península, el desafío de ingeniería clave lo planteó el terreno plano, justo sobre el nivel del mar; combinado con una napa freática muy alta y gran parte de la sub-superficie ocupada por otra infraestructura. Por lo tanto, fue muy importante mantener la red lo más cerca posible de la superficie. Ello se logró limitando la profundidad de las instalaciones a tres metros. Con ese fin, se utilizaron las aceras para la red básica, llegando a la profundidad máxima de un metro y limitando las profundidades a las mínimas requeridas para mantener el flujo de los ramales condominiales. Un desafío decisivo fue proteger las tuberías de estas redes poco profundas que debían pasar de una acera a otra, debajo de las calles, y que están normalmente sujetas a cargas pesadas del tráfico vehicular. Para ello se prepararon dos estrategias alternativas. La primera fue bajar un metro la profundidad de las

Figura III.3: Diseño de la red pública para *Bacio do Alto Camarujipe*



tuberías donde fuera posible antes de cruzar la calle, y “recuperar” la baja profundidad con mínimas pendientes en la otra acera. La segunda estrategia fue proteger especialmente las tuberías que debían atravesar la calle a poca profundidad. Cuando no fue factible ninguna de estas alternativas, se garantizó la profundidad máxima de tres metros utilizando pequeñas estaciones subterráneas de bombeo automatizadas, colocadas en terrenos públicos para evitar problemas de expropiación.

### **Bacia do Alto Camarujipe**

En Bacia do Alto Camarujipe, el desafío de ingeniería clave fueron las laderas muy empinadas y la densa urbanización, que ocupaba frecuentemente los cauces de los ríos y riachuelos locales. Una ventaja topográfica fue la posibilidad de instalar largos tramos de tuberías bajo las aceras, donde la poca profundidad significaba que los pozos de inspección podrían reemplazarse por cámaras de inspección mucho más económicas. Sin embargo, el tipo de terreno planteó otras dificultades, obligando a los contratistas a desarrollar una gama de propuestas innovadoras que, aunque se alejaban de la práctica diaria, ilustraron un compromiso fundamental de cubrir las necesidades de la población bajo cualquier circunstancia. Existen cuatro problemas especiales en que se puede profundizar, a saber: presurización del sistema de alcantarillado, grandes tuberías verticales, trazado superficial de alcantarillado y redes aéreas.

**Sistemas presurizados.** Las sub-cuencas típicas en esta área tienen forma semicircular, con una densa urbanización ocupando las áreas de drenaje natural a lo largo de los riachuelos locales, hacia donde las troncales colectoras normalmente estarían dirigidas (ver fotografía). Cuando las restricciones de espacio evitaban la instalación de un colector tradicional por gravedad, se usó la presurización del sistema de alcantarillado como una alternativa. Esto llevó a la instalación de dos sistemas colectores concéntricos e independientes dentro de una microcuenca, separados por una franja de terreno. El más alto, que representaba

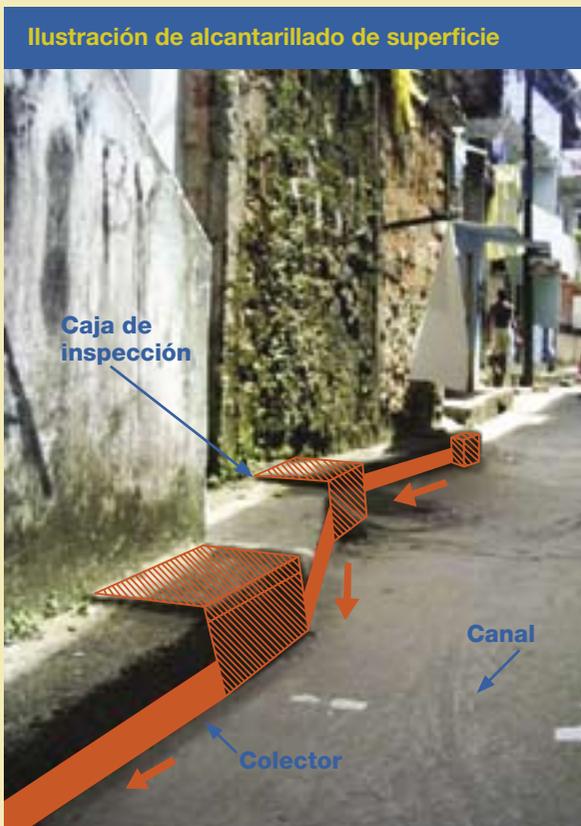


por lo menos 80% de la carga local, descargaba a un interceptor presurizado localizado en los estrechos cauces disponibles, permitiendo el transporte de efluentes a una profundidad y pendientes mínimas. Más abajo, debido al estrecho diámetro de los ramales condominiales (casi exclusivamente 100 milímetros), el restante 20% de la carga fluía completamente por gravedad hasta la unión donde los efluentes se recogían y redireccionaban hacia el sistema principal mediante una pequeña bomba.

**Grandes tuberías de caída verticales.** Una de las sub-cuencas de esta área presentó otra peculiaridad que exigía una solución única. Fue el caso de un área cuya salida natural era un precipicio de aproximadamente 20 metros de profundidad, cuyo fondo estaba ocupado por un asentamiento informal. La solución a

este problema fue utilizar una tubería de caída vertical, consistente de una tubería de hierro fundido de 150 milímetros fija a la pared del precipicio con abrazaderas, protegida por un revestimiento de concreto que terminaba en una caja de ruptura de presión en la base, que servía también como pozo de visita inicial. La red de desagüe atiende al asentamiento informal y la estructura de la tubería de caída funciona perfectamente desde su instalación en 2000.

**Alcantarillado superficial.** En otras partes de la cuenca, el canal de drenaje natural entre las casas era tan estrecho que no podía contener el flujo normal del agua de las lluvias sin inundar las casas circundantes. La salida fue elevar el nivel de las casas sobre el suelo sin perturbar el sistema de alcantarillado de las viviendas



colindantes. El alcantarillado superficial estaba protegido con un revestimiento de concreto, que contaba con la ventaja agregada de ofrecer una acera que facilitaba el movimiento de los residentes locales (fotografías del alcantarillado de superficie). Esta propuesta probó ser mucho más económica que cavar la colectora en el terreno rocoso, y desde entonces se usa ampliamente en Salvador y en otras ciudades brasileñas de suelo rocoso.

**Alcantarillado aéreo.** En los lugares donde la densidad urbana era mucho mayor y la escorrentía del agua no estaba cubierta o canalizada adecuadamente, fue necesario optar por una solución de extrema variación del alcantarillado superficial antes mencionado. En esos casos, se evitaron generalmente las inundaciones posicionando los pisos bajos de las casas sobre el nivel de escorrentía. Esto permite normalmente la instalación de ramales de red que bordean las casas sobre los canales de escorrentías, ya sea usando tuberías conectadas a las paredes de las casas o apoyadas en pilares.

### (b) Ramales condominiales

La longitud combinada de los ramales condominiales instalados en Salvador alcanzó aproximadamente 1,177 kilómetros en 2000 (Tabla III.1). Actualmente puede llegar a 2,500 kilómetros.

EMBASA planteó a los contratistas que ejecutaron las obras, estándares generales para el diseño de los ramales condominiales. No permitió que el diámetro de las tuberías fuera determinado por las condiciones hidráulicas en cada caso, y limitó el uso de tuberías de 100 milímetros a las primeras 20 casas de cualquier condominio, exigiendo que los diámetros aumenten a 150 milímetros para las 20 casas siguientes, y a 200 milímetros en adelante. Estas exigencias se impulsaron debido a la profunda tradición cultural de combinar agua de lluvia y flujo de aguas servidas. Ello generó además problemas al proponer la utilización de diámetros menores solamente para el alcantarillado. Es más, la preferencia general en Salvador eran las tuberías de PVC.

No obstante estos lineamientos generales, en la práctica hubo una considerable variación en la aplicación del modelo, lo que reflejaba en parte la diversidad de contratistas que ejecutaban un programa a gran escala, así como la naturaleza de los desafíos planteados en las diferentes áreas de la ciudad. En general, la profundidad de los ramales condominiales fue la mínima compatible con las exigencias de descarga de las viviendas, hasta un máximo de un metro. Más aún, las cajas de inspección fueron colocadas en cada punto de tubería de entrada, en las uniones de la red, y cerca de las tuberías verticales donde la caída excedía 0.5 metros. Un problema clave para las comunidades fue el reemplazo adecuado de las aceras y escaleras que se habían dañado durante las obras de instalación.

