

El ordenamiento urbano, el diseño y la gestión de las redes sanitarias: el caso de Cantaura, municipio Freites del estado Anzoátegui

Róger Martínez

Instituto de Estudios Regionales y Urbanos, Universidad Simón Bolívar.

Caracas, Venezuela

Resumen

El trabajo desarrolla la relación existente entre la planificación y la gestión urbana y la planificación y gestión de los servicios públicos de infraestructura sanitaria tomando como caso de estudio la localidad de Cantaura (municipio Freites del estado Anzoátegui, Venezuela) a partir de un balance de estudios de planificación urbana elaborados en los años 1992 y 2004. El análisis reivindica la importancia de la planificación y advierte acerca de la necesidad de realizar una gestión municipal más previsiva. En el caso concreto de Cantaura se señala la importancia de que el municipio asuma plenamente la prestación de los servicios sanitarios, reorganizándose integralmente para cumplir con tal responsabilidad.

Abstract

This research, about sanitary installation improvement projects in petroleum residential camps and slum areas, shows that Venezuelan sanitary regulations are based on an urbanization pattern where services lines always are located along streets, omitting situations where these installations are inside blocks. Selected cases show existing gaps in these regulations and the importance to subordinate sanitary improvements to urban layout, urban proposals and operating and maintaining viability.

Key words: Sanitary Regulations, Infrastructure Improvements in Slum Areas, Residential Petroleum Camps.

Cantaura: crecimiento, planificación y control urbano

Cantaura se ubica al Este de Venezuela, en los Llanos Altos Orientales, en un paisaje que geomorfológicamente se conoce como "Mesa", emplazada sobre una amplia meseta de forma alargada, cerca de la cabecera del río Aragua, restringida al Norte por terrenos de topografía muy accidentada, al Sur, por terrenos llanos aún no urbanizados, al Este, por la Quebrada Chiguacara y por terrenos llanos próximos a ser urbanizados, y al Oeste por el río Aragua y terrenos de difícil aprovechamiento.

Cantaura fue fundada con el nombre de Nuestra Señora de la Candelaria de Chamariapa por Fray Fernando Jiménez, de la Orden Franciscana, bien entrado el período colonial, el 20 de agosto de 1740, según los preceptos establecidos en las Leyes de Indias, con el propósito de establecer un pueblo de misión. La población en 1783 era de unos 500 habitantes aproximadamente. Su localización en la parte superior de la meseta que le sirve de asiento consideró desde sus inicios la protección respecto a posibles inundaciones y la cercanía de agua para su abastecimiento (IERU-USB, 2004) (ver foto 1).

La ciudad fue concebida con una estructura urbana de cuadrícula o damero, centrada alrededor de la plaza, donde se concentran las principales instituciones y actividades del centro poblado. Este patrón se mantuvo hasta la segunda década del siglo XX, cuando empezaron a producirse algunos cambios, producto del impacto que

Descriptores

Ordenamiento urbano; Planificación y gestión de redes sanitarias.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 23-II | 2007 | pp. 29-49 | Recibido el 01/02/06 | Aceptado el 29/01/08

generó la actividad petrolera, que implicó movimientos migratorios importantes hacia la región y que trajo consigo inversiones en infraestructura, como la carretera Barcelona-El Tigre, y las mejoras en el abastecimiento de agua potable con la instalación, en 1938, del primer Acueducto Municipal en la Quebrada Trapichito. Este curso de agua representaba, para aquel momento, el menor afluente de la Quebrada Chiguacara y la población del lugar se situaba por debajo de 5 mil habitantes.

Para 1950 en Cantaura había unos 6.500 habitantes; su crecimiento se orientó principalmente al Norte y al Sur del casco fundacional. En los años sesenta, Cantaura alcanzó los 14 mil habitantes, continuó su crecimiento en dirección Noreste y Sureste, y aparecieron los primeros desarrollos residenciales no controlados; también surgieron los primeros desarrollos de vivienda ejecutados por el sector público y se realizaron inversiones en infraestructura urbana.

Foto 1
Croquis de Cantaura en 1908. Se puede notar que después de 125 años de fundada, la población no había crecido mucho, teniendo su mayor expansión con la aparición de la explotación de petróleo de los yacimientos situados en sus inmediaciones, a partir de la década de 1940.

Fuente: FUNINDES IERU-USB, 2004.

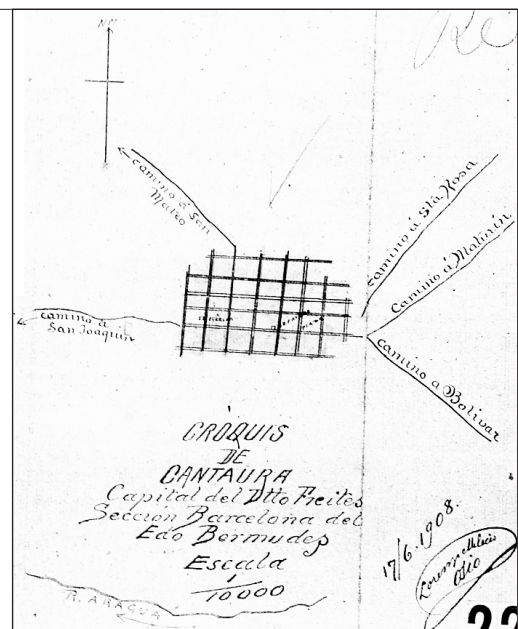


Foto 2
Vista aérea de Cantaura, año 2000. La cuadrícula fundacional se localiza al centro, y desde allí se expandió al este, al sur y al norte, cada vez de forma menos regularizada.

Fuente: FUNINDES IERU-USB, 2004.



En 1970 ya la ciudad superaba 16 mil habitantes y, en 1980, 21 mil habitantes; el crecimiento continuó sobre la base del damero pero tomaron fuerza los desarrollos informales al Norte y al Sur de la trama original, con una estructura urbana totalmente ajena a la anterior. Se construyeron otros desarrollos públicos de vivienda, así como nuevas inversiones en infraestructura.

En 1990 el crecimiento urbano de Cantaura llevó la población a 27 mil habitantes, producto principalmente del proceso de descentralización administrativa que permitió que una parte de los grandes ingresos derivados de los impuestos a la actividad petrolera fueran administrados directamente por el municipio Freites. Para el año 2004, la población de Cantaura fue estimada en 40.140 habitantes y su extensión en 1.200 Hectáreas (IERU-USB, 2004) (ver foto 2).

En la última década, la actividad económica de la ciudad ha estado principalmente determinada por la empresa petrolera y por una gestión municipal que reinvierte buena parte de los tributos en obras públicas locales. Toda esta inversión y la consecuente mejora en la calidad de vida han incentivado los movimientos migratorios a la ciudad, generando una gran demanda de nuevos desarrollos de vivienda que no ha podido ser cubierta oportunamente con una oferta habitacional dirigida a todos los grupos demandantes, lo que ha generado un crecimiento de desarrollos informales del Norte y del Sur, la mayoría de los cuales han sido integrados a la trama formal de la ciudad mediante la construcción posterior de las obras de urbanismo.

Esta ocupación no planificada ha repercutido en una dispersión que incrementa los costos de urbanización: muchos de los desarrollos informales registran densidades brutas de población por debajo de 35 habitantes por hectárea, lo que ha repercutido en una densidad bruta promedio menor de 44 Hab./Ha, densidad de ocupación bastante baja. Adicionalmente, el crecimiento de sectores informales ha dificultado el registro de inmuebles, por lo que Cantaura no dispone de un catastro actualizado (ver cuadro 1, figuras 1 y 2).

Aunque la tendencia natural de la ciudad ha sido crecer hacia las zonas Norte, Sureste y Suroeste, esta propensión resulta la menos adecuada, debido a que existen limitaciones físico naturales que hacen costosa la habilitación de tierras. A la luz del crecimiento observado, entre los objetivos que debería perseguir la planificación urbana de Cantaura debería considerarse controlar la aparición

de desarrollos informales, dirigir el crecimiento hacia zonas aptas fácilmente urbanizables, evitar la urbanización en zonas amenazadas por el riesgo de inundación y adecuar la infraestructura de servicios públicos a los requerimientos crecientes.

La planificación urbanística de Cantaura: breve recuento

El Ministerio de Desarrollo Urbano formuló el "Plan de Ordenación Urbanística de Cantaura" (POU) y lo publicó en Gaceta Oficial en 1992 (MINDUR, 1992). Previamente, en el año 1990, el mismo ministerio había contratado la formulación del Plan de Desarrollo Urbano Local de Cantaura (MINDUR/INGENIEROS JPA, 1991) el cual, aunque no fue legalmente aprobado, fue entregado al municipio a finales de 1992 (ver foto 3).

Es decir, la Alcaldía de Freites posee desde hace unos trece años los dos instrumentos de ordenación urbanística que estipulaba la legislación vigente (Brewer Carías et al., 1988). Adicionalmente, la propiedad de la tierra está constituida principalmente por ejidos municipales, una condición que, en principio, sería muy favorable para controlar el crecimiento urbano de la ciudad. En el plano del POU publicado en 1992 se pueden notar las principales directrices para orientar el crecimiento urbano de Cantaura: restringir el crecimiento hacia el Norte y el Oeste, dirigir la expansión urbana hacia el Sur y el Este, controlar la aparición de desarrollos informales y mantener el crecimiento dentro de un polígono de 1.023 hectáreas, suficientes para albergar una población máxima esperada de 42 mil habitantes para el año 2010. Sin embargo, un examen de lo acontecido en el período que va desde 1992 hasta 2004, año en el cual la Alcaldía de Freites contrató la formulación de un nuevo Plan de Desarrollo Urbano Local (USB, 2004), pone en evidencia las limitaciones del control urbano en esta localidad para orientar el desarrollo con las estipulaciones de los planes formulados desde 1991 (ver figura 3).

Tal como se puede constatar en el cuadro 1, para el año 2004 casi se habían alcanzado las metas de población y superficie previstas en 1990¹ para el año 2010, de donde se concluye que las previsiones del Plan de Ordenación Urbanística eran bastante acertadas en cuanto a dimensionar el crecimiento poblacional y los requerimientos de espacio.

