



Universidad Central de Venezuela  
Facultad Arquitectura y Urbanismo  
Coordinación de Estudios de Postgrado  
Doctorado en Arquitectura

**LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y  
SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO URBANO**

Tesis Doctoral presentada ante la Universidad Central de Venezuela  
para optar al Grado Académico de Doctor en Arquitectura

Tutor: Fossi Beloso, Víctor Manuel

Autor: Martínez Rivas, Roger Eduardo

Caracas, Mayo 2012



Universidad Central de Venezuela  
Facultad Arquitectura y Urbanismo  
Coordinación de Estudios de Postgrado  
Doctorado en Arquitectura

**LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y  
SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO URBANO**

Tesis Doctoral presentada ante la Universidad Central de Venezuela  
para optar al Grado Académico de Doctor en Arquitectura

Tutor: Fossi Belloso, Víctor Manuel  
Profesor Titular. FAU-UCV.  
Profesor Honorario. DPU-USB.

Autor: Martínez Rivas, Roger Eduardo  
Profesor Asociado. DPU-USB.

Caracas, Mayo 2012

PÁGINA RESERVADA PARA INCLUIR COPIA DEL VEREDICTO

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICA (SICHT)

FECHA DE ENTREGA: 21 de mayo de 2012

AUTORIZACION PARA LA DIFUSIÓN ELECTRÓNICA DE LOS TRABAJOS DE LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS DOCTORAL DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.

Yo, *Roger Eduardo Martínez Rivas*, autor de la tesis:

*LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO URBANO*

Presentado para optar al Grado Académico de:

*DOCTOR EN ARQUITECTURA,*

A través de este medio autorizó a la Escuela de Arquitectura, a la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura de la UCV, para que difunda y publique la versión electrónica de este trabajo o tesis, a través de los servicios de información que ofrece la Institución, sólo con fines de docencia e investigación, de acuerdo a lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Si autorizo</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Autorizo después de 1 año</i>
<input type="checkbox"/>	<i>No autorizo</i>

*Firma(s) autor (es)*

\_\_\_\_\_  
C.I. N° 5.307.338

*e-mail: rmartine@usb.ve*

*En Caracas, a los 21 días del mes de mayo de 2012*

Nota: En caso de no autorizarse la Escuela o Comisión de Estudios de Postgrado, publicará: la referencia bibliográfica, tabla de contenido (índice) y un resumen descriptivo, palabras claves y se indicará que el autor decidió no autorizar el acceso al documento a texto completo.

La cesión de derechos de difusión electrónica, no es cesión de los derechos de autor, porque este es intransferible.

Título del Producto o Propuesta:

LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO URBANO



## AGRADECIMIENTOS

A mis colegas del Departamento de Planificación Urbana y de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la USB, y muy especialmente a las profesoras Claudia Giménez y Lydia Pujol, quienes indulgentemente me facilitaron la finalización de este trabajo.

Al personal de la Planoteca de HIDROCAPITAL, a la señora Perpetua de Ametrano y al señor Luciano Ametrano, por su apoyo en la obtención de información; igualmente a INSURBECA y a la Sra. Zoraida Lugo, de la Biblioteca de Transporte Urbano de la USB, por facilitarme el acceso a material bibliográfico.

Al señor Pedro Serrano; a los ingenieros Tomás Hernández, José Najul (padre), José Manzur Najul Saldivia (hijo), Luis Franceschi, Norberto Bausson; Santos Eduardo Michelena y Anna Sisiruca; a los profesores Esther Marcano, Omar Hernández, Oscar Gómez Navas y Orlando Marín, por su generosidad y su apoyo incondicional para el desarrollo de este trabajo.

A la Alcaldía de Baruta, por la oportunidad que me brindaron en el desarrollo de algunos proyectos de agua y saneamiento en su jurisdicción que sirvieron como casos de estudio.

Al personal del IERU, por apoyarme de muchas maneras, y muy especialmente al urbanista Carlos Padrón, quien pacientemente elaboró los planos que están en los anexos.

Al personal académico y administrativo de la Coordinación del Doctorado de Arquitectura de la FAU-UCV, y a la Licenciada Fanny Peña, por su diligencia.

Por último, al profesor Víctor Fossi, por su apoyo y compromiso como tutor. Ojalá que el resultado del presente trabajo recompense de algún modo su esfuerzo y buena fe que, como en mi caso, han beneficiado a muchos arquitectos y urbanistas.

## DEDICATORIA

*A mis padres, por su cariño y buen ejemplo.  
A mi esposa, Juana, por su amor y paciencia,  
A mis hijos, Eduardo, Manuela, Sofía y Miranda, por el tiempo que les quité.*



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Coordinación de Estudios de Postgrado  
Doctorado en Arquitectura

## LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO URBANO

Autor: Roger Eduardo Martínez Rivas

Tutor: Víctor Fossi Belloso

Fecha: Mayo 2012

### RESUMEN

El trabajo aborda las redes de infraestructura hidráulica desde la perspectiva del Urbanismo, entendiendo por éstas a las instalaciones necesarias para obtener agua para consumo humano, para la disposición final de las aguas servidas, y para la conducción de aguas de escurrimiento superficial en áreas urbanas. La hipótesis central consiste en señalar que estas redes inciden en el desarrollo urbano de acuerdo a un proceso histórico-social donde se conjugan aspectos culturales, demográficos, económicos, tecnológicos e institucionales que son cambiantes y que, a través de “detonantes”, provocan modificaciones sustanciales en los otros, afectando las características de estas redes y del entorno urbanístico hasta alcanzar una nueva condición en cada período histórico. Las hipótesis específicas se organizaron en torno a problemas epistemológicos e históricos (¿las redes sanitarias de infraestructura hidráulica son immanentes al hecho urbanístico?), técnicos (¿cómo influyen la ciencia y la tecnología en las redes sanitarias y en los asentamientos urbanos?), administrativos (¿qué tendencias se han registrado en cuanto a la participación del Estado y de las comunidades en la construcción del hábitat y en la gestión de estos servicios?), disciplinarios y trans-disciplinarios (¿es necesario un enfoque trans-disciplinario para abordar la gestión sanitaria y urbanística?). La metodología empleada fue de carácter cualitativo, y consistió en la revisión de material documental, cartográfico, entrevistas a expertos y visitas de campo. En la primera fase de la investigación se abordaron los problemas de orden epistemológico. En la segunda y tercera fase se analizaron datos históricos, con especial alusión al caso de Caracas. La cuarta fase se dedicó al análisis de los asentamientos informales y la situación de sus servicios de agua potable y saneamiento. La quinta fase constituye una síntesis, e incluye perspectivas futuras acerca de la evolución de la ciudad y sus redes de infraestructura hidráulica, apoyándose en las opiniones de expertos. Como resultado de la investigación se demuestra que la raíz epistémica del “urbanismo” sí estaría estrechamente vinculada con las redes hidráulicas; que los cambios urbanísticos de la ciudad de Caracas están signados por la infraestructura sanitaria que la soporta, de acuerdo a detonantes identificados en cada período histórico. En vista de las perspectivas futuras, es recomendable revisar el arreglo institucional actual en materia de agua potable y saneamiento y de gestión territorial, procurando una mayor participación del municipio y considerando las posibilidades reales de gestión de las comunidades organizadas.