Figura III.4: Ilustración del diseño de ramificación condominial en *Bacia da Península*

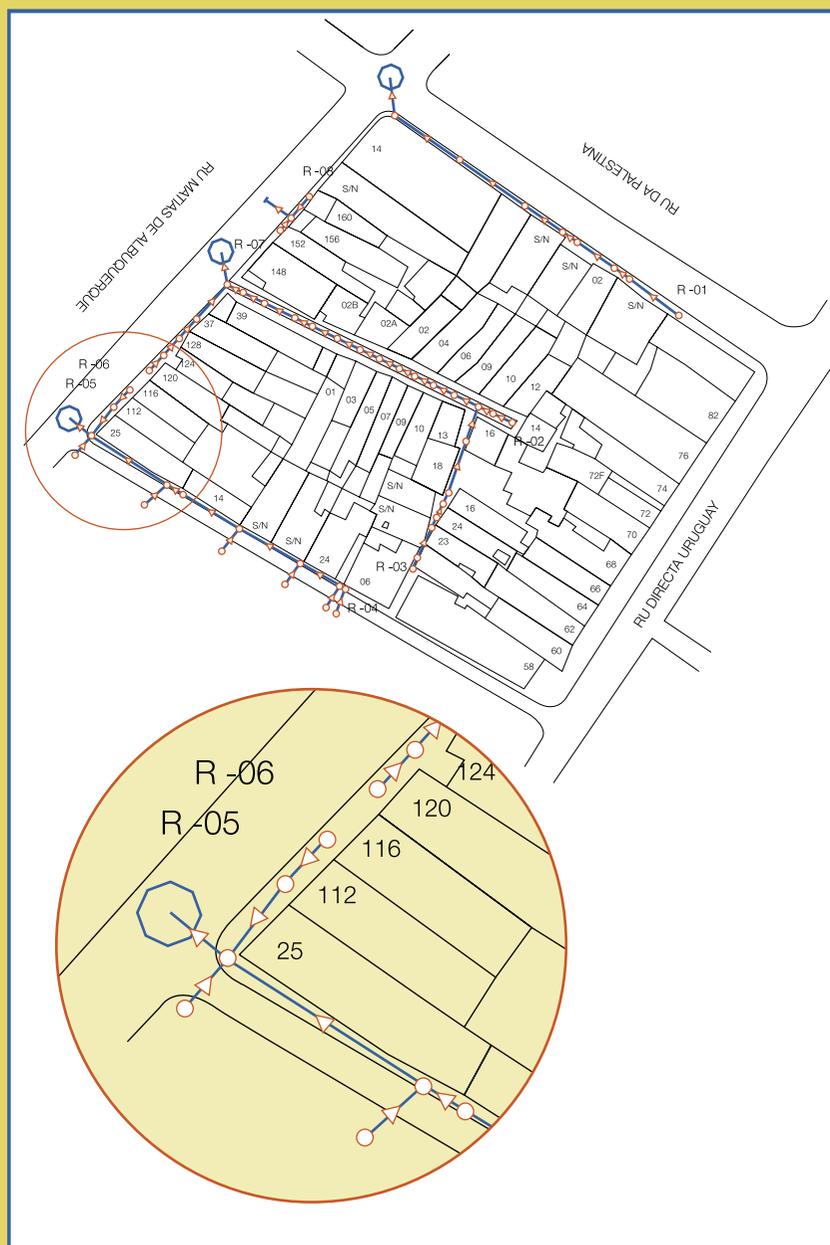


Figura III.5: Ilustración del diseño de ramificación condominial en *Bacia do Alto Camarujipe*



Respecto de la ubicación de los ramales condominiales, existió el acuerdo general de un direccionamiento no convencional de éstos cuando las condiciones locales lo exigieran. En algunos casos, se realizó un direccionamiento debajo de los escalones y pasajes estrechos entre las casas, a través de los patios delantero o posterior, e incluso dentro de las casas. Dadas las numerosas restricciones técnicas en el diseño de la red, en Salvador debió olvidarse la práctica usual (observada en Brasilia) de permitir a los habitantes elegir la dirección preferida de la red, pues había una sola alternativa viable en cada sub-cuenca.

La otra consideración clave fue la necesidad de alcanzar, en lo posible, una completa separación de los sistemas de aguas de lluvias y aguas servidas, que iba completamente en contra de la tradición cultural local de redes combinadas.

Las Figuras III.4 y III.5 ilustran problemas específicos de diseño de los ramales condominiales. En el primer ejemplo, tomado de Bacia da Península, la preocupación central fue mantener la red a tan poca profundidad como fuera posible, para evitar los obstáculos planteados por los altos niveles del mar y de la napa freática, e impedir que las precarias viviendas colapsaran. En el segundo ejemplo, extraído de Bacia do Alto Camarujipe, que es un área de alta densidad, el problema clave fue determinar el trazado de las tuberías. Las pendientes naturales no representaron un problema, puesto que éstas siempre fueron mayores que el mínimo hidráulico establecido (0.005 m/m), y podría mantenerse una profundidad uniforme para las tuberías.

### III.4 Aspectos financieros

Los trabajos de ingeniería de las dos cuencas descritas en la sección anterior llegaron a colocar 219 kilómetros de tuberías en Bacia da Península, y 394 kilómetros en Bacia do Alto Camarujipe, incluyendo las redes públicas y los ramales condominiales en instalaciones internas (Tabla III.2). Alrededor de tres metros de ramales de este tipo fueron colocados por

**Tabla III.2: Datos de costos de Bacias da Península y do Alto Camarujipe**

	Península	Alto Camarujipe
Población total atendida	115,700	163,726
Número total de viviendas atendidas	23,217	43,833
<b>Longitud total (km)</b>		
• Longitud total	218.8	394.3
• Red pública	50.4	79.0
• Ramales condominiales	138.6	240.0
• Instalaciones internas	29.8	75.3
<b>Longitud promedio (m)</b>		
• Total por vivienda	9.43	9.00
• Red por vivienda (m)	2.17	1.80
• Ramificación por vivienda (m)	5.97	5.48
• Instalación interna por vivienda (m)	1.29	1.72
<b>Inversión total (US\$ millón)</b>		
• Inversión total	7.3	11.2
• Red pública	2.4	4.4
• Ramal condominial	3.8	3.3
• Instalaciones internas	1.1	3.5
<b>Desglose de inversión (US\$)</b>		
• Total por vivienda	316	256
• Por metro de red pública	48	56
• Por metro ramal condominial	27	14
• Por metro de instalaciones internas	39	46

Fuente: EMBASA, 2000.

### Medidor en vivienda en Sao Caetano, Salvador de Bahía



cada metro de red pública, y ésta no fue mucho más larga que la tubería necesaria para las instalaciones internas. Esto hace un promedio aproximado de nueve metros de tuberías totales por cada vivienda atendida en una y otra cuenca, de las cuales únicamente dos metros pertenecen a la red pública y el resto a los ramales condominiales.

El costo de inversión total ascendió a US\$7.3 millones para Bacia da Península, y US\$11.2 millones para Bacia do Alto Camarujipe. Esto equivale a un costo por vivienda conectada de US\$316 y US\$256, respectivamente, sin incluir el costo de los colectores troncales aguas abajo, que varía sustancialmente entre las cuencas, dependiendo de su localización geográfica. Se alcanzaron estos bajos costos unitarios reduciendo al mínimo la longitud de la red pública a través de los ramales condominiales, como se anotó. El costo por metro de red pública (alrededor de US\$50) es más del doble del costo por metro de ramales condominiales (aproximadamente US\$20).

Con respecto a los derechos pagados por la población, en el caso de Salvador no se cargó ningún costo de conexión puesto que las inversiones se subsidiaron completamente

gracias al programa Bahía Azul. Sin embargo, los habitantes se responsabilizaron de cubrir los costos de las instalaciones internas, lo que fue necesario antes de implementar la plomería para los aparatos sanitarios, de tal forma que pudieran drenar al nuevo sistema de alcantarillado en vez del antiguo sistema de aguas de lluvias. EMBASA realizaba usualmente este trabajo, y los beneficiarios y la compañía de servicios públicos llegaron a un acuerdo en cuanto a los pagos mensuales.

Antes del programa Bahía Azul, muchas viviendas tenían algún tipo de sistema de drenaje, porque se usaba la red de aguas de lluvias libre de cargo. Con la instalación de la red de alcantarillado, por primera vez los usuarios tienen que pagar por el servicio. Con el fin de facilitar el proceso, EMBASA ofreció dos opciones: pagar la tarifa total de alcantarillado sin responsabilidad en cuanto al mantenimiento de los ramales condominiales, o aceptar responsabilidades de mantenimiento a cambio de un derecho con descuentos. Este paquete de descuentos fue más atractivo para la población local y el más aceptado, aunque en la práctica la población no siempre ha asumido sus compromisos de mantenimiento (ver siguiente sección).

### Cambio de pendiente del nivel de ramificación condominial (tubería conectada a la pared), Sao Caetano, Salvador de Bahía



Niños jugando en la calle, Sao Caetano, Salvador de Bahía



### III.5 Aspectos sociales

El programa Bahía Azul implicó una movilización social a una escala sin precedentes en Brasil. Durante el desarrollo del programa, se establecieron alrededor de 10,000 condominios, y se organizaron reuniones para atender los diferentes problemas. Por ejemplo, dada la densidad urbana, el trabajo de los contratistas era con frecuencia muy perturbador, puesto que exigía cuidadosas negociaciones con la comunidad. Las reuniones se enfocaron también a garantizar la firma de términos de un contrato que rigiera las relaciones futuras entre EMBASA y cada condominio. Sin embargo, en retrospectiva, las actividades de intermediación comunal no fueron lo suficientemente intensas como para evitar algunos problemas serios posteriores, producto de las operaciones del sistema. Esto incluyó la baja tasa relativa de recaudación y la falta de adherencia a las obligaciones de mantenimiento comunal.

Primero, como se mencionó, las condiciones locales prevaletentes en Salvador hicieron desafiante motivar a los pobladores para que conecten sus viviendas al nuevo sistema de alcantarillado. Muchas

viviendas de las áreas afectadas tenían instalaciones sanitarias internas, conectadas al sistema de aguas de lluvias, que era la fuente de contaminación ambiental observada en Bahía de Todos los Santos. Desde la perspectiva de las viviendas, este esquema ofrecía todas las ventajas de un sistema de alcantarillado a costo cero. Al mismo tiempo, pasar a la nueva red de alcantarillado implicaba costos monetarios y la interrupción del servicio asociado con el redireccionamiento de los trabajos de plomería de las instalaciones sanitarias existentes al nuevo alcantarillado, así como la obligación constante de pagar una cuenta de alcantarillado mensual. Más aún, ya que los beneficios resultantes del proyecto tomaron la forma de mejoras ambientales generales, éstas no fueron tangibles de inmediato para los habitantes. Por estas razones, no ha sorprendido que, a la fecha, únicamente el 30% de las viviendas en el área de intervención del programa Bahía Azul se haya conectado a la red de alcantarillado. Aumentar la tasa de conexión requerirá nuevos esfuerzos para ofrecer educación sanitaria y ambiental a las comunidades locales, y también incentivos financieros adicionales.