Cuadro 1
Descripción de los sectores de Cantaura, 2004.

Sectores	Población (Hab)	Superficie (Has)	Densidad (Hab/Ha)	Tipo de Desarrollo
23 de Enero	1.316	7,26	181,27	Formal
Ali Primera	395	7,23	54,63	Informal
Alto Apure	774	30,09	25,72	Informal
Andrés Bello	1.752	24,42	71,74	Informal
Andrés Eloy Blanco	489	14,95	32,71	Informal
Banco Obrero	701	11,01	63,67	Conjunto
Cantaurita	1.100	30,34	36,26	Informal
Capilla - Rincón de Los Toros	774	17,94	43,14	Informal
Casco Central	6.045	135,59	44,58	Formal
Chiguacara	1.067	20,30	52,56	Informal
Chiguacara 2	187	17,26	10,83	Informal
El Bolsillo	709	15,98	44,37	Informal
Fe y Alegría	285	8,28	34,42	Informal
Fray Fernando Jiménez	473	17,88	26,45	Informal
Granadillo	1.051	22,19	47,36	Informal
Guayana	957	27,29	35,07	Informal
Guevara Rojas	147	3,30	44,58	Informal
Inavi 1	819	9,87	83,00	Conjunto
Inavi 2	758	7,58	100,00	Conjunto
La Candelaria	1.259	27,88	45,16	Conjunto
La Trilla	2.791	64,42	43,33	Informal
La Turbina	293	11,21	26,14	Formal
Las Brisas	554	11,93	46,44	Informal
Las Malvinas	2.078	39,01	53,27	Informal
Libertador	1.898	37,53	50,57	Informal
Los Cocos	1.312	11,54	113,69	Formal
Los Kariñitas	94	6,47	14,53	Informal
Luis A Rojas	391	19,00	20,58	Informal
Mirador	799	26,71	29,91	Informal
Paseo La Virgen	20	19,56	1,02	Formal
Planta de Hielo	534	13,23	40,36	Formal
Puerto Colón	1.430	11,85	120,68	Conjunto
Rivas Sur	591	21,43	27,58	Informal
Ruiz Pineda	978	35,46	27,58	Informal
San José	595	13,77	43,21	Informal
San Venancio	530	8,92	59,42	Informal
Valle Lindo	904	32,80	27,56	Informal
Viento Fresco	440	23,35	18,84	Informal
Ezequiel Zamora y Simón Bolívar	2.850	60,00	47,50	Informal
Área urbana de Cantaura	40.140	924,82	43,40	

Fuente: IERU-USB, 2004.

Figura 1
Crecimiento poblacional de Cantaura (*)

(*) Por tratarse de una población de escala mediana, Cantaura parece seguir un crecimiento exponencial que permite anticipar que en 20 años su población se situará en el orden de 80 mil habitantes, el doble de la estimada para el año 2004.

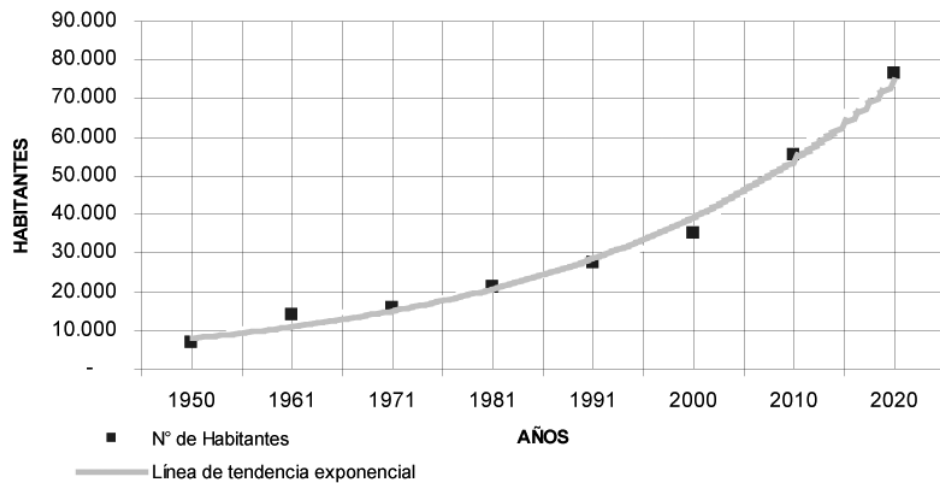
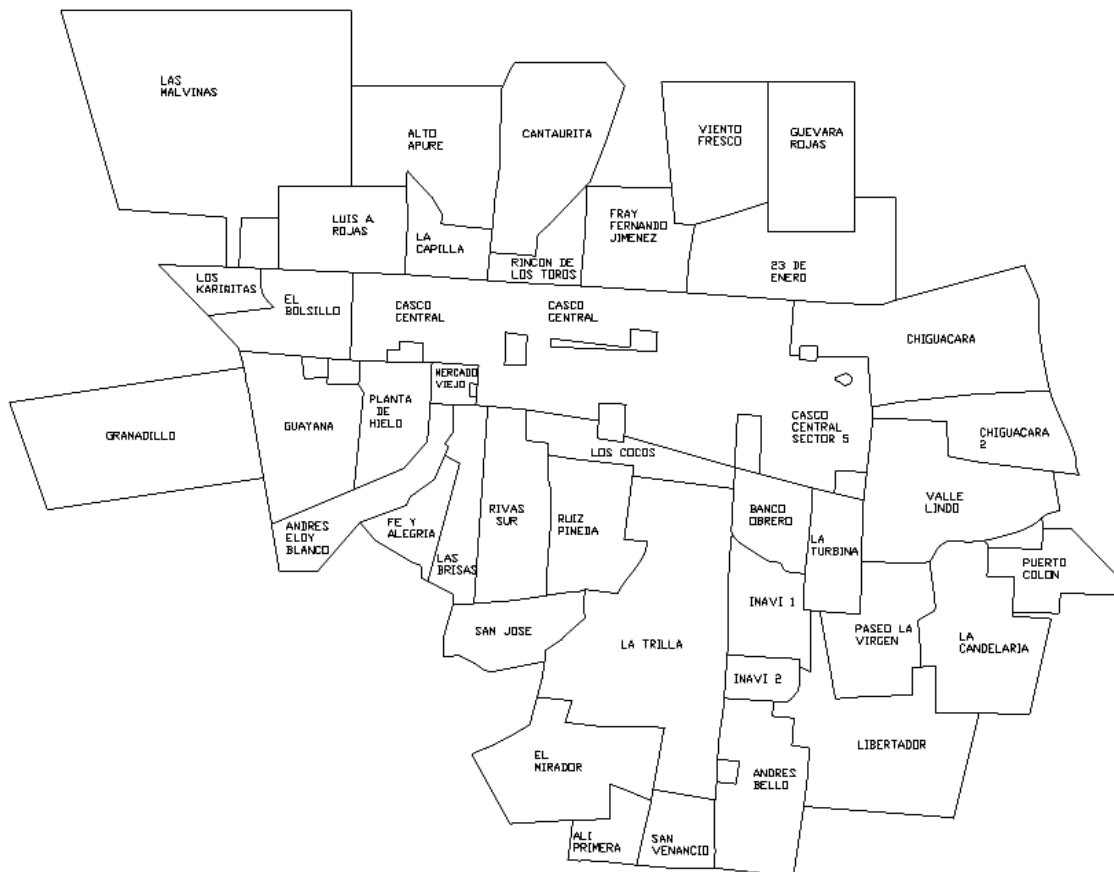


Figura 2
Delimitación de los sectores de Cantaura. Los sectores al Norte, al Sur y al Oeste del Casco Central son los de más reciente aparición y donde se evidencian las mayores carencias sanitarias.



Una primera debilidad del control urbanístico consiste en la dificultad de mantener el crecimiento dentro de los límites fijados por el polígono urbano. Un examen de las fotografías aéreas de Cantaura del año 2000 y un inventario de los usos del suelo en el año 2004 permiten constatar que este objetivo fue parcialmente obtenido: la superficie fuera del polígono urbano de Cantaura es de 223 hectáreas y alberga unos 6.477 habitantes, lo que representa el 16,14% de la población del año 2004 (ver cuadro 2).

A pesar de que el crecimiento ha ocupado mayormente áreas dentro del polígono del POU, no se ha podido evitar la aparición de desarrollos informales, los cuales componen la mayor cantidad de población y superficie de la ciudad en el año 2004, tal como se observa en el cuadro 3.

Algunos de estos desarrollos informales ocupan áreas catalogadas como "No Desarrollables", por estar situadas en áreas de difícil topografía al norte y al oeste de la ciudad, por lo que no puede decirse que la concentración dentro del polígono urbano sea un total acierto de las labores de control urbanístico por parte de las autoridades locales. Además, gran parte de este crecimiento

se concentra en desarrollos informales, como se observa en el cuadro 4.

Además, el crecimiento se produce en intensidades de ocupación muy bajas que encarecen la posterior habilitación física. Los sectores de desarrollo más reciente que ya existían en 1990 pero que apenas iniciaban su crecimiento, más los que aparecieron a partir de ese año, sumaban para el año 2004 casi tanta población y superficie como las de los sectores que ya existían y que estaban consolidados en 1990. Esta velocidad de crecimiento dificulta las labores de control urbano (ver cuadro 5). Por otra parte, los nuevos desarrollos debían concentrarse hacia el este y el sur del área urbana, mientras que hacia las zonas norte y oeste tendría que haberse restringido el crecimiento, lo cual no ocurrió.

Desde el punto de vista de los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica, este Plan propuso una serie de lineamientos muy convenientes para asegurar su capacidad y cobertura. En materia de acueductos, destacan las propuestas de reactivación y construcción de estanques de almacenamiento, la construcción de alimentadores y matrices de la red de distribución hacia estos estanques y zonas de nuevos desarrollos. En materia de cloacas se pro-

Cuadro 2
Superficie dentro y fuera del polígono urbano de Cantaura (POU 1990), 2004.

Ubicación respecto al polígono	Población (hab)	Superficie (has)	Densidad (hab/ha)
Dentro del polígono	33.663	701,82	47,97
Fuera del polígono	6.477	223,00	29,05
Área urbana de Cantaura	40.140	924,82	43,40

Fuente: IERU-USB, 2004.