**PALABRAS CLAVES:** Caracas, redes de infraestructura hidráulica, gestión sanitaria, gestión urbana.



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Coordinación de Estudios de Postgrado  
Doctorado en Arquitectura

THE HYDRAULIC INFRASTRUCTURE NETWORKS AND ITS EFFECT IN URBAN DEVELOPMENT

Author: Roger Eduardo Martínez Rivas

Tutor: Víctor Fossi Beloso

Date: May 2012

SUMMARY

The paper addresses water infrastructure networks from the perspective of urban planning, understood as the necessary facilities for drinking water, for disposal of sewage, and for the conduct of surface runoff in urban areas. The central hypothesis is that these networks affect urban development according to a socio-historical process which combines cultural, demographic, economic, technological and institutional subjects and that, through "triggers", some aspects can cause substantial changes in the others, affecting the characteristics of these networks and the urban environment until a new condition is reached. The specific hypotheses were organized around several issues: epistemological and historical (are sanitary water infrastructure networks immanent to the Urbanism?), technical (how do science and technology influence health networks and urban settings?) administrative (which trends have been reported regarding the involvement of the state and communities in building and managing habitat for these services?), disciplinary and trans-disciplinary (do we need a transdisciplinary approach to address health and urban management?). The methodology was qualitative and involved the review of documentary and cartographic material, expert interviews and field visits. In the first phase of the research addressed the epistemological problems. In the second and third phases were analyzed historical data, with particular reference to the case of Caracas. The fourth phase is devoted to an analysis of informal settlements and the status of their water services and sanitation. The fifth phase is a summary, including future perspectives on the evolution of the city and its water infrastructure networks, based on expert opinion. As a result of research shows that the epistemic root "planning" itself would be closely linked to water systems, urban changes in the city of Caracas are marked by the health infrastructure that supports it, according to triggers identified in each historical period. In view of future prospects, it is necessary to review the current institutional arrangement for water and sanitation and land management, ensuring greater participation of the municipalities and considering the real possibilities of management of organized communities.

KEY WORDS: Caracas, water infrastructure networks, water management, urban management.

---



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	ANTECEDENTES, ESTADO DEL CONOCIMIENTO E INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN. .....	1-1
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	1-3
1.2.1	Redes de Infraestructura Hidráulica, Urbanismo y Salud Pública .....	1-3
1.2.2	Gestión Pública, Urbanismo y Redes de Infraestructura Hidráulica.....	1-12
1.2.3	Redes de Infraestructura Hidráulica y Urbanismo, dentro de un contexto histórico .....	1-14
1.3	PROBLEMAS E HIPÓTESIS.....	1-16
1.3.1	Problemas epistemológicos e históricos.....	1-17
1.3.2	Problemas técnicos.....	1-18
1.3.3	Problemas administrativos .....	1-18
1.3.4	Problemas disciplinarios y trans-disciplinarios.....	1-18
1.4	METODOLOGÍA.....	1-19
1.5	DEFINICIONES Y ENFOQUES DE PARTIDA. ....	1-24
1.5.1	Acerca del urbanismo .....	1-24
1.5.2	Acerca de las redes de infraestructura hidráulica .....	1-25
1.5.3	Aspectos emergentes. Nuevas tendencias .....	1-25
1.5.4	Teoría central sobre la cual gira la tesis:.....	1-26
1.6	DATOS QUE SIRVEN DE APOYO A LA TESIS .....	1-27
1.6.1	Bibliografía histórica acerca del crecimiento urbano y las redes sanitarias en Occidente .....	1-27
1.6.2	Cartografía de la ciudad de Caracas y de sus redes sanitarias .....	1-27
1.6.3	Casos de estudio en la ciudad de Caracas.....	1-28
1.6.4	Entrevistas a especialistas en distintos temas .....	1-28
1.7	ESQUEMA DEL INFORME. ....	1-29
<b>2</b>	<b>CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS ACERCA DEL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>2-1</b>
2.1	ETIMOLOGÍA DEL TÉRMINO “URBANISMO”, SU RELACIÓN CON LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU CARÁCTER INTERDISCIPLINARIO. ....	2-1
2.2	EL “HIGIENISMO” PROPUESTO POR EDWIN CHADWICK Y EL APOORTE DE JOHN SNOW. ....	2-5
2.3	LA INCIDENCIA DE LA EPIDEMIOLOGÍA SOBRE EL URBANISMO. LOS ESTUDIOS DE CERDÁ. .....	2-9
2.4	LA POLÍTICA SANITARIA COMO RESPONSABILIDAD DEL ESTADO Y EL PAPEL DEL MUNICIPIO.....	2-12
2.5	LA PLANIFICACIÓN, EL DISEÑO Y LA GESTIÓN URBANA Y SANITARIA COMO OBLIGACIONES DEL ESTADO VENEZOLANO: EL PAPEL DE LOS GOBIERNOS LOCALES. ....	2-17
2.6	SÍNTESIS: UNA REFLEXIÓN ACERCA DE LA INTERDEPENDENCIA CONCEPTUAL ENTRE EL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	2-24



<b>3</b>	<b>ESTUDIO RETROSPECTIVO ACERCA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS CIUDADES Y SU INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>3-1</b>
3.1	CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	3-1
3.2	LAS CIUDADES DEL MUNDO ANTIGUO.....	3-2
3.2.1	Ciudades egipcias, mesopotámicas y del Valle del Indo.....	3-2
3.2.2	Ciudades de la civilización Egea.....	3-7
3.2.3	Ciudades Griegas.....	3-8
3.2.4	Roma antigua.....	3-10
3.2.5	Colonias Romanas.....	3-16
3.3	LA CIUDAD MEDIEVAL Y RENACENTISTA (SIGLO V AL SIGLO XVI).....	3-17
3.3.1	Ciudades medievales.....	3-17
3.3.2	Ciudades europeas durante el Renacimiento.....	3-20
3.4	CIUDADES PRECOLOMBINAS Y LAS DEL NUEVO MUNDO (SIGLOS XVII AL XVIII).....	3-22
3.4.1	Ciudades precolombinas.....	3-22
3.4.2	Ciudades coloniales del Nuevo Mundo.....	3-27
3.5	LA CIUDAD PREINDUSTRIAL (SIGLOS XVIII Y XIX).....	3-27
3.5.1	Londres Preindustrial.....	3-28
3.5.2	Paris preindustrial.....	3-34
3.5.3	Barcelona y las redes sanitarias del Ensanche.....	3-37
3.6	CONSIDERACIONES FINALES.....	3-41
<b>4</b>	<b>EVOLUCIÓN URBANA DE CARACAS Y DE SUS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>4-1</b>
4.1	CARACAS COLONIAL, SIGLO XVI AL XVII (1567-1578).....	4-2
4.1.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-2
4.1.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-4
4.1.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-8
4.1.4	Estructura político - institucional.....	4-9
4.2	CARACAS COLONIAL, SIGLOS XVI AL XIX (1700-1810).....	4-11
4.2.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-11
4.2.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-13
4.2.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-15
4.2.4	Estructura político - institucional.....	4-17
4.3	CARACAS REPUBLICANA, SIGLO XIX (1810-1870).....	4-19
4.3.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-19
4.3.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-20
4.3.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-23
4.3.4	Estructura político - institucional.....	4-24
4.4	CARACAS GUZMANCISTA, SIGLO XIX (1870-1888).....	4-25
4.4.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-25
4.4.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-26
4.4.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-37
4.4.4	Estructura político - institucional.....	4-38
4.5	CARACAS PREMODERNA, SIGLOS XIX Y XX (1888-1930).....	4-39
4.5.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-39



4.5.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-42
4.5.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-51
4.5.4	Estructura político - institucional.....	4-53
4.6	CARACAS MODERNA, SIGLO XX (1930- 1950).....	4-54
4.6.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-54
4.6.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-56
4.6.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-61
4.6.4	Estructura político - institucional.....	4-63
4.7	CARACAS MODERNA, SIGLO XX (1950 - 1970).....	4-64
4.7.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-64
4.7.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-67
4.7.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-82
4.7.4	Estructura político - institucional.....	4-83
4.8	CARACAS POSTMODERNA. AUGE Y DECLIVE DEL INOS, SIGLO XX (1970-1990).....	4-85
4.8.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-85
4.8.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-91
4.8.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-109
4.8.4	Estructura político - institucional.....	4-111
4.9	CARACAS A INICIOS DEL SIGLO XXI, (1990-2011).....	4-114
4.9.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-114
4.9.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica.....	4-117
4.9.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-129
4.9.4	Estructura político - institucional.....	4-130