Segundo, como se señaló, muchas viviendas optaron por asumir las responsabilidades del mantenimiento a cambio de un derecho de uso de alcantarillado mensual más bajo. Sin embargo, en la práctica estas viviendas no siempre quisieron ni fueron capaces de atender las necesidades de mantenimiento resultantes de los ramales condominiales; con insistencia solicitaron a la compañía cuadrillas de mantenimiento, incluso cuando teóricamente no tenían derecho a ello. Además, el uso de tuberías de diámetro similar para los ramales condominiales y las redes públicas,

complicaron a veces la tarea de los propios residentes de determinar qué segmentos de la red eran su responsabilidad. La situación pudo haberse manejado de mejor manera. Por un lado, hubiese habido un mayor esfuerzo para informar a los residentes locales acerca de sus responsabilidades de mantenimiento; y, por otro lado, la compañía hubiera sido más consistente al pasar a la tarifa total de uso de alcantarillado a aquellos usuarios que solicitaban cuadrillas de mantenimiento, puesto que ello imponía costos de mantenimiento a la compañía.

**Tubería de alcantarillado adjunta a la pared, Sao Caetano, Salvador de Bahía**



### III.6 Aspectos operativos

La propuesta gradual y no planificada que caracterizó la adopción del modelo condominial en el programa Bahía Azul, se repitió cuando se entregaron a EMBASA los nuevos sistemas construidos para que ésta se hiciera cargo de su operación y mantenimiento continuos. No hubo esfuerzos específicos para capacitar al personal operativo sobre el uso del nuevo sistema, ni para adaptar los procedimientos de mantenimiento existentes a las diferentes características de las redes. El resultado fue que las tradicionales prácticas operativas desarrolladas para las redes convencionales también se aplicaron a los sistemas condominiales. Gradualmente, a medida que se incrementó la conciencia de los nuevos diseños, se adoptaron procedimientos de operación y mantenimiento adecuados.

Como reflejo de las costumbres y prácticas de la población local, los tres problemas operativos más recurrentes en las redes condominiales han sido esencialmente los mismos que caracterizan al sistema convencional de la ciudad. En primero lugar, debido a la historia de drenajes combinados de aguas servidas y aguas de lluvias, algunas partes de la red de alcantarillado se conectaron por error precisamente a la red de aguas de lluvias. Esto trajo serios problemas, incluyendo la sobrecarga de la red durante las tormentas, así como desperdicios y tierra no deseados y la sedimentación de materiales pesados asentados dentro de las tuberías debido a las lluvias. En segundo

lugar, el hecho de contar con menos de un tercio de la población conectado a la red, significó que los flujos de alcantarillado eran más bajos de lo que se previeron originalmente y, por lo tanto, no siempre fueron adecuados para transportar residuos sólidos. En tercer lugar, la población local utiliza a veces mal las instalaciones sanitarias, desechando artículos sólidos, lo que revela deficiencias en su educación sanitaria.

### III.7 Aspectos institucionales

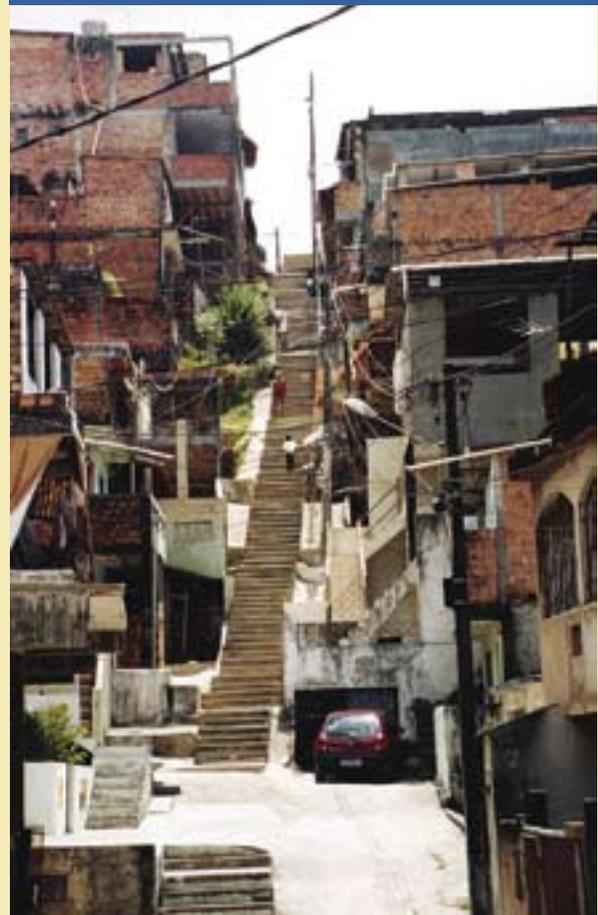
A diferencia del caso de Brasilia, la compañía local de servicios públicos, EMBASA, nunca tomó la decisión formal de adoptar oficialmente el modelo condominial como una política de la empresa. Sin embargo, luego del éxito del programa Bahía Azul, el sistema se ha adoptado en docenas de pequeños pueblos dentro del Estado de Bahía. De esta manera, el uso del modelo puede caracterizarse como mucho más oportunista que en Brasilia, y no se ha logrado reflejar ni absorber en la estructura institucional de la compañía de servicios públicos.

Respecto de la propia implementación del programa Bahía Azul, la gran escala de la iniciativa unida al periodo de cinco años significó que diferentes contratistas trabajaran simultáneamente en distintas partes de la ciudad, incluyendo cinco o seis de las empresas constructoras más grandes del país. Cuando empezó el proyecto, ninguno de ellos estaba familiarizado con el modelo condominial ni con el contexto socioeconómico de las barriadas periurbanas. Esto provocó que la adopción del modelo fuera gradual y experimental, desarrollándose a lo largo de varias líneas paralelas en áreas administradas por diferentes contratistas.

### III.8 Resumen

El caso de Salvador de Bahía es probablemente la aplicación única más grande del modelo condominial. Es de resaltar también los enormes desafíos de ingeniería planteados por la ciudad y el extraordinario ingenio con que se han superado. Un problema

Graderías, Sao Caetano, Salvador de Bahía



clave con la implementación ha sido la dificultad para convencer a los residentes locales de asumir las responsabilidades de mantenimiento asociadas con las redes. La principal carencia de la experiencia fue la baja tasa de conexión a la red de alcantarillado, afectando el propósito original del programa. Sin embargo, este problema no se relaciona específicamente con el uso de la tecnología condominial, sino que es un indicio de un desafío mayor que afecta la expansión de las redes de alcantarillado.



Trabajos de excavación para instalar la red pública, Brasilia

## IV. Parauapebas: Movilización comunal por el servicio de agua condominial

### IV.1 Perfil de la ciudad

La ciudad de Parauapebas está localizada en el Estado de Pará, a 650 kilómetros de la capital del estado, Belén. Fundada hace menos de 20 años, debe su historia y rápido crecimiento al desarrollo de los ricos yacimientos de hierro establecidos por la Compañía do Vale do Rio Doce (CVRD). Desde su incorporación formal como municipio en 1998 a la actualidad, la población creció de 20,000 a casi 100,000 habitantes. Luego de su reciente privatización, la CVRD diversificó sus actividades mineras para incluir cobre, oro, níquel y manganeso, fomentando de esta forma el desarrollo de dos pueblos vecinos (Cada dos Carjas y Eldorado), y creando uno de los centros mineros más poblados del norte de Brasil. El área puede caracterizarse como un pueblo en expansión, con espíritu de frontera de colonización.

Entre las municipalidades del norte y noreste de Brasil, Parauapebas es un raro ejemplo de área urbana bien organizada, ello debido a un diseño urbano cuidadoso y a una infraestructura bien planificada, que incluye una moderna carretera, sistema de calles, suministro de agua, servicios de alcantarillado, redes de drenaje de aguas de lluvias y recolección de basura, así como instalaciones de salud y educación. Esta situación refleja los recursos financieros sustanciales del municipio, obtenidos de las regalías mineras, junto con la efectividad de las dos últimas gestiones municipales que, en general, son reconocidas por haber introducido una administración moderna y eficiente.

### IV.2 Adopción del modelo condominial

Cuando se estableció la CVRD en Parauapebas, a finales de la década de 1970, la compañía realizó inversiones en el sistema de agua y alcantarillado para provecho de los residentes. No hubo cobro por el uso de los sistemas, sin embargo, el rápido crecimiento de la ciudad hizo que estos sistemas iniciales llegaran a ser obsoletos. De esta manera, a principios de la década de 1990 se deterioraron, atendiendo únicamente a una pequeña área

de la localidad. En términos de suministro de agua, únicamente 1,000 residentes que ocupaban los condominios de la CVRD tenían acceso a un suministro regular. Unos 5,000 residentes adicionales de los vecindarios del centro habían dirigido las aguas no tratadas al río local, mientras que otras 15,000 personas utilizaban aguas contaminadas de pozos, fuentes públicas o tanques municipales. La red de alcantarillado atendía solamente a 6,400 residentes en el área central, cuyos efluentes sin tratar regresaban directamente al sistema del río. En todas partes, los habitantes desarrollaron sus propias soluciones sanitarias, pasando de pozos insalubres a tanques sépticos que rebalsaban continuamente en las calles y áreas públicas de la ciudad. Las precarias condiciones de ambos servicios contribuyeron a la proliferación de enfermedades, especialmente infecciones gastrointestinales, a pesar de los grandes esfuerzos en educación sobre salud pública.