Cuadro 3
Tipologías de desarrollo de Cantaura, 2004.

Tipo de desarrollo	Población (hab)	Superficie (has)	Densidad (hab/ha)
Desarrollos formales	9.520	198,39	47,99
Desarrollos informales	25.653	658,24	38,97
Desarrollos de conjunto	4.967	68,19	72,84
Área urbana de Cantaura	40.140	924,82	43,40

Fuente: IERU-USB, 2004.

puso la construcción de una laguna de estabilización, la construcción de estaciones de bombeo y la incorporación de áreas no servidas. Finalmente, en materia de drenajes de aguas pluviales, el Plan propuso evitar la expansión urbana hacia áreas de mesa disectada al Norte, y establecer como límites urbanos la quebrada Chiguacara, al Este, y el río Aragua, al Oeste, para evitar la ocupación de áreas inundables, muchas de innegable valor ambiental, que el POU zonifica como parques y que deberían ser conservadas e integradas a la vida de la ciudad.

Características básicas de las redes sanitarias

En los puntos siguientes se describen las características de las instalaciones de agua potable y saneamiento de Cantaura, con el fin de ilustrar las condiciones de operación de cada componente. Igualmente, se señalan las estimaciones y las medidas recomendadas en los estudios de planificación urbana de 1990, con el fin de evidenciar que las previsiones identificadas hace 14 años fueron ignoradas, lo cual ha conducido a los problemas que se identificaron en el año 2004.

Red de acueducto

Para el año 2004, los estudios más recientes (IERU, 2004) estimaron que la población de Cantaura era de 40.140 habitantes; si se aplica una dotación de 338 lts/persona/día propuesto por el antiguo MARNR para proyectar la demanda de agua para abastecimiento urbano (MINDUR/INGENIEROS JPA, 1991), el gasto medio es de 157,03 lps (MSAS, 1992; MINDUR, 1992) (ver cuadro 6).

Los estudios de planificación efectuados en 1990 estimaron para el año 2005 un gasto medio de 144 lps, un poco menor que el aquí estimado, debido a que el pronóstico de crecimiento poblacional en el año 2004 (37.000 habitantes, aproximadamente) fue inferior al estimado a través del conteo del número de viviendas existentes.

Fuentes de abastecimiento y obras de captación

La ciudad de Cantaura se abastece exclusivamente de aguas subterráneas; el acuífero que surte la ciudad posee una extensión aproximada de 150 Km². La captación se realiza en dos zonas geográficas: la primera ubicada a más de 10 Km. de la población (sistema extraurbano) y la

Cuadro 4
Desarrollos informales, según su momento de aparición

Desarrollos informales	Población (hab)	Superficie (has)	Densidad (hab/ha)
Sectores antiguos (anteriores a 1990)	10.068	249,09	40,42
Sectores recientes (posteriores a 1990)	15.585	409,16	38,09
Total desarrollos informales	25.653	658,24	38,97

Fuente: IERU-USB, 2004.F

Cuadro 5
Aparición de los sectores de Cantaura a partir de 1990

Aparición de los sectores	Población (hab)	Superficie (has)	Densidad (hab/ha)
Sectores antiguos (anteriores a 1990)	21.866	475,93	45,94
Sectores recientes (posteriores a 1990)	18.274	448,89	40,71
Área urbana de Cantaura	40.140	924,82	43,40

Fuente: IERU-USB, 2004.

segunda dentro de la ciudad (sistema urbano) (ver figura 4). El agua proveniente de los pozos extraurbanos es conducida a una planta potabilizadora y posteriormente bombeada a la ciudad; este sistema de abastecimiento fue planificado y construido por el INOS, la entidad que anteriormente administraba el sistema. Actualmente el sistema es operado por HIDROCARIBE, una filial de HIDROVEN que administra los acueductos de los estados Anzoátegui, Sucre y Nueva Esparta.

El agua de los pozos urbanos ha surgido como una medida de contingencia adoptada por la Alcaldía de Freites para incrementar la disponibilidad de agua en la ciudad; el agua de estos pozos es introducida sin tratamiento directamente en las tuberías de distribución, lo cual constituye un grave problema de control de calidad que tiende a acentuarse. Valga mencionar que en los estudios realizados en 1990 no se describen pozos dentro de la ciudad para el abastecimiento urbano.

Los pozos del sistema extraurbano se encuentran ubicados aproximadamente a 10 km al sureste de la ciudad, en la vía a Campo Mata; en total son 8 pozos activos, todos pertenecientes y operados por la empresa HIDROCARIBE. En conjunto, estos pozos producen 183 lps y no presentan problemas. Todos han sido reperforados, a excepción de uno que tiene 20 años de funcionamiento. Al agua captada se le realizan frecuentemente análisis bacteriológicos y físico-químicos; en general, su calidad es aceptable para el tratamiento posterior.

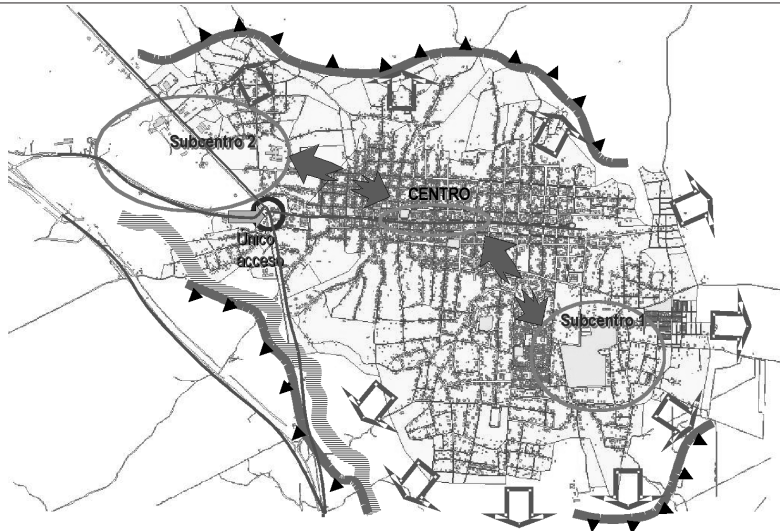
El mayor problema de operación del sistema consiste en la interrupción del servicio de energía eléctrica de manera no programada, situación que se presenta con mucha frecuencia por problemas de confiabilidad del servicio eléctrico de la ciudad. La recomendación del estudio de base para formular el PDUL de 1991 acerca de reactivar la operación de un estanque de almacenamiento existente y construir nuevos estanques sería una gran ayuda en los momentos en que se interrumpe el servicio de agua por fallas eléctricas.

Cuadro 6
Estimación de la demanda de agua potable de Cantaura, 2004.

Variable	Características	Parámetro	Valor	Unidad
Datos básicos	POBLACIÓN		40140	habitantes
	Dotación per cápita		338	lts/hab/día
	Dotación diaria		13.567.320,00	lts/día
Gastos	Gasto medio (qm)	Dotación diaria / 86400	157,03	Lps
	Gasto máximo diario (qmax)	125%	196,29	Lps
	Gasto máximo hor. (Qmax hor)	250%	392,58	Lps
Almacenamiento	Reserva por consumo	40% Qm	5.426,93	m ³ /día
	Reserva para incendio	4 horas a 16 lps	230,40	m ³ /día
	Reserva por bombeo	25% Qm	3.391,83	m ³ /día
	Total Almacenamiento		9.049,16	m ³ /día

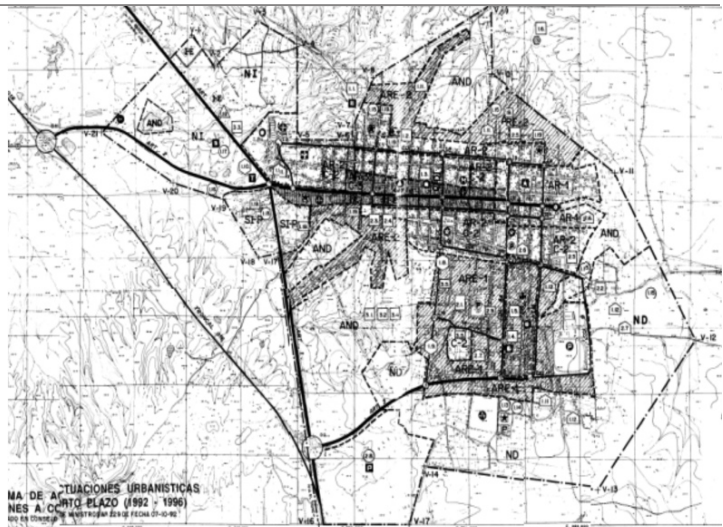
Fuente: IERU-USB, 2004.

Figura 3
Esquema de crecimiento urbano de Cantaura.
Las flechas representan las tendencias de expansión, mientras que las líneas con puntas, señalan limitaciones al crecimiento urbano.



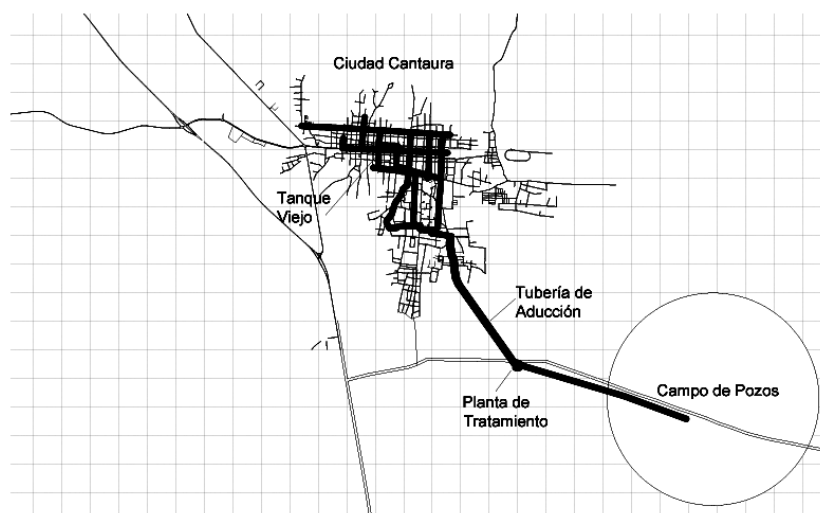
Fuente: IERU-USB, 2003.