## **5 SITUACIÓN DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN LOS ASENTAMIENTOS INFORMALES DEL AMC..... 5-1**

5.1	PROBLEMÁTICA GENERAL.....	5-1
5.1.1	Asentamientos informales situados al Noroeste del AMC.....	5-2
5.1.2	Asentamientos informales situados alrededor del casco fundacional de Caracas ....	5-3
5.1.3	Asentamientos informales situados al Este del AMC.....	5-4
5.1.4	Asentamientos informales situados al sur del Valle de Caracas.....	5-5
5.1.5	Asentamientos informales situados al Suroeste del AMC.....	5-7
5.2	EXPERIENCIA 1: BARRIO CATUCHE. MUNICIPIO LIBERTADOR, DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS.....	5-8
5.2.1	Descripción del sitio.....	5-8
5.2.2	Descripción de variables urbanas.....	5-11
5.2.3	Características de diseño de los sistemas de APyS.....	5-14
5.2.4	Gestión urbana y su relación con el diseño y gestión de los servicios de APyS.....	5-19
5.3	EXPERIENCIA 2: BARRIO LA PALOMERA. MUNICIPIO BARUTA, ESTADO MIRANDA.....	5-22
5.3.1	Descripción del sitio.....	5-22
5.3.2	Descripción de variables urbanas.....	5-24
5.3.3	Características de diseño de los sistemas de APyS.....	5-26
5.3.4	Gestión Urbana y de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento.....	5-37
5.4	EXPERIENCIA 3: BARRIOS LAS MINAS – SANTA CRUZ DEL ESTE. MUNICIPIO BARUTA, ESTADO MIRANDA.....	5-39



5.4.1	Descripción del sitio.....	5-39
5.4.2	Descripción de variables urbanas.....	5-41
5.4.3	Características de diseño de los sistemas de agua potable y saneamiento .....	5-47
5.4.4	Gestión Urbana y de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento .....	5-62
5.5	SÍNTESIS: LAS REDES SANITARIAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU INCIDENCIA EN EL ORDENAMIENTO DE LOS ASENTAMIENTOS INFORMALES.....	5-64

## **6 SÍNTESIS Y REFLEXIONES ACERCA DE LA EVOLUCIÓN URBANA DE CARACAS Y DE SU INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA..... 6-1**

6.1	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS Y DETONANTES REGISTRADOS EN LA EVOLUCIÓN URBANA DE CARACAS Y DE SU INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA .....	6-2
6.1.1	Caracas Colonial. Siglos XVI al XVIII (1567 – circa 1700) .....	6-2
6.1.2	Caracas colonial. Siglos XVIII al XIX (circa 1700 – 1810).....	6-3
6.1.3	Caracas Republicana. Siglo XIX (1810 – 1870).....	6-4
6.1.4	Caracas Guzmancista. Siglo XIX (1870 – 1888).....	6-5
6.1.5	Caracas Pre Moderna. Siglos XIX Y XX (1888 – 1930) .....	6-6
6.1.6	Caracas Moderna. Siglo XX (1930 – 1950). .....	6-7
6.1.7	Caracas Moderna. Siglo XX (1950 – 1970) .....	6-8
6.1.8	CARACAS POSTMODERNA. SIGLO XX (1970 – 1990). .....	6-10
6.1.9	Caracas Postmoderna. Siglos XX y XXI (1990 – 2011) .....	6-12
6.2	OPINIONES DE EXPERTOS .....	6-14
6.2.1	Sr. Pedro Serrano.....	6-14
6.2.2	Ing. José Najul.....	6-18
6.2.3	Ing. Luis Enrique Franceschi .....	6-21
6.2.4	Ing. Norberto Bausson .....	6-25
6.2.5	Dra Esther Marcano.....	6-29
6.2.6	Arq. Víctor Fossi.....	6-34
6.2.7	Dr. Oscar Gómez Navas.....	6-38
6.2.8	Dr. Omar Hernández.....	6-42
6.3	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	6-43

## **7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 7-1**

7.1	LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA CONFORMAN UN ASPECTO INDISOLUBLE DEL HECHO URBANÍSTICO. ....	7-2
7.1.1	Razones epistemológicas .....	7-2
7.1.2	Razones históricas .....	7-2
7.2	LA EVOLUCIÓN DE LAS CIUDADES SUPONE CAMBIOS EN LA FORMA DE CONCEPTUALIZAR LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO .....	7-4
7.2.1	La ciencia y la tecnología, sus cambios y su incidencia en la ciudad y en los servicios de agua y saneamiento.....	7-4
7.2.2	El sustrato social, económico y cultural de la ciudad y sus redes de infraestructura hidráulica.....	7-5
7.2.3	La forma de la ciudad, el diseño urbano y las normas técnicas para urbanizar.....	7-6
7.3	EL GOBIERNO LOCAL HA CONSTITUÍDO SIEMPRE UNA INSTANCIA NECESARIA PARA GESTIONAR LA CIUDAD Y LAS REDES DE AGUA Y SANEAMIENTO .....	7-7



7.3.1 El desarrollo económico y social, la planificación territorial y las redes de infraestructura hidráulica.....	7-7
7.3.2 La continua necesidad de diseñar un “arreglo institucional” idóneo.....	7-9
7.3.3 La participación de las comunidades en la gestión del hábitat y de las redes sanitarias de infraestructura hidráulica .....	7-12
7.3.4 La inseparable relación del gobierno local con las redes sanitarias y los servicios de agua y saneamiento .....	7-13
7.4 EL URBANISMO CONSTITUYE UN ACERCAMIENTO INDISPENSABLE PARA UNIVERSALIZAR LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO .....	7-16
7.4.1 El urbanismo y las redes sanitarias requieren un acercamiento transdisciplinar....	7-17
7.4.2 La tarea del urbanismo en los esfuerzos por universalizar los servicios de agua y saneamiento.....	7-18

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

### ANEXO 1: ENTREVISTAS

Sr. Pedro Serrano  
Ing. José Najul  
Ing. Luis Enrique Franceschi  
Ing. Norberto Bausson  
Dra Esther Marcano  
Arq. Víctor Fossi  
Dr. Oscar Gómez Navas

### ANEXO 2: PLANOS

Plano 1: Red de acueducto 1935  
Plano 2: Red de Acueducto 1953  
Plano 3: Red de Acueducto 2011  
Plano 4: Red de Drenaje y Cloacas 2011



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 1: Evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en América Latina y el Caribe (millones de habitantes).....	1-6
Cuadro 1 2: Población (en miles de habitantes) que habita en áreas informales en distintas regiones del mundo, proporción respecto a la población urbana y tasa anual de crecimiento; años 1990, 2001, 2005.1-8	
Cuadro 4 1: Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1950. ....	4-59
Cuadro 4 2. Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1970. ....	4-70
Cuadro 4 3. Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1990. ....	4-100
Cuadro 4 4. Población de la Región Metropolitana de Caracas y sus componentes. Comparación años 1990 y 2007.....	4-116
Cuadro 4 5. Sistema Metropolitano. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030. ....	4-118
Cuadro 4 6. Sistema Litoral. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.....	4-119
Cuadro 4 7. Sistema Fajardo. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030. ....	4-119
Cuadro 4 8. Sistema Losada-Ocumarito. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030. ..	4-120
Cuadro 4 9. Sistema Panamericano. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030. ....	4-121
Cuadro 5 1: Descripción general de Catuche. Municipio Libertador. ....	5-11
Cuadro 5 2: Variables urbanas de Catuche. Municipio Libertador, Caracas. ....	5-14
Cuadro 5 3: Características del acueducto de Catuche. Municipio Libertador, Caracas.....	5-15
Cuadro 5 4: Características del alcantarillado de Catuche. Municipio Libertador, Caracas .....	5-19
Cuadro 5 5: Descripción general de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas .....	5-24
Cuadro 5 6: Variables urbanas de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas. ....	5-25
Cuadro 5 7: Características del acueducto de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas .....	5-28
Cuadro 5 8: Características del alcantarillado de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas .....	5-32
Cuadro 5 9: Descripción general de Las Minas de Baruta y Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. ....	5-41
Cuadro 5 10: Variables urbanas de Las Minas de Baruta y Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. ....	5-43
Cuadro 5 11: Características del acueducto de Las Minas de Baruta y Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. ....	5-48
Cuadro 5 12: Características del alcantarillado de Las Minas de Baruta y Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. ....	5-58
Cuadro 6 1: Caracas Colonial. Siglos XVI al XVIII (1567 – Circa 1700). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-2
Cuadro 6 2: Caracas Colonial. Siglos XVIII al XIX (Circa 1700 - 1810). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-3
Cuadro 6 3: Caracas Republicana. Siglo XIX (1810 - 1870). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-4
Cuadro 6 4: Caracas Guzmancista. Siglo XIX (1870 - 1888). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-5
Cuadro 6 5: Caracas Pre Moderna. Siglos XIX y XX (1888 - 1930). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-6
Cuadro 6 6: Caracas Moderna. Siglo XX (1930 - 1950). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-8
Cuadro 6 7: Caracas Moderna. Siglo XX (1950 - 1970). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-9
Cuadro 6 8: Caracas Post Moderna. Siglo XX (1970 - 1990). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-11
Cuadro 6 9: Caracas Post Moderna. Siglo XX y XXI (1990 - 2011). Condición precedente, detonantes y condición posterior de la ciudad y de sus redes hidráulicas. ....	6-13