En 1993, la CVRD y la Prefectura Municipal de Parauapebas (PMP) suscribieron un acuerdo de colaboración, con miras a garantizar un préstamo del Banco Mundial para financiar la expansión de los servicios de agua y alcantarillado en la ciudad. Se desembolsó un préstamo de US\$7.8 millones (más tarde aumentó a US\$14.5 millones) para hacer posible que la compañía financie las obras necesarias. A su vez, la PMP acordó destinar 25% (más adelante 27%) de sus regalías mineras para amortizar la deuda. El diseño del proyecto original llevó a la construcción de una bocatoma de río de 230 litros por segundo, conectada a una planta de tratamiento de agua potable, y a un reservorio de 6,000 metros cúbicos. Las redes convencionales de agua y alcantarillado se expandieron para atender al 90% de la población local, canalizando eventualmente los efluentes hacia lagunas de estabilización de desechos descentralizadas en cinco subcuencas de la ciudad (Figuras IV.1 y IV.2).

En 1996, el sistema de producción de agua se había completado. No obstante, se hizo evidente que el financiamiento restante no cubriría el costo de los planificados sistemas de agua y

alcantarillado convencionales. Por lo tanto, la construcción de la red llegó a una paralización en medio de alegatos de irregularidades financieras. Como resultado, la compañía emprendió un estudio de factibilidad para cambiar los diseños de red al sistema condominial, con el objeto de completar el proyecto dentro del presupuesto original. Una vez que la CVRD se convenció de los méritos técnicos del sistema condominial, la decisión de adoptar uno de los dos sistemas dependió de las consideraciones financieras.

El estudio de factibilidad del sistema condominial se basó en los mismos parámetros de diseño que el original (es decir, 90% de

cobertura de servicio con una provisión de 250 litros per cápita diarios), y comparó los precios del contrato cotizados para el proyecto original (no terminado) con los gastos equivalentes del diseño condominial (Tablas IV.1 y IV.2). Este análisis indicó un ahorro en los costos de 70% aproximadamente, en el caso de que las redes condominiales se utilicen para el suministro de agua (a un costo unitario de US\$45 frente a US\$167); y de 40% aproximadamente, en el caso del alcantarillado (a un costo unitario de US\$56 frente a US\$94).

Se destacó también que en el caso del servicio de agua, más de la mitad del ahorro resultaría de la excavación reducida, y menos de

**Tabla IV.1: Comparación de costos de los sistemas de agua**

	Diseño original convencional		Diseño condominial propuesto	
	Costo total	Costo por conexión	Costo total	Costo por conexión
Excavación	454,000	88	101,000	19
Tuberías	407,000	79	129,000	25
<b>Total (US\$)</b>	<b>861,000</b>	<b>167</b>	<b>230,000</b>	<b>45</b>

**Tabla IV.2: Comparación de costos de los sistemas de alcantarillado**

	Diseño original convencional		Diseño condominial propuesto	
	Costo total	Costo por conexión	Costo total	Costo por conexión
Excavación	263,000	39	186,000	28
Cámaras de inspección	181,000	27	85,000	13
Tuberías	185,000	28	102,000	15
<b>Total (US\$)</b>	<b>629,000</b>	<b>94</b>	<b>373,000</b>	<b>56</b>

Fuente para ambas tablas: Condominium, 1997, "Estudo de Aplicacao do Modelo Condominial aos Projetos dos Sistemas de Abastecimento D'Água e Esgotamento Sanitário de Parauapebas – PA".

Figura IV.1: Diseño del sistema de agua convencional original de Parauapebas



Figura IV.2: Diseño inicial del sistema de alcantarillado convencional de Parauapebas