Foto 3
Plano del Plan de Ordenación Urbanística de Cantaura, aprobado por MINDUR mediante Resolución Ministerial en el año 1992.
La poligonal propuesta por MINDUR en este Plan toma en consideración la necesidad de limitar el crecimiento urbano hacia el Norte y el Oeste, donde los accidentes topográficos y el drenaje natural impiden una urbanización adecuada. Hacia el Este, el límite urbano restringe la ocupación hasta la quebrada Chiguacara. Las limitaciones al crecimiento urbano que se aconsejaban en el POU del año 1992 no se cumplieron, porque el control urbanístico durante los 14 años siguientes a la aprobación del Plan no fue efectivo.



Fuente: IERU-USB, 2004

Figura 4
Localización relativa del campo de pozos y de la planta potabilizadora, al Sureste de Cantaura. Puede observarse que para asegurar la recarga y evitar la contaminación de los pozos, es imprescindible que el crecimiento urbano de Cantaura se conduzca de forma que no interfiera con esta área.



En cuanto a los pozos urbanos, éstos han sido perforados y operados por la Alcaldía del municipio Freites. El agua proveniente de estos pozos se introduce directamente al sistema de distribución, sin pasar previamente por algún tratamiento. Si bien los análisis biológicos de esta agua realizados por la Alcaldía revelan la ausencia de coliformes, el sistema no posee ningún tratamiento que permita garantizar su calidad fisicoquímica y bacteriológica a efectos de su uso para consumo humano, conforme a las normas vigentes.

Potabilización

El agua extraída en los pozos extraurbanos es enviada a la planta potabilizadora a través de una tubería de hierro fundido de 16 pulgadas (400 mm) y cuya capacidad máxima en el rango económico sería de 157,10 lps, con una velocidad económica de 1,25 m/seg. Esta capacidad máxima de la tubería constituye una restricción para el crecimiento urbano de Cantaura, pues la capacidad de abastecimiento del sistema para satisfacer el gasto máximo diario, es de 196,29 lps, tal como se estimó en el cuadro 6, esto si el sistema de pozos opera las 24 horas.

La planta de potabilización que sirve a la ciudad de Cantaura se encuentra también en la vía de Campo Mata a 5 Km. de la población de Cantaura. Esta planta es operada por HIDROCARIBE y tiene una capacidad de diseño de 250 lps; ella trata sólo las aguas provenientes de los 8 pozos que están ubicados en la vía a Campo Mata. Un sencillo cálculo a partir de la fórmula del gasto máximo diario permite estimar el umbral de habitantes que pueden ser abastecidos con esta planta (Arocha, 1997, p. 23):

$$Q_{\text{max diario}} = 125\% \times (\text{Dotación diaria per cápita} \times \text{N}^{\circ} \text{ de habitantes}) / 86.400$$

Despejando:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de habitantes} = (Q_{\text{max diario}} \times 86.400) / (125\% \times \text{Dotación diaria per cápita})$$

Para una dotación diaria per cápita de 338 lppd, igual a la adoptada en 2004, la planta potabilizadora, cuya capacidad máxima de producción es de 250 lps –que supondremos iguales a $Q_{\text{max diario}}$ –, podría satisfacer la demanda de unos 51.124 habitantes. Si se compara con

el gráfico 1 que ilustra el crecimiento poblacional de Cantaura, se puede verificar que esta población se podría alcanzar antes del año 2010.

Al comparar este requerimiento con las estipulaciones de los estudios de base del Plan de Desarrollo Urbano Local (MINDUR/INGENIEROS JPA, 1991), se puede verificar que no hay ninguna previsión respecto a incrementar la capacidad de producción de la planta potabilizadora. Ello es debido, por una parte, a que la estimación del crecimiento poblacional de Cantaura realizada en estos estudios básicos fue de 42 mil habitantes para el año 2010, correspondiente a una tendencia algo menor a la que se viene registrando en los últimos 14 años; por otro lado, el horizonte temporal del estudio realizado en el año 1990 fue hasta el año 2010, es decir, prácticamente para el momento cuando se alcanzará el umbral de prestación de servicio de esta instalación.

Respecto al sistema de aducción, éste opera por bombeo. Dentro de las instalaciones de la planta potabilizadora se encuentran tres bombas con una capacidad de 40 HP cada una, las cuales impulsan el agua a través de una tubería de asbesto cemento de diámetro 400 mm (16"). Las tres bombas trabajan en serie las 24 horas del día², bombeando los 183 lts/seg producidos por los pozos. La presión de salida de esta estación, leída en el manómetro de la tubería de impulsión, es de 50 lbs/pulg², equivalentes a 35 metros de columna de agua (35 mca). Una sola bomba de 40 HP puede elevar 12,46 mca, de modo que las tres bombas en serie pueden alcanzar el valor antes referido. Sin embargo, la carga dinámica que debería vencer el sistema de bombeo para alcanzar la cota de rebose del estanque de almacenamiento existente en Cantaura es de 43 mca. Se deduce de lo anterior que el sistema de bombeo no es capaz de elevar el agua tratada desde la planta potabilizadora hasta el tanque de almacenamiento, por lo cual la red de distribución de la ciudad opera por bombeo contra la red, una condición muy desfavorable que no permite compensar las variaciones horarias de la demanda.

La tubería de aducción de la ciudad fue construida en el año 1975 por el INOS, de modo que para el año 2004 tenía 29 años de servicio; su grado de obsolescencia, aunado al hecho de que su trazado atraviesa áreas pobladas donde existen tomas clandestinas, han venido mermando su capacidad de conducción.

Los análisis de las limitaciones de capacidad de la estación de bombeo y de la tubería de aducción permiten señalar que la capacidad del sistema de aducción a la ciudad resulta insuficiente para el requerimiento actual, por lo que todo el sistema de aducción precisa ser mejorado. Las previsiones realizadas en 1990 por los estudios de planificación urbana respecto a este sistema señalaban, bastante acertadamente, la necesidad de revisar el sistema de aducción de la ciudad a partir del año 2005, año en el que se alcanzaría el umbral de prestación de servicio para 37.000 habitantes, cifra ya superada por el crecimiento poblacional real. Al contrario de esta directriz, lo que la Alcaldía ha resuelto en los últimos 4 años para solventar los problemas de escasez de agua consiste en la construcción de pozos al interior de la ciudad, sin garantizar su potabilidad. Al no seguir las recomendaciones de estos estudios, se han registrado graves problemas en la prestación del servicio de acueducto en la ciudad: la presión del servicio es muy baja en distintos puntos de la red, no existe suficiente disponibilidad de agua en las horas de mayor demanda y se contamina el agua tratada con aguas sin tratamiento.

Almacenamiento y distribución

De acuerdo con las normas sanitarias, la demanda de almacenamiento de la ciudad de Cantaura para el año 2004 era de 9.049 m³, tal como se indica en el cuadro 6. Cantaura cuenta con un solo estanque de almacenamiento, localizado en la calle Freites, dentro del casco central; se trata de un tanque elevado, con una capacidad de 1.500.000 litros (1.500 m³), una cota de rebose de 280 msnm, cota de fondo de 273 msnm y cota de terreno de 260 msnm, cuya capacidad es insuficiente para la demanda de la ciudad para ese año. De acuerdo con los cálculos antes realizados, este tanque no recibe agua del sistema de aducción de la ciudad porque la presión de la tubería de aducción, de unos 11 mca en la base del estanque, es insuficiente para superar los 20 metros de altura desde el suelo hasta la cota de rebose.

La deficiencia en el almacenamiento fue detectada en 1990 como el problema más grave del sistema de acueducto de la ciudad, recomendándose en aquel momento volver a utilizar el estanque existente y construir dos estanques nuevos: uno de 5.000 m³ al norte del casco central y otro de 500 m³, al oeste, en una zona indus-

trial propuesta. Si se suman los tres tanques, el existente y los dos propuestos en los estudios del PDUL de 1990, la capacidad de almacenamiento sería de 7.000 m³, lo cual solventaría los problemas de atención de la demanda horaria pico y daría mayor confiabilidad a la red, que suspende el servicio cuando se detiene el bombeo desde la planta potabilizadora.

La distribución de agua potable en la ciudad de Cantaura cubre casi el 100 % del área urbana, a excepción de los sectores de reciente desarrollo como son los barrios Ezequiel Zamora y Simón Bolívar, situados al sur. Sin embargo, hay problemas con la calidad del servicio, debido a bajas presiones y déficit de almacenamiento, lo que obliga a racionar la distribución.

Todo el sistema de distribución de la ciudad funciona por bombeo contra la red, desde la planta potabilizadora. Existen dos redes: la red alta, que está compuesta por todo el sector del casco central y los sectores Banco Obreiro, La Trilla, Inavi I, Inavi II, Andrés Bello, San Venancio, Alí Primera y El Mirador; y la red baja, compuesta por los sectores restantes.

La presión de llegada a las tuberías de distribución oscila entre 11 metros en las zonas altas y 50 metros en las zonas bajas de la red. El problema más importante es que las redes bajas se llenan antes que las redes altas, lo cual trae como consecuencia que sea necesario practicar un régimen de racionamiento que garantice que todos los sectores reciban agua varias veces a la semana, pero nunca en forma continua.

Los análisis realizados en 1990 detectaron la necesidad de conformar un sistema de alimentadores a los nuevos tanques de almacenamiento y de configurar un sistema de tuberías matrices a distintos sectores de la red de distribución. Estas inversiones no se realizaron, razón por la cual la red de distribución resulta ineficiente y se registran fuertes pérdidas de presión en varios sectores.

Conclusiones respecto al servicio de acueducto

El servicio de agua potable es percibido por parte de los habitantes de la ciudad como uno de los principales problemas: en una encuesta efectuada en el año 2004, cerca de 50% de la población opinó que el servicio es deficitario, señalándose el racionamiento y la presión del agua como las fallas principales. En un número importante de sectores las deficiencias del servicio de acueducto

fueron reportadas por parte los habitantes como el principal problema (IERU, 2004).