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 1: Sección de alcantarillado ovoidal con andén. Construido en las zonas bajas del río Manzanares del Alcantarillado de Madrid hacia 1910. ....	1-1
Figura 1 2: Ilustración caricaturesca del agua del río Támesis de los años 1820. Dibujado para criticar el servicio de las compañías de agua de Londres, indica al pie "Monster Soup commonly called Thames Water, being a correct representation of that precious stuff doled out to us!".....	1-5
Figura 1 3: Representación de la amenaza urbana a las regiones costeras y marinas de Sur América. Se aprecia la calificación de "amenaza alta" que implica el desarrollo urbano de ciudades venezolanas y de América Central sobre el mar Caribe.....	1-10
Figura 1 4: Sistemas de Bombeo Tuy I, II y III, señalados en el Plan General Urbano de Caracas 1970 - 1990 .....	1-15
Figura 1 5: Flujograma metodológico. ....	1-21
Figura 2 1: Cronología de las instituciones relacionadas con el agua potable y saneamiento en Venezuela.. ..	2-18
Figura 2 2: Cronología de las instituciones relacionadas con el Urbanismo en Venezuela. ....	2-21
Figura 2 3: Ciclo entre Urbanismo, Salud Pública e Infraestructura Hidráulica.....	2-25
Figura 3 1: Planta de Kahun. Las celdas de habitación eran accesibles mediante estrechas callejuelas que facilitaban la salida del agua de lluvia, muy poco frecuente, y de las aguas sucias.....	3-2
Figura 3 2 Planta de Babilonia. Nótese la condición expuesta de la ciudad respecto al río Éufrates. ....	3-3
Figura 3 3: Red de drenaje del palacio de Minos, en Knosos, según Evans. Puede observarse que la técnica constructiva facilita un trazado sinuoso que recogía las aguas de lluvia y las descargas de las letrinas y las conducía fuera del palacio, 3.000 años AC. ....	3-7
Figura 3 4 Planta de Mileto. Puede observarse la disposición de la cuadrícula hipodámica en distintas direcciones, para adaptarse a la topografía y facilitar el escurrimiento de aguas de lluvia.....	3-10
Figura 3 5: Cuniculi o galerías filtrantes etruscas de la ciudad francesa de Veyes. Los cuniculi fueron predecesores de las cloacas romanas, copiadas por los romanos para desecar las riberas del Tíber y permitir la ocupación urbana. ....	3-11
Figura 3 6 Planta de la Ciudad de Roma. El cauce meandroso del río Tíber indica que su pendiente es baja en el tramo que pasa por Roma, por lo que sus riberas debieron exponerse a inundaciones. Según la leyenda, Roma se fundó sobre la colina Palatino.....	3-12
Figura 3 7: Cloaca Máxima de Roma. El diagrama superior muestra su trazado. Sus dimensiones oscilan entre 2 y 5 metros de ancho. ....	3-12
Figura 3 8: Sumideros Romanos. La sección de las calles romanas contaba con sumideros de ventana o imbornales que facilitaban el drenaje de la vía y la descarga de aguas residuales provenientes de las viviendas. El espacio superior de los colectores era reservado en la sección vial para los peatones. ....	3-13
Figura 3 9: Acueductos Romanos. La imagen muestra la ruta de los distintos acueductos existentes para el momento en que Frontino realizó su descripción de las fuentes de agua de Roma. ....	3-14
Figura 3 10: Diagrama que esquematiza la configuración típica del sistema de abastecimiento y distribución romano. ....	3-15
Figura 3 11: Esquema representativo de la configuración interna de los castellum, según la explicación de Vitruvio. La prioridad en la distribución la tenían las fuentes públicas. ....	3-15
Figura 3 12: Traza viaria y de alcantarillado romano de la colonia romana Emérita Augusta, Mérida, España. ....	3-16
Figura 3 13: Grabado que muestra el diseño de la noria instalada por Peter Morice bajo uno de los arcos del puente de Londres hacia finales del siglo XVI. ....	3-21
Figura 3 14: Ilustración de la ciudad azteca de Tenochtitlan. La presencia de islotes configuraba una trama que era accesible por vía acuática. La posterior fundación de la ciudad de México interrumpió este equilibrio	