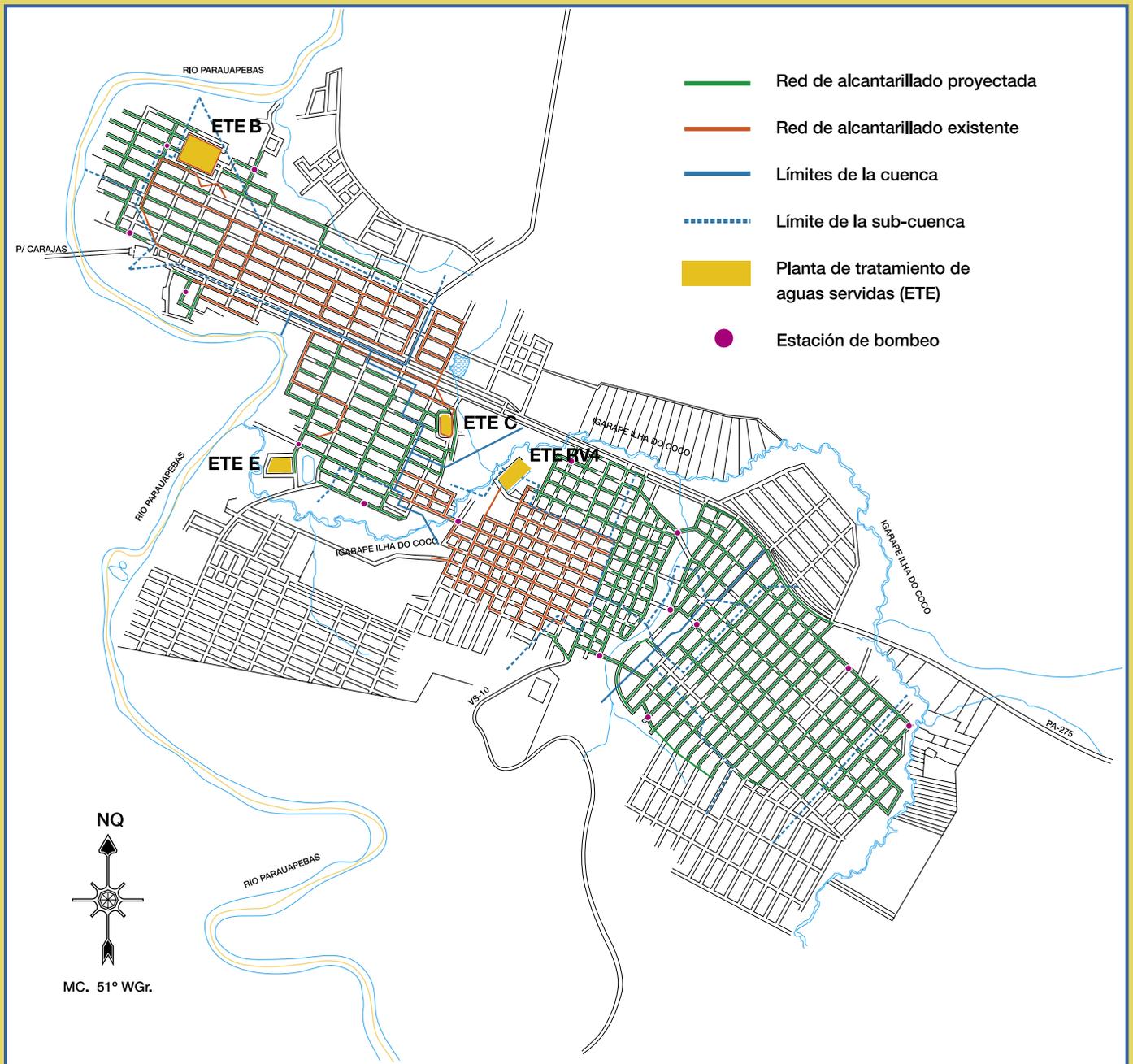


Figura IV.3: Diseño posterior del sistema de agua condominial de Parauapebas

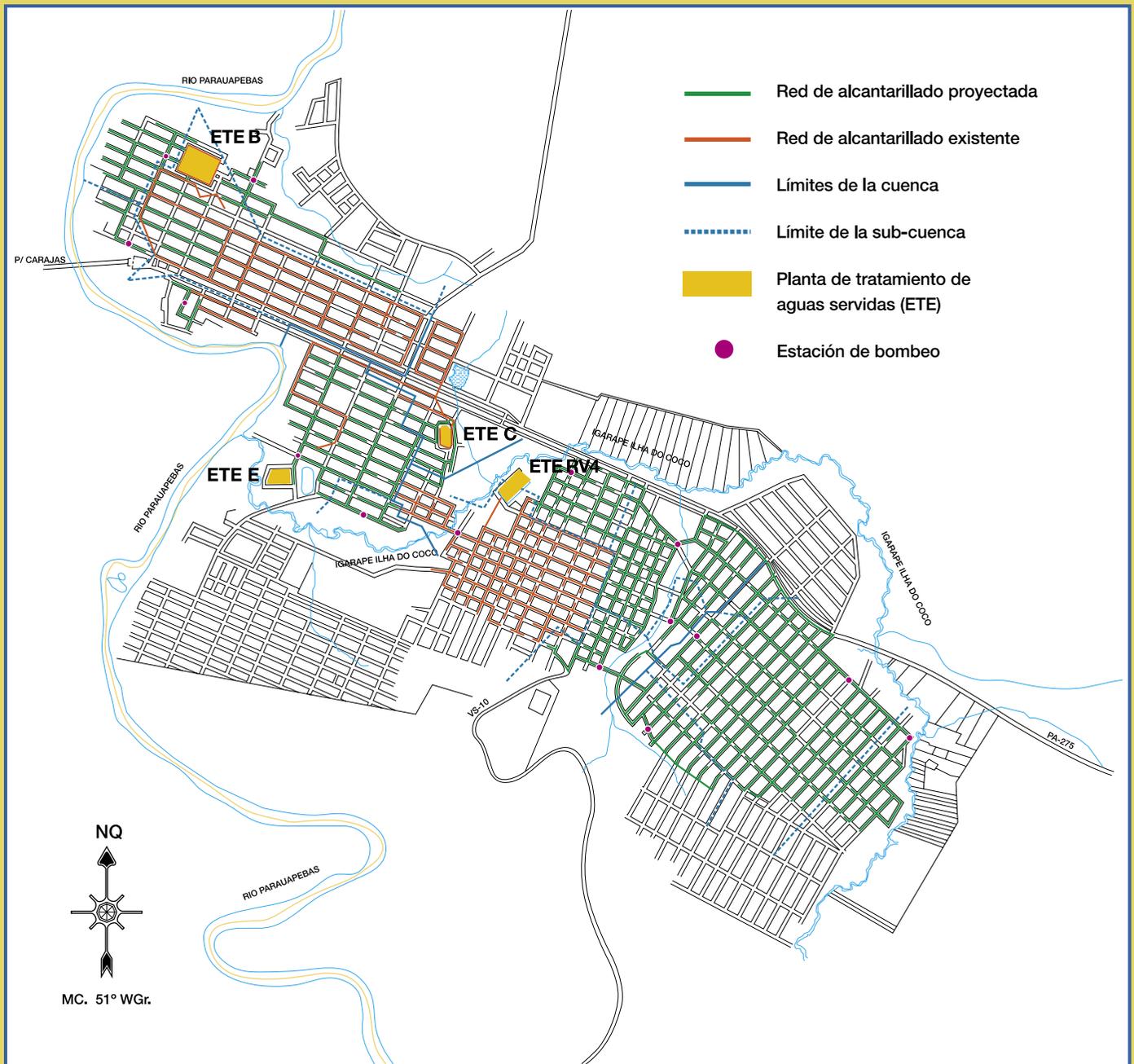
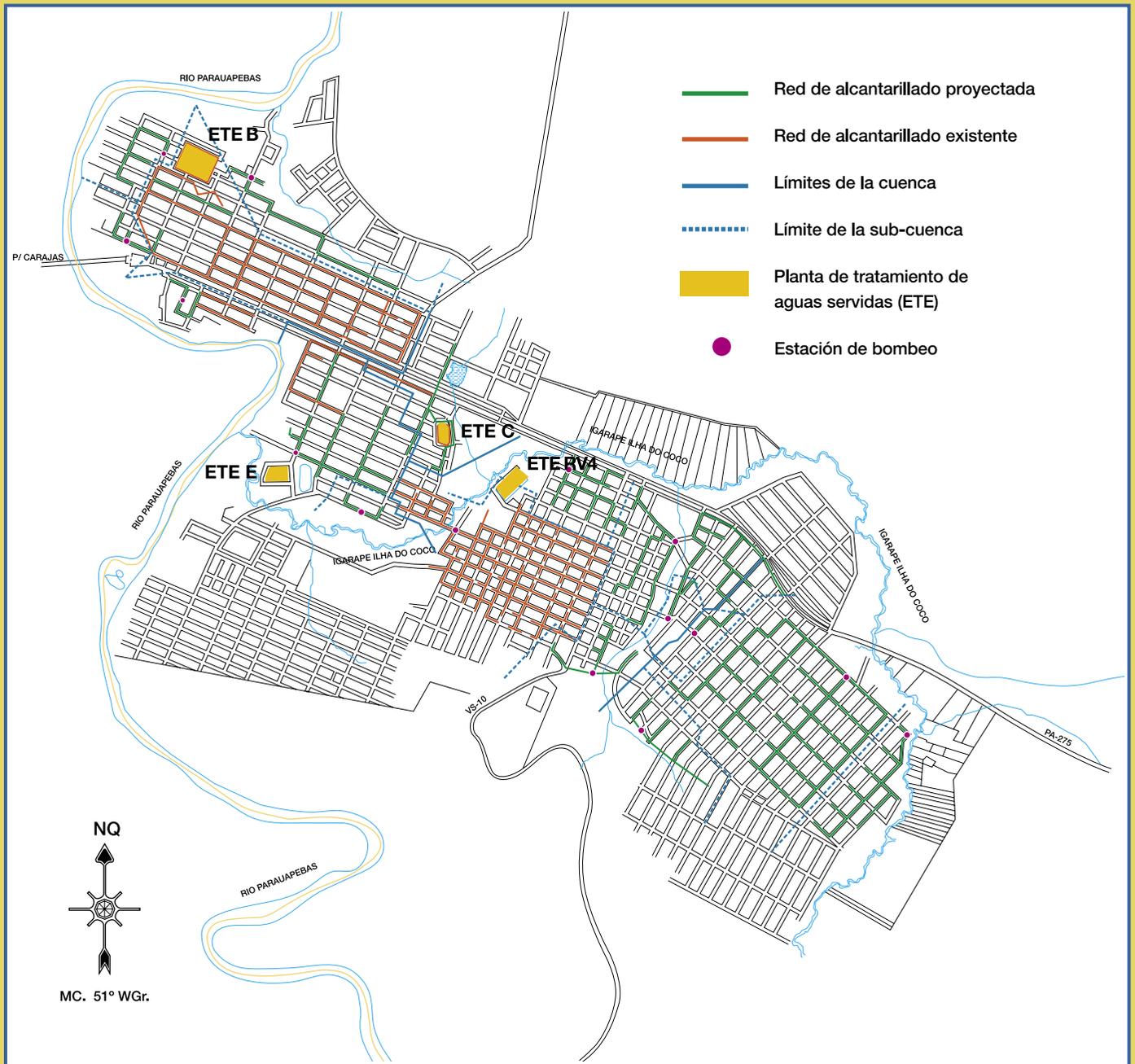


Figura IV.4: Diseño posterior del sistema de alcantarillado condominial de Parauapebas



la mitad del uso reducido de materiales. Mientras que en el caso del alcantarillado aproximadamente un tercio del ahorro provendría de la excavación reducida y los restantes dos tercios del mínimo uso de materiales. Una ventaja adicional del sistema fue que el ahorro en los costos permitiría financiar los servicios de agua en los vecindarios más pobres de la ciudad (Bairro da Paz), que no se había contemplado en el proyecto original y que todavía alcanzaba una reducción de costos de 60% relativo al esquema original. Una vez que estas ventajas fueron aparentes, el concejo municipal y los representantes de la comunidad local aprobaron la adopción del modelo condominial y se implementó el proyecto.

Aunque se aplicó el sistema condominial para expandir los sistemas de agua y alcantarillado de Parauapebas, el estudio del caso se enfocará en el análisis del sistema de agua. La razón es que mientras existen otros ejemplos de sistemas de alcantarillado condominial en Brasil (como los casos precedentes estudiados de Brasilia y Salvador), la aplicación del modelo de red de agua es comparativamente inusual, y por ello de especial interés.

### IV.3 Aspectos de ingeniería

Luego del proceso de toma de decisiones, se inició la construcción del sistema de distribución condominial de agua:

#### (a) Red pública

Al mismo tiempo que se iniciaba la construcción de las redes condominiales en Parauapebas, la construcción río arriba asociada con el reservorio de suministro de agua fluvial del pueblo estaba completa. Esa secuencia de hechos evitó plantear una propuesta integral al diseño de los sistemas de suministro y distribución de agua. En ese sentido, la decisión previa de construir un solo reservorio grande, impuso una estructura centralizada al diseño de la red de distribución de agua, que no era necesariamente la más óptima. Por ejemplo, en algunas áreas de la ciudad que no estaban bien situadas con respecto del reservorio en términos

de sus pendientes relativas, era complicado mantener los niveles de presión establecidos. Ello era evidente ante el hecho de que el reservorio tenía un nivel medio de 205 metros sobre el nivel del mar, mientras que la mitad de la ciudad estaba localizada a 165 metros bajo el nivel del mar. El problema se hubiese evitado adoptando un diseño descentralizado que implicara varios reservorios más pequeños. Dado que esa posibilidad se había descartado, otra alternativa hubiese generado un servicio de menor presión en algunas áreas de la ciudad, introduciendo válvulas o cajas de ruptura de presión, ya que habría ayudado a contener las pérdidas de distribución causadas por el sistema altamente presurizado. Sin embargo, esta solución no fue aceptable para las autoridades, quienes preferían la operación del sistema más fácil asociada con una red de alta presión.

La red de distribución pública resultante cubrió 287 kilómetros de calles, con una longitud total de casi 43 kilómetros. La disposición de la red convencional a lo largo del sistema de calles urbanas representó una reducción del 85% en la longitud total de las cañerías de agua necesarias para completar la red de suministro de agua pública, teniendo como consecuencia un mayor ahorro en términos de excavación reducida, rotura, reparación de aceras