Las previsiones realizadas en 1990 se referían a la necesidad de revisar el sistema de abastecimiento a partir del año 2005, poner en operación y ampliar el almacenamiento de la ciudad y configurar las redes de distribución para mejorar las presiones de servicio.

Las inversiones realizadas en 14 años no han tenido en cuenta estas previsiones y, en su lugar, se han tomado medidas contraproducentes. En vista de los problemas de disponibilidad de agua se han perforado pozos dentro de la ciudad que han aumentado el caudal de la red de distribución pero sin asegurar la potabilidad del agua entregada y contaminando incluso el agua tratada en la planta potabilizadora. El sistema de acueducto sigue siendo susceptible a fallas eléctricas y no existen previsiones para mejorar el almacenamiento, el sistema potabilizador y la aducción por bombeo. La red de distribución continúa siendo ampliada sin que aún se configure un sistema de alimentadores y de redes en forma de mallas.

La propuesta realizada en el año 2004 con relación al acueducto insiste sobre los planteamientos realizados en el año 1990: mejorar la capacidad del sistema de aducción en términos de presión y caudal, proponiendo la construcción de una nueva aducción e incrementando la capacidad y presión dinámica de bombeo; así mismo, se propone poner en operación y aumentar el almacenamiento para alcanzar una capacidad de 22 mil m³, para atender las necesidades de una población esperada en el año 2020 del orden de 80 mil habitantes, el doble de lo registrado en la actualidad; por último, separar la red en distintas redes por cotas topográficas y conformar un sistema de alimentadores en forma de malla que permitan garantizar gastos y presiones de servicio adecuadas.

Red de cloacas

El sistema de recolección de aguas negras de la ciudad de Cantaura está conformado por 13 redes: 11 funcionan por gravedad y 2 dependen de estaciones de bombeo para elevar los efluentes a otras redes. La cobertura aproximada del servicio de red es de 76% (30.630 habitantes) de la población residente en la ciudad (40.140 habitantes) (ver figura 5).

Las áreas no cubiertas se localizan al Suroeste, Sur y Norte de Cantaura, que corresponden a zonas de recién

desarrollo y a sectores cuya topografía ha dificultado su incorporación a las redes de la ciudad. Gran parte de estas áreas no habían sido incluidas dentro de la poligonal urbana del MINDUR del año 1992, por considerarlas propensas a inundaciones o bien zonas de difícil urbanización.

Con la finalidad de calcular la demanda en las redes de distribución, se utilizó la fórmula de Harmon³ calculando los coeficientes de gasto máximo y gasto de diseño para la ciudad. Luego se delimitaron las áreas sin servicio y las áreas servidas por redes que surten a los diferentes tramos de colectores, estimando la producción de efluentes por red, para calcular el gasto máximo total de cloacas por sector (ver cuadros 7 y 8).

El bajo aporte por hectárea que generan todos los sectores, como consecuencia de la baja densidad poblacional de Cantaura. Ninguno de ellos genera más de 1 lps/Ha y en algunos sectores de reciente aparición, el gasto unitario está por debajo de 0,5 lps/Ha. Además, debido al hecho de que la construcción de redes de cloacas no ha sido inmediata –sino posterior a la aparición de los sectores no controlados– es posible que en estos sectores una porción significativa de las viviendas no estén aún empotradas a los sistemas existentes.

Todo ello señala la ausencia de una gerencia urbana y sanitaria del municipio que permita planificar anticipadamente el crecimiento urbano, que racionalice los costos de dotación de la red de alcantarillado y que garantice la total incorporación de las áreas cubiertas.

Descripción del sistema de colectores

El sistema de recolección de aguas negras de Cantaura está estructurado por 3 colectores principales y 6 colectores secundarios. El sistema de aguas negras cuenta con 2 estaciones de bombeo ubicadas dentro de la ciudad. La primera se encuentra en funcionamiento en el sector Los Kariñitas, al Noroeste; la segunda estación, ubicada en el sector San José, en la actualidad se encuentra desmantelada, por lo que descarga en una quebrada dentro de la ciudad que posteriormente contribuye como afluente al río Aragua. Cabe destacar que el río Aragua es el principal contribuyente del embalse La Estancia, obra de captación que abastece de agua potable a las poblaciones de Aragua de Barcelona y Buena Vista, por lo que esta situación resulta inaceptable.

Cuadro 7
Estimación del gasto de aguas servidas de Cantaura, 2004.

Aportes	Valores	Observaciones
Población	40.140 hab	Población 2004
Qm	157,03 lts/seg	Qm= 40.140hab x 338 lppd / 86400
K	235%	Coefficiente de Gasto máximo (Fórmula de Harmon)
R	80%	Coefficiente de reingreso
a. Aporte total por acueducto = Qm x K x R (l/seg)		
	295,79 lts/seg	
Infiltración	20.000 lts/km/día	Longitud de colectores = 137,66 km
b. Aporte total por infiltración = Long x 20.000 lts/dia/km (l/seg)		
	31,87 lts/seg	
c. Gasto de diseño = c x (a + b)		
	158%	Coefficiente para los malos empotramientos
	516,14 lts/seg	

Notas:

Coefficiente de gasto máximo (fórmula de Harmon): $K = 1 + (14 / (4 + \text{RAIZ} (\text{Población} / 1000)))$

Coefficiente de gasto de diseño: $C = (32 + \text{RAIZ} (\text{Población}/1000)) / (18 + \text{RAIZ} (\text{Población}/1000))$

a. Aporte total por acueducto = $Q_m \times K \times R$

b. Aporte total por infiltración = Longitud X (20000/86400)

Gasto de diseño = $c \times (a + b)$

Fuente: Elaboración propia; IERU, 2004.

Cuadro 8
Estimación del gasto de aguas servidas por sector de Cantaura, 2004.

Red	Aportes por Acueductos				Aporte por Infiltración		Aporte Total	
	Población (Hab)	Área (Has)	Qm (lps)	Qac (lps)	Longitud (Km.)	Qin (lps)	Q (lps)	Q unit (lps/Ha)
1	3.387	93,3	13,25	24,96	17,26	4,00	45,61	0,49
2	1.209	30,7	4,73	8,91	8,29	1,92	17,06	0,56
3	2.114	52,5	8,27	15,58	14,18	3,28	29,71	0,57
4	2.116	43,7	8,28	15,59	11,80	2,73	28,86	0,66
5	1.916	36,1	7,50	14,12	9,75	2,26	25,80	0,71
6	3.341	66,2	13,07	24,62	11,25	2,61	42,89	0,65
7	8.977	212,3	35,12	66,15	36,09	8,35	117,36	0,55
8	3.604	59,4	14,10	26,56	10,10	2,34	45,52	0,77
9	1.773	38,7	6,94	13,06	3,48	0,81	21,85	0,56
10	790	14,4	3,09	5,82	2,66	0,62	10,14	0,70
11	147	15,6	0,58	1,08	1,40	0,33	2,22	0,14
12	427	27,8	1,67	3,15	5,14	1,19	6,83	0,25
13	827	33,8	3,24	6,09	6,25	1,45	11,88	0,35
Sin Servicio	9.512	246,7	37,21	70,09	0,00	0,00	110,41	0,45
Total	40.140	971,2	157,03	295,78	137,66	31,87	516,14	0,53

Notas:

Qac = Aporte total por aguas blancas = $80\% \times Q_m$ (lts/seg) X k

Qinf = Aporte total por infiltración = long (Km.) * 20000 (lts/Km.) / 86400 (seg/día)

Q = Gasto máximo demandado por sector = $C \times (Q_{ac} + Q_{inf})$ (lts/seg)

Qunit = Gasto Unitario = $Q / \text{área}$ (lts/sesga)

Fuente: Elaboración propia; IERU, 2004.

En el estudio publicado en 1991 se verificó que la capacidad de los colectores era suficiente para atender las expectativas de crecimiento urbano en las distintas redes, y se propuso la construcción de un sistema de tratamiento al noroeste. Igualmente se advirtió que la inexistencia de un sistema de tratamiento ocasionaría problemas de contaminación en el embalse La Estancia, lo cual debía evitarse. En el estudio realizado en el año 2004 se comprobó que las redes aún son capaces y que se inició la construcción de una laguna de estabilización en el sitio recomendado en el año 1990, pero que aún no está funcionando.

Estas mismas conclusiones se reflejan en los estudios realizados en 1990 y constituyen un importante argumento para proponer el incremento de la intensidad de uso del suelo, una de las políticas que todos los estudios de planificación urbana realizados en Cantaura tratan de justificar. A pesar de esta oportunidad y del hecho de que los terrenos urbanos son, en su mayoría, propiedad municipal, la tendencia de crecimiento es hacia áreas no ocupadas, donde aún no existen servicios.

Sistemas de tratamiento y descarga

En el año 2004 Cantaura no contaba aún con sistemas de tratamiento de aguas negras. Estaba paralizada

la construcción de una laguna de estabilización al Norte del sector Guevara Rojas (descarga del colector Emisario y el colector marginal Chiguacara); además, una segunda laguna de estabilización ya había sido proyectada al oeste del distribuidor San Joaquín-Cantaura.

La laguna de estabilización del sector Guevara Rojas (de cuyo proyecto no se obtuvo información) tiene una profundidad de 2,5 m medida in situ. Esta misma profundidad es la que se indica en el proyecto de la laguna adyacente al distribuidor San Joaquín. Al revisar los parámetros señalados por Gustavo Rivas para la operación de estas instalaciones de tratamiento de efluentes (Rivas Mijares, 1978, p. 417), probablemente se trata en ambos casos de lagunas de estabilización anaerobia, un sistema de tratamiento secundario que recomendaban los estudios de planificación urbana de 1990, bastante eficiente y con bajo costo de operación y mantenimiento, que recomendaban los estudios de planificación urbana de 1990.