del asentamiento prehispánico con el ciclo hidrológico del valle e implicó una lucha contra el drenaje natural del área que aún perdura. ....	3-22
Figura 3 15: Posición de los ríos Saphi y Tullumayo, canalizados a su paso por el casco de cusco en la época incaica. ....	3-25
Figura 3 16: Plano del área central de Tikal. Las grandes aguadas periféricas ubicadas en la parte baja de la colina a casi 2 km del bajo Santa Fe (remarcadas en color oscuro), se surtieron directamente con escorrentía derivada de arquitectura mayor del epicentro, mediante un sistema de cuencas o vertientes, drenadas por canales que se desprendieron de las diversas calzadas. ....	3-26
Figura 3 17: Ubicación de la toma de agua en Broad Street, en el barrio de Soho, Londres, Los puntos oscuros representan las víctimas de la epidemia de Cólera de 1854. y su situación cercana al sitio de la bomba administrada por la Southwark and Vauxhall Water Company (resaltado nuestro). ....	3-30
Figura 3 18: Plano de las compañías de suministro de agua de Londres en 1956. Puede apreciarse que para ese momento, el servicio estaba distribuido en unas 9 compañías, una de las cuales era la Southwark and Vauxhall Water Company. La distribución a sitios públicos como la Trafalgar Square, el Palacio de Buckingham, la Casa del Parlamento, y varios departamentos gubernamentales en Whitehall, dependía de la compañía Orange Street Works, una empresa pública ....	3-30
Figura 3 19: Cobertura de la red de alcantarillado de Londres hacia 1903. ....	3-32
Figura 3 20: Cobertura de la red de alcantarillado de Londres hacia 1903. ....	3-33
Figura 3 21: Plano de la cobertura del alcantarillado de París entre 1865 y 1888. ....	3-35
Figura 3 22: Ilustración del Colector Sebastopol en París. ....	3-35
Figura 3 23: Ilustración de uno de los túneles diseñados por Eugéne Belgrand para París, donde puede apreciarse la diversidad de instalaciones de servicios de infraestructura acomodados en estas galerías. ....	3-36
Figura 3 24: Ensanche de Barcelona y sistema de alcantarillado para 1891. El ensanche de Barcelona posteriormente dio pie para una intervención muy importante en materia de agua potable y saneamiento, diseñada por el ingeniero y arquitecto Pedro García Faría, a través de un proyecto denominado "Saneamiento del Subsuelo de Barcelona", aprobado por el Ayuntamiento de Barcelona el 16 de junio de 1891. ....	3-38
Figura 3 25: Plano de Barcelona y Emisario hacia el Llano de Llobregat. El plano de conjunto preparado por Pedro García Faría en 1891 indica su propuesta de construir un colector emisario hacia el oeste de Barcelona, para irrigar las llanuras del río Llobregat. Además, se aprecia la propuesta de rectificar el cauce de este río, lo que permitiría el mejor aprovechamiento de las tierras adyacentes a la ciudad. ....	3-39
Figura 3 26: Acometidas al sistema de alcantarillado sanitario en Barcelona. La figura superior muestra las conexiones de la vivienda con la red de alcantarillado sanitario. La figura inferior muestra la sección típica de las calles, con bombeo a ambos lados, a diferencia del bombeo central o de arroyo, característico hasta ese entonces. Se muestran como se empotran las conexiones de la vivienda. ....	3-40
Figura 4 1: Primer plano de Santiago de León de Caracas, levantado por el gobernador Juan de Pimentel en 1578. ....	4-3
Figura 4 2: Posible recorrido de la quebrada Catuchecua y derivaciones de las acequias desde la caja de agua ubicada de Jesuitas a Veroes. ....	4-6
Figura 4 3: Tipos de acequias y ductos de mampostería para la distribución de agua en Caracas, siglos XVI al XVIII. ....	4-7
Figura 4 4: Plano de Caracas de 1772, levantado por Don Juan Vicente Bolívar. ....	4-11
Figura 4 5: Plano de Caracas de 1810, según interpretación de E. Mendoza Solar de 1910. ....	4-19
Figura 4 6: Plano de Caracas de 1874, preparado por orden de Guzmán Blanco para servir al Censo y Estadística del Dto Federal. ....	4-25
Figura 4 7: Hoya del Río Macarao, según interpretación del MOP en 1914. ....	4-29
Figura 4 8: Plano del acueducto de Macarao, dibujado por Felipe Serrano y Esteban Ricart. ....	4-29
Figura 4 9: Paseo Guzmán Blanco, con la ubicación del Estanque, en forma de "v". ....	4-31
Figura 4 10: Plano de la red de distribución de agua en 1875, proyectado por el Ing Víctor Martín ....	4-32



Figura 4 11: Sección de Puente Hierro, según un dibujo de la época. ....	4-36
Figura 4 12: Plano de Caracas hacia 1897, según Ricardo Razetti .....	4-39
Figura 4 13: Plano de Caracas hacia 1933, según la “Guía Comercial y Administrativa de Caracas”. ....	4-40
Figura 4 14: Acequia y tubería de Macarao hacia 1895, según MOP. ....	4-43
Figura 4 15: Plano de la red de distribución superior media de Caracas, hacia 1932. ....	4-44
Figura 4 16: Plano de Caracas hacia 1934, según Eduardo Röhl .....	4-54
Figura 4 17: Plano Regulador de Caracas de 1951, de la CNU. ....	4-55
Figura 4 18: Acueductos de Caracas hacia 1938. ....	4-57
Figura 4 19: Delimitación de la Región Capital, de la Subregión Metropolitana y del Área metropolitana de Caracas, según decreto presidencial n° 72 de 1969. ....	4-65
Figura 4 20: Plano de Caracas hacia 1967. ....	4-66
Figura 4 21: Fuentes de Abastecimiento del Acueducto de Caracas. Aducciones existentes y futuras en 1965. ....	4-68
Figura 4 22: Acueducto de Caracas. Red de Distribución en 1950. ....	4-71
Figura 4 23: Representación gráfica del sistema de distribución existente versus el sistema lastrado. ....	4-73
Figura 4 24: Alimentadores principales del sistema de distribución lastrado, propuesto por Adolfo Yanes en 1966. ....	4-74
Figura 4 25: .....	4-74
Figura 4 26: Detalle de la propuesta de distribución a partir de los estanques Calvario y Maripérez. ....	4-75
Figura 4 27: Identificación de los colectores existentes en 1970. Se resalta la localización de la quebrada La Vega y la localización de la confluencia de los colectores de la Av. O’Higgins con el colector marginal del río Guaire para identificar la ubicación de las figuras posteriores. ....	4-76
Figura 4 28: Embaulamiento de la quebrada La Vega y conexión con el colector marginal derecho del río Guaire. ....	4-78
Figura 4 29: Perfil longitudinal del colector de alivio al colector marginal derecho del Guaire. ....	4-78
Figura 4 30: Perfil longitudinal colector de alivio al colector marginal derecho del Guaire. ....	4-79
Figura 4 31: Aliviadero de fondo del embovedado de la quebrada La Vega, para el desvío de aguas residuales hacia el colector del Guaire. ....	4-79
Figura 4 32: Análisis de perfiles hidráulico de río Guaire. ....	4-80
Figura 4 33: Perfil de gastos de creciente para diseño del caudal. ....	4-80
Figura 4 34: Secciones del modelo a escala de la canalización de los ríos San Pedro y Macarao .....	4-81
Figura 4 35: División político administrativa del Área Metropolitana de Caracas. ....	4-86
Figura 4 36: Caracas, Tuy Medio y Litoral Central, según la consideración de los sistemas que abastecen agua potable. ....	4-87
Figura 4 37: Propuesta de Usos del Suelo para Caracas en 1990. ....	4-88
Figura 4 38: Propuesta de Usos del Suelo para Caracas en 2000. ....	4-88
Figura 4 39: Estimaciones de crecimiento para 1980, de acuerdo a PP Azpúrua y G. Rovati. ....	4-89
Figura 4 40: Sistema de abastecimiento de Caracas y poblaciones adyacentes, hacia 1970. ....	4-91
Figura 4 41: Sistema de abastecimiento Tuy I y Tuy II. ....	4-92
Figura 4 42: Sistema de abastecimiento de Caracas y poblaciones adyacentes, hacia 1970. ....	4-94
Figura 4 43: Planta y corte del Dique de Camatagua sobre el río Guárico. ....	4-95
Figura 4 44: Planta y secciones de la torre - toma del embalse de Camatagua. ....	4-96
Figura 4 45: Planta del dique Ocumarito. ....	4-97
Figura 4 46: Recorrido de la aducción Camatagua – Ocumarito. Características de entrada y salida del tunel Las Ollas. ....	4-98
Figura 4 47: Recorrido de la aducción Ocumarito - Lagartijo. Trazado y perfil piezométrico para distinto material de la tubería. ....	4-99
Figura 4 48: Extensión de la mancha urbana en la Subregión Metropolitana hacia 2010. ....	4-114
Figura 4 49: Usos del suelo en el Área Metropolitana Interna y el Litoral Vargas hacia 2010. ....	4-115