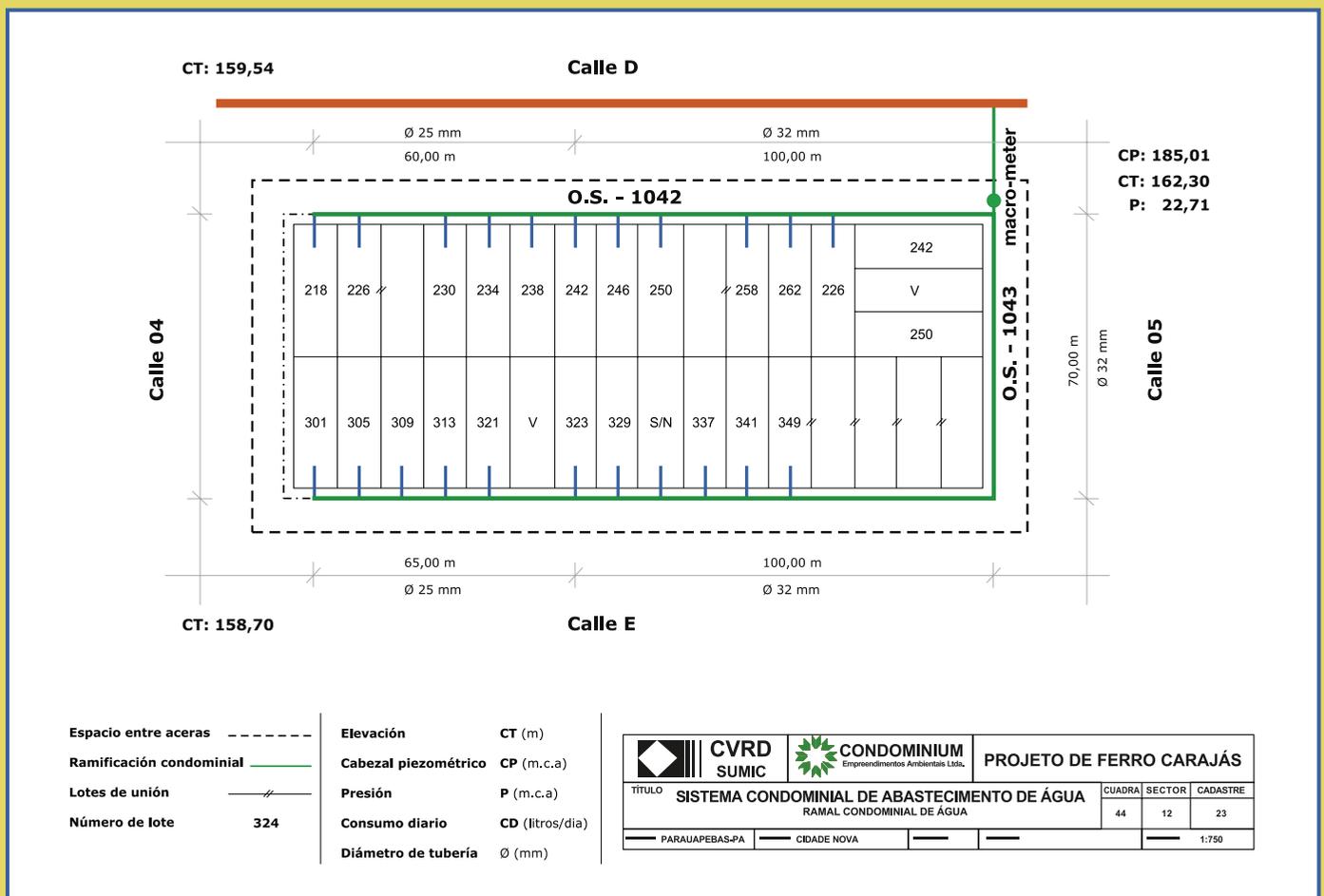
**Ilustración de micromedidores en una conexión domiciliaria, Parauapebas**



y materiales, así como menos interrupción de la vida urbana por la ejecución de las obras. La capacidad hidráulica de esta red cumplió con los reglamentos brasileños aplicables a redes de esta clase. Lo mismo se aplicó a la localización de las partes componentes y accesorios tales como válvulas para limpieza de salidas en los puntos más bajos de la red, y otras tantas de cierre para interrumpir el suministro de agua en puntos predeterminados con fines de mantenimiento.

Recientemente, la red de distribución de agua se ha expandido aún más para cubrir la demanda de una creciente población. En esta segunda ronda, se mejoró el diseño de la primera generación, obteniéndose más ahorro en los costos, como se ilustra en la Figura IV.5. El nuevo diseño implicó un plan de tubería más bajo que el primero (46 metros), con sólo 41 metros de red de distribución por hectárea. Una innovación clave fue el uso de un modelo computarizado de la red de agua, que permitió la determinación

**Figura IV.5: Diseño de segunda generación de la red de distribución condominial de agua**



automática de los accesorios, las válvulas y los diámetros de tuberías necesarios para modificar la operación y expansión del sistema en respuesta a distintos eventos como son los aumentos o la disminución de áreas ocupadas, la densidad de construcción, la variación en los patrones de consumo y otros, mientras se mantienen los requisitos hidráulicos básicos. En términos simples, dadas las condiciones nuevas asociadas a la utilización de este sistema, podría diagnosticarse de inmediato las deficiencias en el suministro de agua en un área puntual, y tomarse las medidas correctivas para restituir el estándar de servicio necesario.

### **(b) Ramales condominiales**

Los ramales condominiales para agua se dirigieron invariablemente a lo largo de las aceras. Esto contrastó con las redes de alcantarillado descritas en los casos de Brasilia y Salvador, donde los ramales a veces se colocaban dentro de lotes. La principal razón de esta diferencia en el caso del servicio de agua es la necesidad absoluta de garantizar las conexiones individuales a cada lote con fines de medición. Estos ramales fueron colocados a una distancia promedio de un metro desde el frente de los lotes, y a una profundidad aproximada de 0.40 metros. Los ramales se dividieron en uniones de doble T a lo largo de la red y en puntos coincidentes con las intersecciones de calles, de manera que fuera posible suministrar agua incluso a dos ramales condominiales (es decir: dos manzanas de viviendas urbanas).

Más aún, el diseño requería de la instalación tanto de válvulas de bloque como de macromedidores a la entrada de cada condominio. Como se dijo, esta característica del diseño de las redes condominiales de agua trae suficientes ventajas operativas en el sentido de facilitar las iniciativas de reducción de fugas, y permitir el aislamiento de los problemas operativos a nivel de condominio, con el fin de reducir el impacto del mantenimiento del sistema en los usuarios.

Las conexiones a cada lote fueron realizadas en los puntos más convenientes de cada uno de los ramales condominiales. El

### **Intersección de ramificación condominial de agua, Parauapebas**



diámetro de estos ramales fue similar a los usados en los edificios verticales, cumpliendo con las especificaciones en cada caso. Una revisión detallada de parte de la red indicó que aproximadamente 55% de los ramales utilizó tuberías de 32 milímetros, mientras que el restante 45% lo hizo con tuberías de 25 milímetros.

Uno de los principales problemas surgidos en el desarrollo de los ramales condominiales, fue la gran cantidad de lotes desocupados. De esta manera, para poder colocar las tuberías en los casos en que había residentes ocupando los lotes en cada lado, debía pasarse por los lotes vacíos. Ello generó un mayor costo unitario para los residentes existentes del condominio, y planteó también el riesgo de tener que mejorar la capacidad de la red si los lotes fuesen posteriormente ocupados, aumentando así la densidad urbana.

### **IV.4 Aspectos financieros**

No hubo un derecho de conexión formal, incluso se esperaba que todas las viviendas compraran los materiales necesarios para completar los ramales condominiales y las conexiones domiciliarias,

y contribuyeran de esta forma con la mano de obra para las excavaciones de las zanjas (ver más adelante mayores detalles).

El sistema de derechos del nuevo servicio condominial se basó en una serie de estudios realizados sobre la viabilidad económica y financiera de los sistemas de suministro de agua y alcantarillado de la ciudad. En contraste con los sistemas de alcantarillado antes mencionados, los residentes no asumieron ninguna responsabilidad de mantenimiento en el caso de las redes condominiales de agua; es más, no hubo problemas de diferenciación en los derechos del servicio entre los sistemas convencionales y condominiales.

La estructura de tarifas consiste en un derecho mensual fijo equivalente a US\$2.78, y una tarifa social de US\$0.25 por metro cúbico para los primeros 10 metros cúbicos mensuales de consumo. El consumo residencial que sobrepasa el umbral de la tarifa social, así como el consumo no residencial, se carga a una tarifa de US\$0.99 por metro cúbico. A diferencia de las otras zonas de Brasil, se aplica una estructura separada de costos para los servicios de agua y alcantarillado. Sin embargo, el 38% de las viviendas que no tienen medidores (debido a la discontinuidad del programa de medidores para algunas de las nuevas conexiones) se factura en base a un consumo mensual de 10 metros cúbicos, lo que hace que la adopción del servicio medido sea poco atractivo financieramente para los usuarios.

#### **IV.5 Aspectos sociales**

El motivo de la adopción del modelo condominial en Parauapebas fue el deseo de reducir los costos del proyecto y lograr el objetivo de acceso universal. Sin embargo, el precio de oferta propuesto por la compañía constructora ganadora para el desarrollo de los sistemas condominiales era excesivamente alto. Ello fue así como resultado del costo asociado con el desarrollo de los ramales condominiales. Con el propósito de resolver este problema sin tergiversar el objetivo de acceso universal, se propuso

movilizar la mano de obra comunal para la construcción de los ramales. El diseño del proyecto original, el objetivo del esfuerzo de intermediación social se enfocó simplemente a educar a la población en cuanto al uso adecuado de los nuevos sistemas de agua. Con este cambio de estrategia, el ejercicio de la movilización comunal asumió la tarea bastante ambiciosa de facilitar la participación comunal a gran escala en la construcción de estos ramales. En ese sentido, el componente social del sistema condominial en Parauapebas fue, sin duda, el más desafiante de los tres casos considerados en este documento.

Las autoridades estaban sinceramente preocupadas por saber si la comunidad deseaba participar de esta manera. En retrospectiva, al inicio del proceso se tomaron tres decisiones que fueron fundamentales para asegurar el compromiso de los residentes locales con la propuesta.

La primera decisión clave fue el inicio del diálogo con la comunidad. Se explicó cuidadosamente la racionalidad de la medida, consultando públicamente las reglas que regirían el proceso. Se otorgó a los residentes una completa información acerca de los sistemas condominiales y la conclusión de las autoridades de que su adopción sería esencial para lograr el acceso universal. Las autoridades aclararon a los residentes que no pagarían más por el desarrollo de los ramales condominiales que lo que tendrían que pagar por una conexión domiciliar a una red convencional. El proceso de consulta se implementó con el apoyo de organizaciones de base locales, incluyendo iglesias, clubes sociales, sindicatos, partidos políticos y asociaciones comunales.