La laguna de estabilización ubicada en el sector Guevara Rojas puede contener un volumen máximo del orden de 150 mil m³. El gasto que se incorporaría a ella sería de 105,72 l/s, por medio del Emisario final y del colector Chiguacara. Su período de retención, sin considerar el aporte de la lluvia ni la pérdida por infiltración y evaporación, está en el orden de los 16 días, lo cual luce acep-

Figura 5
Configuración de las redes de cloacas existentes y propuestas para Cantaura. Las líneas grises claras representan las tuberías existentes, que descargan en el sitio de tratamiento propuesto en 1990, al Noreste. Actualmente existe en ese sitio una laguna de estabilización sin culminar. Las tuberías oscuras representan colectores propuestos por los estudios realizados en 2004 (IERU, 2004) para ampliar la cobertura y asegurar el tratamiento en un nuevo sistema, a construirse en la zona Noroeste de la ciudad. Las zonas ocres se incorporarán si se construyen colectores primarios y secundarios.

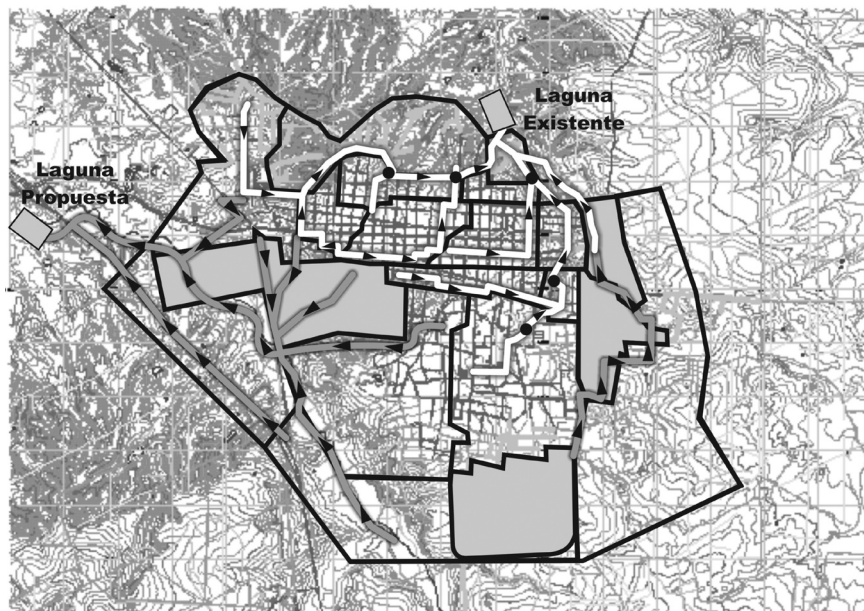


table para asegurar una remoción sustantiva de la DBO. Para un período de retención de 10 días (tiempo mínimo para que dicho sistema sea efectivo), la capacidad de esta laguna sería de 172 lps, que será el caudal máximo a tratar por dicho sistema.

La segunda laguna, ubicada al oeste del distribuidor San Joaquín, tiene un volumen máximo de 161.840 m³; tendrá una capacidad máxima para tratar 187,3 lts /seg. Aunque aún se desconoce las áreas que servirá, es probable que por medio de un colector marginal al río Aragua, los sectores al sur, sureste y oeste de la ciudad de Cantaura, que en la actualidad se encuentran sin servicio de recolección, pudieran descargar sus efluentes en esta laguna.

La localización y capacidad de estas lagunas de estabilización, una vez que ambas estén operativas, constituyen una gran oportunidad para el crecimiento urbano sostenible. Por supuesto, el control urbano resulta indispensable para que esta oportunidad sea aprovechada pues, si el crecimiento no se dirige hacia aquellas áreas donde se facilite la descarga de efluentes a las redes de alcantarillado existentes, se contaminarán las aguas de los cursos naturales o de los acuíferos al SE.

Conclusiones respecto al servicio de cloacas

Del análisis realizado se concluye que en el año 2004 en Cantaura existía una población atendida de 30.600 habitantes, alrededor de 76% de la población residente. Esta cifra refleja niveles de saneamiento mayores que el promedio nacional, situados en el orden de 65% de la población. Los estudios de planificación realizados en 1990 reflejaban una cobertura del 75% de este servicio, por lo que, al menos, la cobertura ha mantenido su proporción en los últimos 14 años. Las encuestas realizadas a los habitantes reflejaron un grado de satisfacción muy alto respecto a este servicio. Sin embargo, cabe advertir que la percepción de la eficiencia del servicio tiende a ser generosa, pues la población no aprecia cabalmente el efecto contaminante fuera del área urbana.

Los estudios de 1990 recomendaron incorporar todas las áreas al servicio de recolección de efluentes, labor que se ha venido cumpliendo sin mirar la estructuración total del sistema.

El sistema de recolección posee una capacidad mayor que la requerida para la población existente, lo que constituye una oportunidad para la densificación de la

ciudad, una política de crecimiento que sería conveniente para minimizar los costos de urbanización y evitar la dispersión urbana. En cambio, las tendencias de crecimiento urbano han generado una dispersión no controlada que no aprovecha la infraestructura subutilizada.

Los lineamientos de los estudios de planificación urbana elaborados a partir de 1990 justifican la instalación de lagunas de estabilización por la disponibilidad de suelos de propiedad pública, la facilidad de mantenimiento y los relativamente bajos costos de operación que ello acarrearía (MINDUR/ INGENIEROS JPA, 1990). Estos argumentos siguen siendo válidos y se recogen en los estudios sobre el servicio realizados en el año 2004. Nuevamente, el control urbano es, en última instancia, la pieza clave para lograr el tratamiento de las aguas, pues si no se logra ocupar la tierra vacante en las áreas ya urbanizadas y se mantiene el crecimiento disperso en forma incontrolada, es probable que continúe la descarga de efluentes crudos hacia cursos superficiales.

Red de drenajes

Para estimar la escorrentía superficial de la ciudad de Cantaura se obtuvieron datos de intensidad-duración-frecuencia para la región donde está comprendido este centro poblado provenientes de distintas fuentes bibliográficas (Bolinaga, 1979; Franceschi, 1984; MOP, 1967). Los datos presentan distintas intensidades para una misma duración y para un mismo período de retorno, por lo cual se adoptaron valores promedio un poco más bajos que los estimados por Franceschi, pero más altos que los proporcionados por el MOP. Con estos datos promedio se calculó la escorrentía mediante el Método Racional⁴. La intensidad para períodos de retorno de 2 años, apropiados para el cálculo de drenajes en áreas residenciales de densidad media y baja, varía de 140 lps/Ha a 350 lps/Ha. La intensidad para el período de retorno de 5 años, que puede utilizarse para el cálculo en áreas residenciales y comerciales de densidad media, varía de 180 lps/Ha a más de 400 lps/Ha. Para obras de drenaje secundario de mayor importancia, tales como el cálculo hidráulico de alcantarillas que permitan el paso de drenajes intermitentes y canales en zonas de elevado valor inmobiliario, los datos para el período de retorno de 25 años varían de 220 lps/Ha a más de 550 lps/Ha. Por último, para establecer

áreas de protección y canalizaciones para cursos de agua correspondientes al sistema de drenaje primario se proponen los valores para el período de retorno de 50 años que van desde unos 220 lps/Ha a 690 lps/Ha.

Como ya fue señalado, la ciudad de Cantaura se encuentra emplazada en la divisoria de aguas entre el río Aragua (o Trapichito) y la quebrada Chiguacara. Más al Este, una tercera hoya hidrográfica, la del río Guarío, capta la escorrentía de los cursos de agua que nacen en terrenos altos situados en zonas aún no ocupadas. El río Aragua es el contribuyente principal del embalse La Estancia, cuya hoya tributaria es de 1.882 Km². Este embalse abastece de agua potable las poblaciones de Aragua de Barcelona y de Buena Vista, además de suministrar agua para el riego de áreas agrícolas y servir para el control de inundaciones; por lo tanto, se trata de una importante obra hidráulica del estado Anzoátegui.

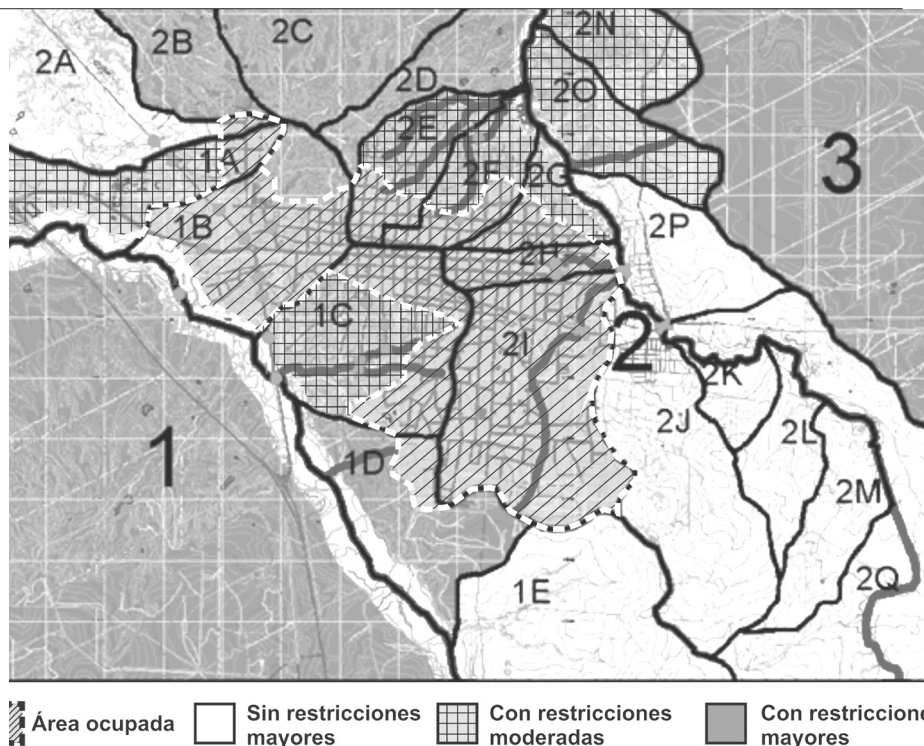
Hoya y microcuencas dentro del área urbana del río Aragua (Hoya 1)

Mediante aforos realizados entre los meses de abril de 1962 a marzo de 1963, con un fluviógrafo colocado por el MAC en el sitio denominado La Chorrera (aguas

abajo de Cantaura), se determinó que el río Aragua registró un gasto medio de 2,42 m³/seg, un gasto máximo de 86 m³/seg (meses de junio y julio) y un gasto mínimo de 0 m³/seg. Es decir, se trata de un río cuyo caudal superficial no es permanente y que en época de crecidas puede incrementar notoriamente su volumen. Para el período de retorno de 18 años, su caudal se estimó en 126 m³/seg en el sitio anteriormente indicado.