Figura 4 50: Localización del embalse Cuira y trazado aproximado de la línea del Tuy IV. ....	4-122
Figura 4 51: Red de Distribución del AMC. Las líneas más gruesas señalan el trazado de los alimentadores . .....	4-124
Figura 4 52: Registro del Oxígeno disuelto en 1949 y 1950, resaltando el incremento en el tramo Encantado – Lira debido a la existencia de saltos naturales que oxigenan al río Guaire. ....	4-126
Figura 4 53: Ubicación de los colectores marginales a rehabilitar e identificación del sitio El Encantado, escogido para la construcción de la Planta General de Tratamiento. ....	4-127
Figura 4 54: Sistema actual de colectores principales del AMC en 2011. ....	4-128
Figura 5 1: Localización relativa del barrio Catuche. Municipio Libertador, Caracas.....	5-9
Figura 5 2: Imagen satelital del sector Catuche. Municipio Libertador, Caracas.....	5-10
Figura 5 3: Zonificación del barrio Catuche. Municipio Libertador. A la izquierda, la zonificación según la Ordenanza del Municipio Libertador; a la derecha, la zonificación según la ordenanza de La Pastora....	5-13
Figura 5 4: Acueducto de Catuche. Municipio Libertador, Caracas. ....	5-16
Figura 5 5: Red de alcantarillado sanitario de Catuche. Municipio Libertador, Caracas. ....	5-18
Figura 5 6: Localización relativa del sitio La Palomera. Municipio Baruta, Caracas.....	5-23
Figura 5 7: Propuesta original de intervención de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas.....	5-25
Figura 5 8: Características de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas.....	5-26
Figura 5 9: Acueducto de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas.....	5-27
Figura 5 10: Configuración de la Red de Distribución propuesta para el Barrio La Palomera. ....	5-29
Figura 5 11: Configuración de la Red de Distribución propuesta para el Barrio La Palomera. ....	5-30
Figura 5 12: Red de alcantarillado sanitario de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas. ....	5-31
Figura 5 13: Propuesta de cloacas del sector La Palomera. ....	5-33
Figura 5 14: Características del alcantarillado propuesto en La Palomera. Municipio Baruta, Caracas....	5-34
Figura 5 15: Vista en planta y en corte del ducto de servicios del proyecto de acueducto y alcantarillado de la Palomera.....	5-34
Figura 5 16: Localización relativa del sitio Las Minas – Santa Cruz del Este. Municipio Baruta.....	5-40
Figura 5 17: Propuesta original de intervención de Las Minas. Municipio Baruta, Caracas.....	5-42
Figura 5 18: Propuesta original de intervención de Santa Cruz del Este. Municipio Baruta, Caracas..... .....	5-43
Figura 5 19: Imagen satelital de Las Minas y Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. ....	5-44
Figura 5 20: Propuesta de acueducto del sector Las Minas de Baruta. ....	5-50
Figura 5 21: Red propuesta de acueducto del sector Las Minas de Baruta. ....	5-51
Figura 5 22: Detalle de la propuesta de acueducto del sector Santa Cruz del Este. ....	5-52
Figura 5 23: Propuesta de acueducto del sector Santa Cruz del Este. ....	5-53
Figura 5 24: Red propuesta de acueducto del sector Santa Cruz del Este. ....	5-54
Figura 5 25: Trazado característico de las tuberías de acueducto, cloacas y drenajes en las escaleras y veredas. ....	5-59
Figura 5 26: Trazado característico de las tuberías de acueducto, cloacas y drenajes en las escaleras y veredas.....	5-59
Figura 5 27: Propuesta de cloacas del sector Las Minas de Baruta. ....	5-60
Figura 5 28: Propuesta de cloacas del sector Santa Cruz del Este. ....	5-61
Figura 5 29: Detalle de la propuesta de cloacas y drenajes del sector Santa Cruz del Este.....	5-62



## INDICE DE FOTOS

Foto 1 1: Construcción del colector de la hoya Luzón, Casco de Caracas, 1925.....	1-13
Foto 2 1: Moneda romana de Caesaraugusta, con relieve de la ceremonia de delimitación con el arado sagrado. ....	2-1
Foto 2 2: Idelfons Cerdá.....	2-3
Foto 2 3: Edwin Chadwick.....	2-6
Foto 2 4: Dr. John Snow. ....	2-9
Foto 2 5: Ensanche de Barcelona. Detalle en sección de una calle. ....	2-11
Foto 3 1: Vista aérea de la ciudadela de Mohenjo-Daro.....	3-5
Foto 3 2: Detalle de los restos arqueológicos de Mohenjo-Daro, en Pakistán. La ciudad pudo alcanzar hacia el año 2.000 A.C., una extensión de hasta 180 hectáreas y una población de 30 a 40 mil habitantes. Su trazado es regular y sus calles estaban pavimentadas y dotadas de cloacas subterráneas; las viviendas estaban empotradas a éstas mediante conexiones particulares.....	3-5
Foto 3 3: Detalle de un colector de drenaje de una calle en Mohenjo-Daro; se observan los empotramientos desde las viviendas. El colector, consistente de un canal de piedra y bloques, se colocó a una profundidad de 50 a 60 cm por debajo de la rasante de la calle. ....	3-6
Foto 3 4: Detalle de un drenaje en la ciudadela de Mohenjo-Daro. Nótese la curva del drenaje, la cual estaba construida de ladrillos trapezoidales para prevenir la fricción en el flujo del drenaje. ....	3-6
Foto 3 5: Vista aérea de la acrópolis de Atenas, tal como se encuentra en la actualidad. ....	3-8
Foto 3 6: Andenes de cultivo en el sector agrícola de Machu Picchu.....	3-24
Foto 3 7 y 3 8: sistema de Andenes y canales de drenaje en Tipón.....	3-25
Foto 3 9: detalle de la construcción del colector emisario del norte (Northern Outfall Sewer), aguas abajo de la estación de Bombeo de Abbey Mills, una de las obras de alcantarillado propuesta por Joseph Bazalgette .....	3-33
Foto 4 1: Tubos de barro cocido para el envío de agua utilizados en Caracas durante la época colonial ..	4-5
Foto 4 2: Antigua fuente de Muñoz, instalada en 1942 en el Museo de Arte Colonial. ....	4-14
Foto 4 3: Canal de Macarao, según fotografía tomada por Centeno Grau en 1916. ....	4-30
Foto 4 4: Esquina de Mercaderes hacia 1870, vista desde el Norte. Se nota el embaldosado de aceras con lajas de piedra, y la ausencia de elementos de drenaje. El sistema fue sustituido por el cemento romano en algunos tramos de la vialidad caraqueña.....	4-34
Foto 4 5: Puente de Abril, que colapsó en vísperas de su inauguración.....	4-35
Foto 4 6: Puente Hierro, vista desde el sur. ....	4-36
Foto 4 7: Plano de la Delimitación de las hoyas de la red de alcantarillado de Caracas hacia 1928. ....	4-45
Foto 4 8: Detalle de la sección transversal de un tubo ovoide, y de una tabla donde aparecen cálculos de los elementos hidráulicos, según la fórmula de Chezy. ....	4-46
Foto 4 9: Construcción de un colector de sección ovoidal en el sector la Esmeralda de Caracas hacia 1928.. ..	4-47
Foto 4 10: Detalle de la solución para tramos con velocidades superiores a 5 m/seg. ....	4-47
Foto 4 11: Construcción del colector de la Hoya Luzón (Los Padrones), entre las esquinas de Pepe Alemán y Las Delicias.....	4-48
Foto 4 12: Colectores marginales de la quebrada Caroata, a la entrada del puente Bolívar, hacia la parte Norte del Puente. ....	4-48
Foto 4 13, 4 14, 4 15: Aliviadero del colector marginal del Guaire, en las proximidades de su confluencia con la quebrada Cienfuegos. ....	4-49
Foto 4 16: Modelo de la sección parabólica auto limpiante, confeccionada por el equipo del Laboratorio de Hidráulica "Ernesto León Delgado". ....	4-81
Fotos 5 1, 5 2 y 5 3: Características del acueducto de La Palomera. Municipio Baruta, Caracas. ....	5-28