La segunda decisión clave fue el desarrollo de reglas factibles para la implementación del proyecto. Ello basado en una división justa y transparente de la mano de obra entre la comunidad y la municipalidad. El municipio acordó asumir la responsabilidad de todos los aspectos técnicos complicados de las obras que estuvieran fuera de la capacidad de los usuarios, tales como determinar la potencia hidráulica de las tuberías, así como su

### Vistas de ramificación condominial de agua, Parauapebas



instalación. Más aún, se cumplieron todos los estándares urbanos de suministro de agua, con el fin de que la comunidad estuviera segura de la obligación de la compañía de mantener el sistema en buenas condiciones a cambio del pago de un derecho razonable.

La tercera decisión clave fue la implementación de un proyecto piloto una vez que el respaldo inicial se estableciera. El piloto comprendió la planificación y ejecución de la propuesta dentro de un área limitada de la ciudad. Ello obtuvo un importante efecto de demostración que ayudó a aumentar el apoyo al proyecto, y otorgó una prueba verdadera de aceptación. Colaboró también a precisar las implicaciones prácticas del proceso de construcción.

El periodo de implementación se desarrolló en varias fases distintas. El proceso se inició con la organización de, al menos,

una reunión en cada manzana, considerada condominio para los fines del proyecto. De esta forma, las reuniones se convirtieron en una oportunidad para aclarar las dudas de los residentes, discutir las reglas de acceso al servicio y elegir un representante del condominio para las siguientes fases del proceso.

Basados en el consenso de las reuniones, todos los miembros de cada condominio firmaron los términos del acuerdo, expresando sus deseos de cumplir con los compromisos necesarios para iniciar la fase de construcción. Por su parte, los contratistas analizaron la capacidad hidráulica de cada ramificación condominial, y prepararon una lista de los materiales necesarios para iniciar los trabajos. La comunidad se responsabilizó de comprar los materiales. Esta fue indudablemente la etapa más delicada del proceso, especialmente en los vecindarios más pobres, cuyos gastos constituían un importante porcentaje del presupuesto familiar. Una vez que el representante del condominio determinó que todos los materiales estaban listos, se marcó la ruta de la ramificación condominial y de las tuberías de conexión asociadas, en tanto que la comunidad excavaba las zanjas. Luego, el contratista colocaba las tuberías y registraba a los nuevos usuarios. Finalmente, cuando todo el sistema estaba listo, abrieron la válvula de la entrada a cada condominio, permitiendo que el agua discurriera. En conjunto, el proceso de movilización social en Parauapebas involucró a 60,000 personas organizadas en 800 condominios. El suministro de agua a los diversos condominios no reflejó los patrones de patrocinio político tradicionales, sino simplemente la eficiencia y eficacia con que cada condominio se organizó y avanzó a través de las diversas etapas del proceso.

#### IV.6 Aspectos operativos

La operación de las redes de agua condominiales plantea varios desafíos similares a los de las redes convencionales. Sin embargo, existen también muchas diferencias operativas clave entre los dos sistemas. Primera, la menor longitud total de la

**Tabla IV.3: Perspectivas generales de roturas en el sistema de distribución de agua**

	2002		2003		
	Número total	Porcentaje total	Número total	Porcentaje total	
Ramales condominiales	25 mm	180	24.2%	198	18.5%
	32 mm	174	23.4%	252	23.5%
	Medidor condominial	337	45.3%	545	50.9%
	Subtotal	691	92.9%	995	92.9%
Red pública	60 mm	19	2.6%	17	1.6%
	75 mm	3	0.4%	9	0.8%
	150 mm	3	0.4%	4	0.4%
	250 mm	1	0.1%	-	-
	300 mm	-	-	1	0.1%
	600 mm	2	0.3%	2	0.2%
	Subtotal	28	3.8%	33	3.1%
Conexiones domiciliarias	Tuberías domiciliarias	13	1.7%	27	2.5%
	Válvulas condominiales	12	1.6%	16	1.5%
	Subtotal	25	3.4%	43	4.0%
<b>Total</b>	<b>744</b>	<b>100.0%</b>	<b>1071</b>	<b>100.0%</b>	

Fuente: Sistemas operativos de Condominium.

red condominial significa menos mantenimiento por conexión y también reducción del volumen de pérdidas de distribución que puede darse durante el tránsito. Segunda, la estructura arquitectónica de la red condominial facilita la introducción de macromedidores y medidores condominiales, que contribuyen a reducir las fugas y permiten que áreas menores de la red sean aisladas para minimizar la interrupción del servicio cuando se hacen reparaciones en el sistema. Tercera, el diseño de red reduce

el número de puntos fácilmente accesibles a la red y tuberías, tales como uniones y otros, reduciendo de esta forma las pérdidas y desalentando las conexiones ilegales.

En el caso de Parauapebas, se dispone de datos de mantenimiento sobre el número de roturas en el sistema de distribución de agua durante 2002 y 2003 (Tabla IV.3). Esta información indica que las roturas en la red pública representan

**Tabla IV.3: Perspectivas generales de cobertura, medición y pérdidas de distribución**

%	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Cobertura domiciliaria	18	56	74	74	79	82	82
Cobertura medida	46	72	77	70	60	64	62
Pérdidas de distribución	56	44	43	51	62	65	66

Fuente: Sistemas operativos de Condominium.

poco más de 3% de las roturas del sistema, y en términos absolutos representa no más de 0.7 de incidentes de mantenimiento por kilómetro. Más de la mitad de estas roturas tuvo lugar en el segmento de diámetro más reducido de la red pública (60 milímetros). En contraste, aproximadamente el 93% de las roturas del sistema se concentró en los ramales condominiales. Casi la mitad se relacionó con el medidor que sirve al condominio.

Con el fin de medir el impacto de las actividades de mantenimiento en la continuidad del suministro de agua en la ciudad, se

desarrolló el Índice de Interrupción del Suministro, que expresa la duración total de las interrupciones para todos los clientes como un porcentaje de las horas totales máximas de suministro que serían posibles bajo un servicio continuo de 24 horas. El Índice de Interrupción del Suministro de 2001 osciló entre 1% y 3% mensual. Los valores más altos del índice coincidieron con un programa mayor de asfaltado de calles en la ciudad, durante el cual la maquinaria pesada causó muchas roturas de tuberías. Durante el resto del año, el índice fue en promedio no mayor de 0.6%. Los datos operativos de 2004 sugieren que la duración típica de una interrupción del suministro fue de 15 a 30 minutos, mientras que el número de conexiones afectadas fue 25 aproximadamente; es decir, un solo condominio. La escala pequeña de interrupciones ilustra la conveniencia de válvulas que aislen el suministro de cada condominio individual.

Con respecto a la medición, los sistemas condominiales permiten el funcionamiento de los medidores domésticos individuales convencionales, y facilitan la macromedición como resultado de la estructura de bloque del diseño de red. El diseño original del sistema de agua en Parauapebas consideró una macromedición y una micromedición extensivas. Sin embargo, no se implementó totalmente en la práctica. Por un lado, las autoridades no deseaban financiar el modesto presupuesto asociado con el programa de macromedición (estimado en US\$10,000). Por otro lado, la población no siempre estaba dispuesta a aceptar la

#### Instalación de la red pública de agua, Parauapebas



medición individual. Como resultado, la cobertura de medición, que llegó a 77% en 2000, descendió posteriormente a 62% del total como una cobertura integral expandida (Tabla VI.3).

Se dispone de información detallada sobre una pequeña muestra de la ciudad (comprende 16 manzanas), en cuanto a cobertura de medición domiciliar y consumo doméstico promedio mensual (calculado por el macromedidor a la entrada de cada condominio). El análisis de estos datos indica que la correlación coeficiente entre la cobertura de medición domiciliar y el consumo doméstico mensual promedio no es más de 0.13, lo que indica un efecto relativamente débil de la medición en las decisiones de consumo doméstico.

Lo interesante es observar que las pérdidas de distribución que habían disminuido sustancialmente de 56% en 1998 a 43% en 2000, se elevaron posteriormente a 66% en 2004. (Tabla IV.3). Según parece, existen dos explicaciones para ello. La primera es el declive desde 2000 de la cobertura de medición, que dificultó la detección y eliminación de fugas. La segunda, es el crecimiento de

**Ramificación condominial reparada, Parauapebas**



conexiones ilegales después de 2000, a medida que las viviendas no atendidas en las áreas periféricas de la ciudad empezaron a hacer empalmes con el sistema.

Como se indica en la Tabla IV.3, la tasa de cobertura de agua en la ciudad aumentó cuatro veces en el periodo 1998-2004, pasando de 18% a 82%. Sin embargo, estas cifras oficiales no reflejan necesariamente la situación real en el terreno. Ello se debe a que las conexiones clandestinas son un problema mayor en Parauapebas. Éstas adoptan dos formas. La primera, el problema persistente del incumplimiento de pago de los clientes, llevando a la eventual desconexión por parte de la compañía de servicios públicos y, con frecuencia, a la reconexión ilegal al sistema. Este problema se agravó por la falta de un claro marco legal sobre el incumplimiento de pago, así como la renuencia de la policía de hacer cumplir los reglamentos existentes. La segunda forma, el problema de las periferias de la ciudad no atendidas que se localizan cerca de las redes existentes, efectuando conexiones clandestinas para asegurarse el acceso al servicio. Este problema sólo puede resolverse adecuadamente expandiendo la red a esas áreas.

**Medidor doméstico instalado, Parauapebas**



## IV.7 Aspectos institucionales

Antes de desarrollar el sistema condominial en Parauapebas, el limitado servicio disponible era prestado directamente por la CVRD a sus empleados. Luego de la expansión del sistema, se transfirió la responsabilidad a la municipalidad local, que no tenía experiencia previa en la construcción y operación de sistemas de agua y alcantarillado. Se contrató a una empresa de ingeniería externa para construir el sistema. Sin embargo, hubo mucho debate y también indecisión acerca del modelo institucional adecuado para la operación y el mantenimiento posterior del sistema. La propuesta inicial fue delegar esta función a un contratista privado, aunque luego se decidió crear un Servicio de Agua y Alcantarillado Municipal bajo la autoridad local, para que asumiera la responsabilidad de esta función. No obstante, cuando se observó que era problemático, la administración pasó eventualmente a un operador privado. El Servicio de Agua y Alcantarillado Municipal siguió como responsable de reglamentar y vigilar el trabajo del contratista.