A su paso por Cantaura pueden definirse unas cinco microcuencas que tributan hacia este río, desde el oeste, suroeste y sur del centro poblado (ver figura 6). Algunas de estas microcuencas contienen áreas cenagosas que en el POU de 1992 se catalogan como "Áreas no Desarrollables". Otras áreas poseen sistemas de drenaje terciario y secundario apropiados. Algunas áreas son aleñañas al río Aragua, tal como el sector Granadillo, por lo que es necesario prever áreas de protección y acciones de saneamiento que impidan su contaminación. En el POU se clasificó gran parte de esta área como "Áreas no Desarrollables", "Áreas de Acción Especial" o áreas fuera del polígono urbano por razones de drenaje natural. Sin embargo, el crecimiento incontrolado ha ocupado estas áreas de difícil urbanización, que tienen como atractivo su cercanía al casco central de la ciudad.

Figura 6
El área urbana de Cantaura está dividida por tres hoyas hidrográficas: la del río Aragua, la de la Quebrada Chiguacara y la del río Guarío. Las divisorias de agua de estas tres cuencas condicionan la expansión urbana y organizan los sistemas de recolección de aguas negras y de aguas de lluvia. Las zonas no ocupadas de colores más claros, son las que ofrecen menos restricciones para la expansión urbana futura.



Hacia el Suroeste termina la mesa donde se asienta el centro poblado, por lo que las áreas desarrolladas se encuentran en zonas bastante llanas, mientras que las no ocupadas corresponden a zonas de topografía abrupta, cuya urbanización es inconveniente (badlands). En la cartografía se pueden identificar varios cursos superficiales que no atraviesan áreas ocupadas y que descargan en el río Aragua. En el POU de 1992 se propone la construcción de un parque urbano en esta área y la delimitación urbana excluye buena parte de esta extensión, la cual quedaría adyacente a una nueva vía de acceso a la ciudad por el suroeste. Aunque estos terrenos aún se encontraban libres en 2004, el crecimiento urbano incontrolado podría ocuparlos.

Hoya y microcuencas de la quebrada Chiguacara (Hoya 2)

La quebrada Chiguacara tiene una hoya cuya extensión es de 2.400 Ha. Si bien no existen aforos que permitan establecer su caudal, es probable que para el período de retorno de 50 años su gasto se encuentre en el orden de 100 m³/seg (unas 2.400 Ha., con un coeficiente de escorrentía del 20%, para una intensidad de 224 lps/Ha, correspondiente a una duración de 1 hora, daría una escorrentía de 107,5 m³/seg). En su paso por Cantaura se pueden definir varias microcuencas situadas al noroeste, norte, este, noreste y sureste del centro poblado que descargan hacia ella.

Tanto en 1992 como en 2004 las áreas situadas al norte del centro poblado estaban prácticamente desocupadas y quedaron fuera del polígono urbano propuesto, pero el crecimiento incontrolado ha venido avanzando en esta dirección. Algunas áreas consideradas "Área no Desarrollables" en 1990 se encontraban parcialmente ocupadas por asentamientos no controlados en el año 2004, por lo que se las incluyó dentro del área urbana, proponiéndose políticas y acciones para consolidar las áreas más estables y reubicar las viviendas que presenten mayores problemas.

En el POU aprobado en 1992, las zonas adyacentes a las riberas de la quebrada Chiguacara fueron catalogadas como áreas no desarrollables, política que se mantiene en las propuestas de ordenación territorial re-

cientes. Algunas microcuencas comprenden superficies ya desarrolladas en áreas estables, correspondientes al casco central de la ciudad; otras áreas corresponden sectores de expansión al sureste y áreas no controladas así como urbanizaciones planificadas que están asentadas sobre terrenos de pendiente suave, donde tanto el POU de 1992 como los estudios del 2004 promueven intensificar la densidad de población.

En la actualidad las microcuencas situadas al este y al sureste se encuentran en proceso de ocupación, por lo que resulta conveniente la reserva de espacio para el paso de drenajes. El POU de 1992 y los estudios realizados en 2004 señalan la conveniencia de ocupar estas áreas para nuevos desarrollos habitacionales, siempre que se respete el drenaje primario y se mantengan áreas de protección.

Conclusiones respecto al servicio de drenajes

En los estudios realizados en 1990 no se reflejan mayores problemas en materia de drenaje, pues la ciudad no se había acercado en su crecimiento a los cursos primarios más importantes, el río Aragua y la quebrada Chiguacara. Para resguardar la ocupación de las áreas adyacentes a estos dos cursos, el polígono urbano delimitado en el POU de 1990 restringe la ocupación al Este del río Aragua y al Oeste de la quebrada Chiguacara.

Sin embargo, para el año 2004, la expansión urbana no controlada se acerca a estos dos ríos y comienza a generar problemas. Se hace necesario recomendar la canalización de la quebrada y se propone establecer una generosa área de protección en ambas riberas del río Aragua. En otros cursos de drenaje primario menos relevantes situadas dentro del polígono urbano, la zonificación propuesta en 2004 establece áreas de protección, aspecto que no fue considerado en los planes anteriormente elaborados.

Para evitar que el drenaje urbano se convierta en una amenaza para la ocupación urbana, es indispensable un efectivo control urbano que impida a los cursos de drenaje primario la ocupación de áreas ribereñas y que promueva la urbanización de las áreas adyacentes mediante vías perimetrales, parques y áreas de protección (ver figura 7).

Consideraciones relativas a la planificación y gestión urbanística y la planificación y gestión de las redes sanitarias

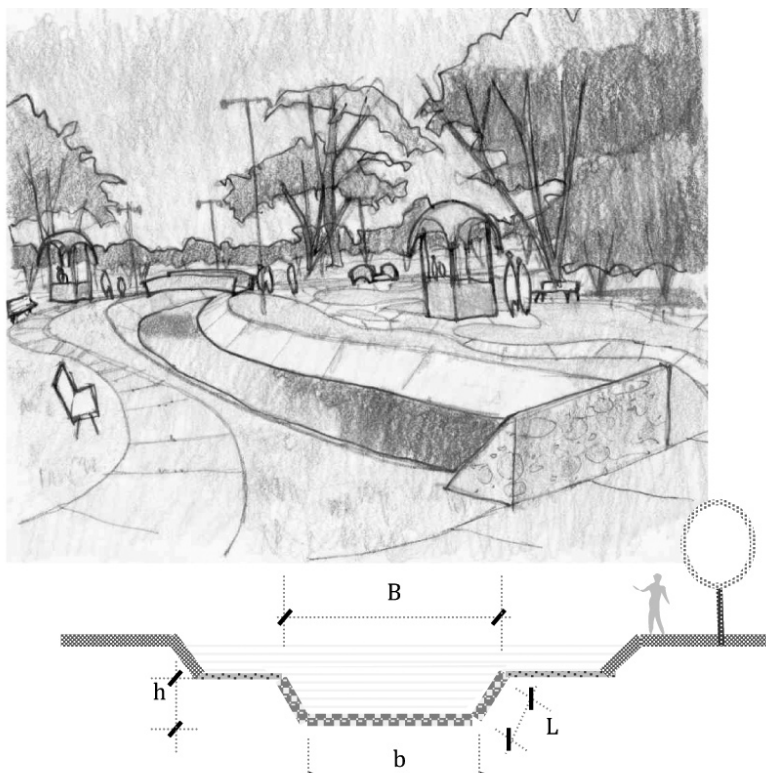
La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV) establece en su artículo 178 que tanto la planificación y la gestión urbana como la dotación y prestación de los servicios de agua potable, cloacas y drenaje de aguas de lluvia se consideran servicios públicos municipales. Estas atribuciones no constituyen una reciente asignación de competencias a los gobiernos locales como resultado del proceso constituyente de 1999, pues estos servicios ya estaban contemplados en la Constitución Nacional de 1961 y en la Ley Orgánica de Régimen Municipal sancionada en 1978. En Venezuela, la ordenación y gestión urbanística y la planificación y gestión de los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica han sido considerados en las últimas cuatro décadas como actividades propiamente municipales, al menos desde el punto de vista legislativo. Sin embargo, la experiencia demues-

tra que existe gran dificultad para abordar correctamente éstas y otras competencias en todos los municipios del país (IERU-USB, 1994).

La velocidad de crecimiento de Cantaura, cuya tasa geométrica promedio fue cercana al 3% en los últimos 30 años, exige una oportuna labor de habilitación física de terrenos en zonas aptas que permitan conducir el crecimiento urbano hacia las áreas idóneas. Las labores de catastro urbano, hasta ahora muy ineficientes, deberían permitir conocer cuántos predios existen, cuál es su titularidad, cuál es la extensión urbana y si el crecimiento urbano se viene realizando en la forma más conveniente. Adicionalmente, un catastro actualizado constituye la base de información necesaria para las gestiones de cobranza por la prestación de los servicios sanitarios. Estos problemas de gestión urbana que se presentan en Cantaura constituyen un denominador común a distintas municipalidades de Venezuela.

En ocasiones se argumenta que la inexistencia de planes adecuados y las dificultades presupuestarias cons-

Figura 7 Diagrama de la sección trapezoidal típica para algunos de los cursos de drenaje primario de Cantaura que requieren ser canalizados. La ocupación urbana debe permitir la reserva de áreas adyacentes para espacios abiertos que sean utilizados como esparcimiento mediante parques y paseos, tal como lo muestra la perspectiva superior.