Fotos 5 4 y 5 5: Características del alcantarillado en La Palomera. Municipio Baruta, Caracas .....	5-32
Foto 5 6: Construcción de acueducto y alcantarillado condominial en el sector La Palomera, municipio Baruta. Estado Miranda. Se puede apreciar la demolición de un tramo corto y el uso de herramientas manuales.....	5-35
Foto 5 7: Construcción de acueducto y alcantarillado condominial en el sector La Palomera, municipio Baruta. Estado Miranda. Detalle de la construcción de espacio para caja de acceso a llave de paso rápida (50 mm) de acueducto. Tubería PEAD.....	5-35
Fotos 5 8 y 5 9: Construcción de acueducto y alcantarillado condominial en el sector La Palomera, municipio Baruta. Estado Miranda. Construcción de peldaños para las nuevas escaleras. ....	5-36
Fotos 5 10 y 5 11: Construcción de acueducto y alcantarillado condominial en el sector La Palomera, municipio Baruta. Estado Miranda. Construcción de boca de inspección para el alcantarillado. Será culminado mediante una tapa de registro de concreto.....	5-36
Foto 5 12, 5 13, 5 14, 5 15 y 5 16: Características de Las Minas de Baruta. Municipio Baruta. ....	5-45
Foto 5 17, 5 18, 5 19 y 5 20: Características de Santa Cruz del Este. Municipio Baruta.....	5-46
Fotos 5 21, 5 22 y 5 23: Características del acueducto de Las Minas. Municipio Baruta, Caracas. ....	5-49
Fotos 5 24, 5 25 y 5 26: Características del acueducto de Santa Cruz. Municipio Baruta, Caracas. ....	5-49
Fotos 5 27, 5 28 y 5 29: Características del alcantarillado en Las Minas de Baruta. Municipio Baruta, Caracas. Puede observarse que parte del sector cuenta con colectores con bocas de visita, sumideros de reja y torrenteras.....	5-55
Fotos 5 30, 5 31 y 5 32: Características del alcantarillado en Las Minas de Baruta. Municipio Baruta. Estas imágenes corresponden a partes bajas del barrio, situadas en el sector El Relleno y en la descarga de la quebrada Los Mangos, donde las condiciones del drenaje de aguas residuales y de lluvia son más precarias. ....	5-56
Fotos 5 33, 5 34 y 5 35: Características del alcantarillado en Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. Las imágenes corresponden a diversos elementos del drenaje de aguas pluviales: escaleras con canaletas bien construidas, calles con fuertes pendientes y sumideros de reja en calzada de concreto.....	5-57
Fotos 5 36 y 5 37: Características del alcantarillado en Santa Cruz del Este. Municipio Baruta. En la esquina de las calles Unión y Los Mangos la topografía presenta un punto bajo donde confluyen todos los aportes de aguas residuales y de lluvia. Este punto se ha desbordado varias veces y hace muy vulnerable al barrio a la amenaza por inundación. ....	5-58

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 1: Evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en América Latina .....	1-6
Gráfico 1 2: Evolución de la cobertura de agua potable en América Latina, 1960-1998. ....	1-7
Gráfico 6-1: Crecimiento demográfico de Caracas, 1570 - 2030. ....	6-43
Gráfico 6-2: Crecimiento demográfico de la Región Metropolitana, 1990 - 2030.....	6-45



UCV. FAU. Doctorado de Arquitectura. Tesis Doctoral.  
LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y  
SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO URBANO  
Roger Eduardo Martínez Rivas

---



## **1 INTRODUCCIÓN**

---



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	ANTECEDENTES, ESTADO DEL CONOCIMIENTO E INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN. .....	1-1
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	1-3
1.2.1	Redes de Infraestructura Hidráulica, Urbanismo y Salud Pública .....	1-3
1.2.2	Gestión Pública, Urbanismo y Redes de Infraestructura Hidráulica .....	1-12
1.2.3	Redes de Infraestructura Hidráulica y Urbanismo, dentro de un contexto histórico... .....	1-14
1.3	PROBLEMAS E HIPÓTESIS.....	1-16
1.3.1	Problemas epistemológicos e históricos .....	1-17
1.3.2	Problemas técnicos .....	1-18
1.3.3	Problemas administrativos.....	1-18
1.3.4	Problemas disciplinarios y trans-disciplinarios.....	1-18
1.4	METODOLOGÍA.....	1-19
1.5	DEFINICIONES Y ENFOQUES DE PARTIDA. ....	1-24
1.5.1	Acerca del urbanismo.....	1-24
1.5.2	Acerca de las redes de infraestructura hidráulica .....	1-25
1.5.3	Aspectos emergentes. Nuevas tendencias.....	1-25
1.5.4	Teoría central sobre la cual gira la tesis: .....	1-26
1.6	DATOS QUE SIRVEN DE APOYO A LA TESIS .....	1-27
1.6.1	Bibliografía histórica acerca del crecimiento urbano y las redes sanitarias en Occidente.....	1-27
1.6.2	Cartografía de la ciudad de Caracas y de sus redes sanitarias .....	1-27
1.6.3	Casos de estudio en la ciudad de Caracas .....	1-28
1.6.4	Entrevistas a especialistas en distintos temas.....	1-28
1.7	ESQUEMA DEL INFORME. ....	1-29

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1:	Evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en América Latina y el Caribe (millones de habitantes) .....	1-6
Cuadro 1-2:	Población (en miles de habitantes) que habita en áreas informales en distintas regiones del mundo, proporción respecto a la población urbana y tasa anual de crecimiento; años 1990, 2001, 2005....	1-8

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Sección de alcantarillado ovoidal con andén. Construido en las zonas bajas del río Manzanares del Alcantarillado de Madrid hacia 1910. ....	1-1
Figura 1-2:	Ilustración caricaturesca del agua del río Támesis de los años 1820. Dibujado para criticar el servicio de las compañías de agua de Londres, indica al pie " <i>Monster Soup commonly called Thames Water, being a correct representation of that precious stuff doled out to us!</i> " .....	1-5



Figura 1-3: Representación de la amenaza urbana a las regiones costeras y marinas de Sur América. Se aprecia la calificación de “amenaza alta” que implica el desarrollo urbano de ciudades venezolanas y de América Central sobre el mar Caribe..... 1-10  
Figura 1-4: Sistemas de Bombeo Tuy I, II y III, señalados en el Plan General Urbano de Caracas 1970 - 1990.... 1-15  
Figura 1-5: Flujograma metodológico..... 1-21

### INDICE DE FOTOS

Foto 1-1: Construcción del colector de la hoya Luzón, Casco de Caracas, 1925. .... 1-13

### INDICE DE GRÁFICOS

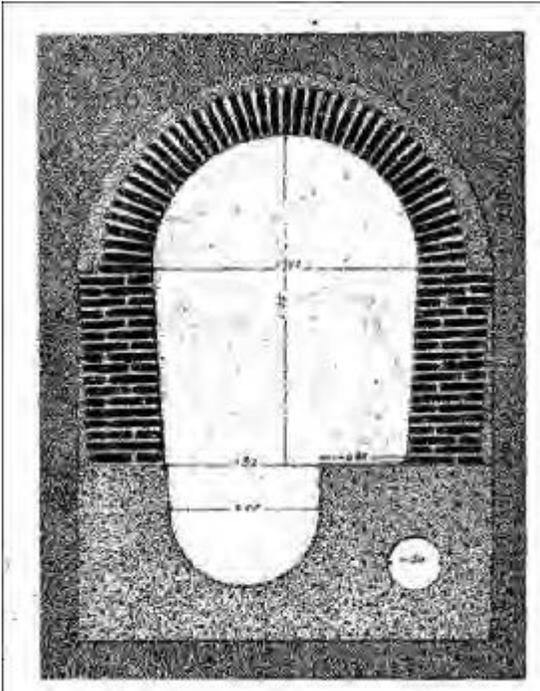
Gráfico 1-1: Evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en América Latina ..... 1-6  
Gráfico 1-2: Evolución de la cobertura de agua potable en América Latina, 1960-1998..... 1-7



## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES, ESTADO DEL CONOCIMIENTO E INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Las redes sanitarias de infraestructura hidráulica que se estudian aquí comprenden las instalaciones necesarias para obtener agua para consumo humano, las requeridas para la disposición final de las aguas servidas, y las necesarias para la conducción de aguas de escurrimiento superficial en áreas urbanas; y constituyen componentes propios de toda urbanización y edificación. A pesar de este hecho, pareciera que una mayor especialización del conocimiento a raíz del desarrollo de la Arquitectura, la Ingeniería y el Urbanismo como campos separados, lejos de servir para profundizar el Saber, ha venido debilitando la consideración de estos elementos desde el hecho arquitectónico y urbanístico del cual forman parte, reflejándose lo anterior en un relativo desinterés de arquitectos y urbanistas por el estudio de estas redes, mientras que su análisis desde la Ingeniería se concentra en los aspectos técnicos, científicos y económicos de las instalaciones, y no precisamente en su incidencia en el desarrollo de la ciudad.