Hubo especial cuidado en reglamentar un marco adecuado para los servicios, el mismo que se introdujo como una Ley Municipal, tras un extenso debate y el unánime endoso por parte del Concejo Municipal. Esta ley incorporó los principios de determinar y actualizar los derechos de agua y alcantarillado, así como las disposiciones de calidad que establecen un máximo de 5% del Índice de Interrupción del Suministro. Debido a que el municipio tiene una capacidad institucional débil, el marco reglamentario no siempre se ejecutó ni sostuvo adecuadamente, en especial con respecto a las disposiciones tarifarias y sanciones por incumplimiento de pago del servicio.

## IV.8 Resumen

El caso de Parauapebas es especialmente valioso por diversas razones. La primera, es uno de los pocos casos en el cual la propuesta condominial se aplicó a redes de agua (en contraste

Instalación de la red pública de agua, Parauapebas



con las redes de alcantarillado). Segunda, ilustra los desafíos de la construcción de un sistema urbano virtualmente desde la improvisación y alcanzando un incremento de cobertura de cuatro veces en un espacio de seis años. Tercera, es uno de los ejemplos más ambiciosos de movilización comunal con 100% de residentes, quienes financiaron los materiales para los ramales condominiales y contribuyeron con la mano de obra para la excavación de zanjas. Cuarta, ofrece una perspectiva interna de las ventajas operativas potenciales de los diseños condominiales en los sistemas de agua, así no se haya podido lograr totalmente como en este caso.



Trabajos de excavación para instalar la red pública, Brasilia

## V. Conclusiones

Este estudio ha descrito y comparado la experiencia de la implementación del modelo condominial en tres ciudades brasileñas: Brasilia (la capital de la nación); Salvador (una gran metrópolis histórica al noreste de Brasil), y Parauapebas (un pequeño pueblo de rápido crecimiento). Juntos, los proyectos analizados tuvieron éxito en ofrecer redes condominiales a 2.5 millones de residentes urbanos en Brasil, con 214,000 conexiones organizadas en casi 16,000 condominios (Tabla V.1).

Los estudios de casos difieren de varias formas. Por ejemplo, Parauapebas es el único caso en el cual el sistema condominial se aplicó a la red de agua. En Brasilia y Parauapebas el modelo se adoptó de forma consciente y planificada, mientras que en Salvador fue gradual y oportunistamente en respuesta a los mayores desafíos de ingeniería. En Brasilia y Parauapebas, la implementación del modelo se facilitó por la urbanización relativamente ordenada; en tanto que en Salvador los sistemas tuvieron que adaptarse a las demandas especiales de barriadas urbanas precarias, empinadas y densas. En Brasilia y Parauapebas, los residentes locales cubrieron todo el costo de los ramales condominiales, mientras que en Salvador se construyó libre de cobros. En Brasilia y Salvador, el sistema estuvo casi completamente a cargo de contratistas, en tanto que en Parauapebas, los ramales condominiales se instalaron casi en su totalidad gracias a los miembros de la comunidad. En Brasilia, el mantenimiento comunal de los ramales condominiales no planteó problemas serios, mientras que en Salvador no parece haber funcionado con efectividad. Estos contrastes ilustran la considerable variedad de formas que puede asumir el modelo condominial.

No obstante, al comparar algunos de los parámetros clave de los estudios, se revelan similitudes subyacentes básicas. El costo promedio de conexión de una vivienda al sistema de alcantarillado en Brasilia y Salvador fue de US\$300 aproximadamente. Las principales razones de este bajo costo unitario fueron: la reducida

longitud de la red pública (únicamente 25% a 35% de la longitud total del sistema), el diámetro reducido (con una sustancial proporción de redes de alcantarillado en tuberías que medían 100 a 150 milímetros de diámetro), y la profundidad reducida (con redes públicas dispuestas a un máximo de un metro y ramales condominiales a medio metro aproximadamente).

Las principales lecciones y conclusiones generales del caso de estudio, se resumen de la siguiente manera:

Primero, fue factible a gran escala la implementación de los sistemas condominiales tanto para agua como alcantarillado en las principales áreas urbanas de Brasil, y a un costo relativamente modesto. Más aún, esos sistemas demostraron su versatilidad en los ambientes periurbanos más desafiantes, donde los sistemas convencionales no eran la opción más conveniente.

Segundo, la movilización social a gran escala, necesaria en la propuesta condominial, fue también posible en el contexto brasileño, y no hubo dificultades mayores para que los residentes llegaran a un consenso sobre los problemas de diseño del sistema a nivel condominial. La intensidad de los esfuerzos de movilización social fue considerablemente mayor en los casos en que la propia comunidad había decidido, o se esperaba su decisión de contribuir con mano de obra en la construcción del sistema. Sin embargo, es importante, incluso en otros casos, que los esfuerzos de movilización comunal incluyan mensajes educativos relativos al adecuado uso y mantenimiento del sistema, y a la motivación para el proceso de conexión a la red una vez disponibles los beneficios de salud pública asociados con el uso del servicio.

Tercero, la evidencia disponible no sugiere que los problemas de operación y mantenimiento planteados por los sistemas condominiales a las compañías de servicios públicos sean significativamente diferentes o más severos que los planteados por los sistemas convencionales. La confianza en que la

**Tabla V.1: Perspectivas comparativas de los casos de estudio**

	Brasilia	Salvador	Parauapebas
<b>Perspectivas</b>			
• Años	1993/2001	1995/2000	1998/2004
• Servicio	Alcantarillado	Alcantarillado	Agua
<b>Escala</b>			
• Población	700,000	1,730,000	60,000
• Viviendas	188,000	214,000	11,000
• Condominios	5,000	10,000	800
<b>Distribución por tipo de sistema</b>			
• Patio posterior	6%	Na	0%
• Patio delantero	43%	Na	0%
• Aceras	51%	Na	100%
<b>Ingeniería</b>			
<b>Longitud de red por conexión (m)</b>			
• Red pública	3.30	2.00	3.80
• Ramales condominiales	7.20	5.75	10.00
<b>Profundidad de zanjas (m)</b>			
• Red pública	0.50 a 1.20	Na	Na
• Ramales condominiales	0.30 a 0.60	Na	0.40
<b>Diámetro de tubería de red</b>			
• 100mm	56%	0%	–
• 150mm	29%	Na	–
• 200mm	12%	Na	–
• 250mm+	3%	Na	–
<b>Diámetro de tubería de ramificación</b>			
• 100mm	=100%	Hasta 20 viviendas	–
• 150mm	0%	21 a 30 viviendas	–
• 200mm	0%	Más de 30 viviendas	–
• 250mm+	0%		–
<b>Finanzas</b>			
<b>Costo por conexión (US\$)</b>	340	290	45
<b>Costo por metro de red (US\$)</b>			
• Red pública	Na	52	Na
• Ramales condominiales	Na	21	Na
<b>Descuento por conexión</b>	Patio posterior (45%)	Sin derecho de conexión	Na
<b>Descuento por mantenimiento</b>	Sí (40%)	Sí (44%)	Na
<b>Social</b>			
<b>Participación en reuniones</b>	8%	Na	Na
<b>Autoconstrucción de ramales</b>	1%	0%	100%

Fuente: Tabla preparada por el autor.

comunidad asumiría la responsabilidad del mantenimiento no funcionó especialmente en Salvador, aunque en apariencia tuvo más éxito en Brasilia. El mantenimiento comunal de redes es una característica opcional de los sistemas condominiales y, en la medida que las condiciones locales permitan que las tuberías se coloquen a lo largo de las aceras, el sistema es perfectamente compatible con las propuestas de mantenimiento de servicios públicos tradicionales.

Cuarto, es importante garantizar una estructura de costos justa, tanto para la conexión como para el uso de los sistemas condominiales, de manera que los residentes se beneficien de cualquier ahorro en los costos, asociado con las elecciones realizadas. Eso conlleva a costos de conexión más bajos para sistemas colocados en los patios posteriores, y también costos bajos para los casos en que los residentes asumen realmente las responsabilidades del mantenimiento.

Quinto, la aceptación pública de la propuesta condominial se beneficia ampliamente por una política decidida y coherente de comunicar al público de modo claro y comprensible la elección tecnológica de la expansión de la red. Estos fueron los casos de Brasilia y Parauapebas, donde la aplicación de la misma tecnología en forma no discriminada en toda el área de servicio contribuyó decididamente a la credibilidad de la propuesta.

Finalmente, el modelo condominial tuvo implicancias también en el diseño de instalaciones de los tratamientos de agua potable y de aguas servidas. En ese sentido, puede ser más factible descentralizar estas instalaciones en un esfuerzo por evitar los altos costos de transporte, asociados con la concentración de grandes volúmenes de fluidos en un solo punto geográfico, que se utilizan para alimentar plantas a gran escala. Sin embargo, este aspecto del modelo condominial no se aplicó ampliamente en los casos considerados.

**Excavación de red pública, Brasilia**









**Programa de Agua y Saneamiento  
América Latina**

Álvarez Calderón 185,  
San Isidro, Lima 27, Perú

Teléfono: (511) 615-0685

Fax: (511) 615-0689

Correo electrónico: [wspandean@worldbank.org](mailto:wspandean@worldbank.org)

Página web: <http://www.wsp.org>

**Banco Mundial**

1818 H Street, NW  
Washington, DC 20433, USA  
Página web: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)



Banco Mundial