MICRO CUENCAS	CAUDAL (m3/seg)	PEND (%)	AREA MOJAD (m2)	RADIO HIDRAUL	TIPO DE MATERIAL	RUGOS (n)	VEL (m/seg)	GAS TO (m3/seg)	DIMENSIONES			
									B	b	h	L
QDA CHIGUACARA	100	1%	15,75	1,190	CONCRETO	0,015	7,48	119	12	9	1,5	2,1

tituyen obstáculos para hacer frente a la gestión urbanística. Sin embargo, en el caso de Cantaura se puede verificar que los estudios de planificación urbana realizados por MINDUR en 1990 fueron bastante acertados al prever el crecimiento poblacional, estimar las necesidades en materia de redes de infraestructura hidráulica, y delimitar el área urbana y el área de expansión. Al mismo tiempo, la Alcaldía de Freites es una jurisdicción con cuantiosos recursos presupuestarios y que controla la propiedad de la tierra constituida por ejidos municipales, de modo que la debilidad en la gestión urbanística no se explica por la falta de planes ni por la escasez de recursos presupuestarios o de suelo, sino por limitaciones en la gerencia y en el personal técnico del municipio para abordar el problema y encontrarle soluciones.

Las razones que explican la debilidad en la gestión urbanística son de diversa índole, algunas de carácter sociopolítico; por ejemplo, es probable que se practique una irresponsable cultura “clientelar” de parte de algunos políticos locales que incentive la ocupación de algunos terrenos públicos por parte de la población pobre como medio de ganar apoyo político; también es posible que no se logre mantener en sus cargos a los funcionarios profesionales y técnicos formados para afrontar labores urbanísticas, debido a los cambios de la nómina del municipio que suelen proseguir al vencimiento de un período de gobierno local.

Se trataría entonces de debilidades propias de la gerencia pública de Venezuela que podrán ser superadas en la medida en que esta función sea social y políticamente valorada. En descargo de esta deficiencia es justo reconocer que la decisión de la Alcaldía de Freites de emprender por sus propios recursos un nuevo Plan de Desarrollo Urbano Local en el año 2004 constituye un paso muy importante en la dirección de encarar mejor la gestión urbanística, y que debe ser reforzada con labores de asistencia técnica que permita estimular a los funcionarios de las oficinas municipales responsables de estos temas –Ingeniería Municipal, Catastro y Servicios Públicos– para un eficaz cumplimiento de sus funciones.

La planificación de redes sanitarias efectuada por el INOS hace más de 30 años fue efectiva y permitió el crecimiento urbano de Cantaura sin limitaciones hasta el año 2000. Una vez superado el umbral de servicio de las instalaciones sanitarias que se construyeron, es necesario realizar un nuevo ejercicio de planificación hidráulica que

permita vislumbrar cuáles son las inversiones requeridas en los próximos 20 o 30 años.

Las limitaciones observadas en el sistema de abastecimiento, en el almacenamiento de agua potable, en la construcción de alimentadores y colectores, en la oportuna construcción de lagunas de estabilización y en el control de la ocupación de áreas aledañas a cursos primarios de drenaje dejan claro que existe una debilidad en la operadora de las redes sanitarias para gestionar el sistema y realizar las inversiones necesarias. Por su parte, las acciones parciales que ha venido acometiendo la Alcaldía en relación a la provisión de pozos de agua potable, canalización de quebradas y construcción de alcantarillado de aguas servidas en barrios de reciente aparición dejan entrever una preocupación creciente por atender el problema, pero ineficacia para resolver los problemas desde su origen.

Buena parte de las inversiones necesarias han sido detectadas por los estudios de planificación urbana pero sus recomendaciones no han sido adoptadas. En un municipio con recursos, como lo es el caso de la Alcaldía de Freites, donde existían planes elaborados hace 14 años que señalaban las causas de los problemas de mala prestación de los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica, resulta paradójico que no se hayan tomado las previsiones recomendadas, toda vez que, en principio, la gestión urbana y la gestión sanitaria son, legalmente hablando, competencias municipales.

No obstante la claridad legislativa en la asignación de competencias a los municipios en cuanto a los servicios de agua potable, aguas servidas y aguas de lluvia, la realidad es que en Venezuela gran parte de la responsabilidad en la planificación y operación de estas redes ha recaído a lo largo del tiempo en entes que tienen la responsabilidad mas no la competencia jurídica de brindar estos servicios. En efecto, durante largo tiempo las funciones de los municipios en materia de servicios sanitarios de infraestructura hidráulica han sido asumidas por entes supra municipales por vías “de hecho” –inicialmente por el INOS y luego por las hidrológicas regionales– no por intermedio de contratos de prestación, lo cual ha postergado una preocupación “real” de los gobiernos locales por cumplir con estas obligaciones (Sandía de Segnini et al., 2001, p. 13).

La debilidad institucional y técnica de los municipios son entonces las causas de que las acciones necesarias para adecuar las redes sanitarias de Cantaura no

hayan sido oportunamente ejecutadas. La Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, sancionada en 2001, señala varias vías para allanar el camino de la gestión municipal de los servicios de infraestructura hidráulica, y sus resultados aún están por verse.

Conclusiones

La planificación urbana, el catastro urbano, la actualización de planos de uso del suelo, las autorizaciones para edificar y urbanizar —es decir, la planificación y gestión urbanística como un todo— inciden, sin duda, en una buena planificación y gestión de las redes sanitarias. A la vez, una adecuada planificación y gestión de las redes sanitarias suministra criterios relevantes para el diseño de políticas urbanas, de modo que se trata de una relación de dos direcciones.

En palabras del ingeniero Bolinaga, experimentado proyectista de obras hidráulicas en Venezuela, “La planificación de un proyecto hidráulico... tiene que estar encajado dentro de la planificación del desarrollo, pues es esta

última la que permite determinar las necesidades que se traducen en demandas de agua... es un proceso dinámico y en dos sentidos, de tal forma que permita ajustar el proyecto a la demanda, pero también, cuando fuese necesario, se adapte la demanda al proyecto posible o factible” (Bolinaga, 1999, p. 11).

En la práctica la planificación y la gestión urbana no están estrechamente relacionadas, así como la gestión de las redes sanitarias a veces no responde a las previsiones realizadas en los planes maestros de obras hidráulicas existentes. Es necesario fortalecer la función pública para que el mecanismo de planes, programas y proyectos pueda funcionar. También es necesario que el municipio asuma plenamente la prestación de los servicios sanitarios, reorganizándose integralmente para cumplir a cabalidad con tal responsabilidad. Para ello es indispensable una oportuna labor de asistencia técnica que permita preparar al personal de los municipios para afrontar estas tareas con éxito. Si bien se pueden practicar diversas modalidades de gestión para garantizar una efectiva gestión de los servicios, ello debe ser acompañado de una supervisión eficaz desde el municipio de manera de garantizar la transparencia en la prestación de estos servicios.

Notas

- 1 1990 es el año de realización de los estudios básicos del POU y del PDUL de Cantaura.
- 2 Si el sistema opera un menor número de horas, el gasto debe ser mayor, de acuerdo a la fórmula: $Q_b = (24/N^\circ \text{ de horas de bombeo}) \times 1,25 \times Q_m$.
- 3 La fórmula de Harmon es una de varias formas que se utilizan para estimar la proporción de gasto máximo de un sistema de alcantarillado sanitario respecto al gasto promedio.
- 4 $Q = C \times I \times A$, donde “Q” es el gasto de aguas pluviales, “C” el coeficiente medio de escorrentía, “I” la intensidad de la lluvia para un determinado tiempo de concentración, y “A” el área de la hoya o micro cuenca.

Referencias bibliográficas

- Arocha, S. (1983) Cloacas y drenajes. Teoría y Diseño. Ediciones Vega. Caracas.
- Arocha, S. (1997) Abastecimientos de agua. Teoría y Diseño. Facultad de Ingeniería UCV. Editorial Innovación Tecnológica. Caracas.
- Azpúrua, P.; Gabaldón, A. (1975) Recursos hidráulicos y desarrollo. Editorial Tecnos, Madrid.
- Bolinaga, J. J. (1979) “Drenaje urbano”. INOS, Caracas.
- Bolinaga, J. J. et al. (1999) Proyectos de ingeniería hidráulica, volúmenes 1 y 2. Ediciones Fundación Polar, Caracas.
- Brewer, A.; Sosa, C.; Ayala, C.; Romero, H. (1988) Ley Orgánica de Ordenación Urbanística. Editorial Jurídica Venezolana, Caracas.

- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Asamblea Nacional. Caracas.
- Constitución Nacional de la República de Venezuela (1961). Congreso de la República. Caracas.
- Franceschi, L. (1984) Drenaje vial. Fundación Juan José Aguerrevere, CIV. Caracas.
- IERU-USB (1994) Evaluación de la Gestión Municipal. FUNDA-COMUN. Caracas.
- IERU-USB (2004) "Plan de Desarrollo Urbano Local de Cantaura", tomos I, II, III, IV. Alcaldía del Municipio Freites.
- Ley Orgánica de Régimen Municipal (1989) Congreso de la República. Caracas.
- Ley Orgánica del Poder Público Municipal (2005). República Bolivariana de Venezuela. Asamblea Nacional, Caracas.
- Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento (2001). República Bolivariana de Venezuela. Asamblea Nacional, Caracas.
- MINDUR-Ministerio de Desarrollo Urbano (1992) Normas sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos. Caracas.
- MINDUR-Ministerio de Desarrollo Urbano (1992) Resolución 1.035. "Plan de Ordenación Urbanística de Cantaura, estado Anzoátegui".
- MINDUR-Ministerio de Desarrollo Urbano/INGENIEROS JPA, C.A. (1991) "Plan de Desarrollo Urbano Local de Cantaura, estado Anzoátegui", tomos I, II, III y IV.
- MOP-Ministerio de Obras Públicas (1967) Manual de Drenaje. Dirección de Vialidad. Caracas.
- MSAS-Ministerio de Sabiduría y Asistencia Social (1992) Resolución 1.084 "Normas sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos".
- Rivas, G. (1978) Tratamiento de aguas residuales. Ediciones Vega. Caracas.
- Sandía, M.; Araujo-Juárez, J.; Rodríguez P.; Neher, J. (2001) Leyes sobre los servicios públicos domiciliarios: agua, electricidad, gas. Editorial Jurídica Venezolana, Caracas.