Las implicaciones medioambientales y en la salud pública que tienen estas redes, y la urgencia de que se produzcan cambios a nivel mundial que garanticen mayor cobertura y calidad de los servicios que ellas prestan – no en balde dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU se incluyen acciones en materia de agua potable y saneamiento -, hacen necesario analizar el tema desde distintas perspectivas. El presente trabajo constituye un intento por contribuir a la investigación de las redes sanitarias de infraestructura hidráulica desde una perspectiva urbanística, y se inscribe dentro del nuevo paradigma de la ciencia que aboga por una consideración transdisciplinar del conocimiento.

**Figura 1-1:** Sección de alcantarillado ovoidal con andén. Construido en las zonas bajas del río Manzanares del Alcantarillado de Madrid hacia 1910.

Fuente: Paz Santoro, J. (1945). Alcantarillado de Madrid. Revista de Obras Públicas, N° 93, Tomo I. Págs. 37-47. Madrid.

Al construir ciudades, el hombre ha alterado la secuencia natural del ciclo hidrológico. Racionalmente hablando, la intervención del ambiente para la creación de ciudades requiere



insertar un mecanismo artificial que permita captar, tratar y conducir las aguas para su aprovechamiento, recogerlas luego de utilizarlas y devolverlas al medio natural causando el menor daño posible. La protección de las ciudades respecto a los daños y pérdidas que pueden ocasionar grandes avenidas de agua, también implica la aplicación de diversos mecanismos de protección y corrección respecto al drenaje natural. Visto de esta manera, la incidencia de las redes hidráulicas en el desarrollo urbano es evidente.

Sin embargo, el proceso de construcción de las ciudades no es perfecto, y no ha garantizado que se tomen oportunamente estas previsiones sanitarias, las cuales aún hoy constituyen un serio desafío. Sin el acceso al agua limpia, la agrupación humana es muy precaria, mientras que las fallas en el desalojo y depuración de aguas residuales y la conducción de aguas de lluvia, repercuten de manera determinante en la salud pública, en la propia permanencia del asentamiento y ocasionan importantes daños ecológicos.

Hace apenas 150 años atrás, muchas capitales de los países más desarrollados registraron epidemias de cólera que afectaron gravemente a la sociedad, debido a deficiencias en el desarrollo de estos servicios, ligadas a un conocimiento científico aún incipiente, pero, además, relacionadas con una comprensión restringida de las responsabilidades gubernamentales, que no asumía la salud pública como una de sus funciones.

Actualmente, aunque se ha avanzado mucho en la comprensión, en las respuestas y en las recomendaciones a los gobiernos para abordar el problema, más de la quinta parte de toda la población mundial no tiene acceso al agua potable, y más de un tercio no posee servicios adecuados de saneamiento. En un mundo que progresivamente se urbaniza, estos problemas tienden a concentrarse en áreas urbanas, siendo muchas las ciudades, especialmente en los países menos desarrollados, donde se presentan serias limitaciones – en gran parte relacionadas con el fenómeno de la informalidad urbana - para garantizar el acceso a los servicios sanitarios, lo cual atenta contra la salud y seguridad pública de la ciudad como un todo y con consecuencias negativas en la economía de los países afectados, tal como ocurrió en Perú en los años '90 y recientemente en Haití.

Aunque el proceso que genera la necesidad de estas redes es, en esencia, sencillo, su concepción e implicaciones han variado mucho a lo largo del tiempo, del mismo modo como han cambiado las ciudades, la relación del hombre con su entorno ecológico, y como han evolucionado la ciencia y la tecnología, las formas de gobierno, el acceso a los recursos, es decir, la sociedad en su conjunto. Podría decirse que las redes sanitarias de infraestructura hidráulica inciden en las ciudades conforme a un proceso histórico.



Las ciudades constituyen un hecho histórico y responden a una estructura social cambiante que las moldea, lo cual afecta la forma en que se gestiona el agua como recurso. La incidencia de las redes de infraestructura hidráulica en el hábitat humano que constituye la ciudad, está condicionada por cambios en la estructura social, política, económica y ecológica del hombre a lo largo del tiempo. Ello justifica estudiar cómo evoluciona la ciudad, qué instalaciones sanitarias posee en un momento determinado y cómo éstas se generaron. El análisis de las características demográficas y económicas, y el reconocimiento del contexto científico-tecnológico, sociocultural, y político-institucional imperantes, pueden explicar las condiciones de la ciudad y de sus redes de infraestructura hidráulica en un momento determinado, y ofrecen luces acerca de los cambios que estarían por suceder.

Específicamente el caso de Caracas, que constituye el centro de atención del presente trabajo, es posible analizarlo en distintos períodos de tiempo, explicando cómo evolucionaron la ciudad y los sistemas de infraestructura hidráulica que la soportan. La tesis doctoral aborda entonces la incidencia de las redes sanitarias de infraestructura hidráulica en el desarrollo urbano de Caracas dentro de una secuencia histórica que permite señalar qué aspectos socioambientales de la cultura dominante explican la evolución de esta relación. Se trata de construir un nuevo discurso en relación a la incidencia de las redes de infraestructura hidráulica en el desarrollo urbano que acuda a la experiencia histórica, explique el presente e intente anticipar hacia dónde nos llevan estos cambios a futuro.

La tesis doctoral interrelaciona así la temática general del urbanismo con la ingeniería sanitaria de obras hidráulicas, siguiendo una lógica que parte desde los conceptos, acude a la experiencia histórica y analiza tendencias en cuanto a las prácticas de planificación, diseño y gestión, con el fin de establecer cómo han incidido las redes sanitarias en la aparición y devenir del fenómeno urbano, y concretamente de Caracas. La finalidad última de la tesis consiste en demostrar la conveniencia de manejar ambas materias en forma coordinada, reivindicando que el campo del urbanismo, como estrategia general de modelación de hábitat humano, debería guiar la planificación, diseño y gestión de las redes sanitarias de infraestructura hidráulica, siendo de particular interés optimizar el arreglo institucional del Estado, particularmente a nivel del gobierno local, para atender estas materias.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN.**

### **1.2.1 Redes de Infraestructura Hidráulica, Urbanismo y Salud Pública**

En la actualidad, es indiscutible que la salud urbana depende en gran medida de un sistema de agua potable, de un sistema de alcantarillado sanitario y de una adecuada recolección y



disposición de las aguas pluviales. A la vez, la adecuada planificación y dotación de estos servicios sanitarios dependen de una adecuada planificación y gestión de las áreas urbanas: allí donde falla o no existe la planificación urbana, se registran condiciones inadecuadas de índole sanitaria y, por consiguiente, se deteriora la salud pública. Sin embargo, esta claridad de ideas y de relaciones surge luego de profundas reflexiones y de una larga experiencia acerca del rol del Estado y la atención de enfermedades que vinculan al Urbanismo con la Salud Pública, desembocando primeramente en el Higienismo<sup>1</sup>, para convertirse en un desafío aún por vencer a nivel mundial.

En efecto, en la literatura acerca de la aparición del Urbanismo como ciencia, se insiste en vincular su origen con la Higiene y la Salud Pública. Desde la Revolución Higienista que se inició en Inglaterra en 1842 con las pioneras investigaciones del Dr Edwin Chadwick<sup>2</sup> y las posteriores del Dr. John Snow<sup>3</sup>, es mucho lo que se ha recorrido en el camino de reconocer la incidencia que tienen las condiciones sanitarias de la vivienda y del hábitat en la salud pública, enlazándose así los aportes científicos de la medicina, la ingeniería y la ordenación urbana.

La receta que Chadwick instituyó a mediados del siglo XIX para prevenir enfermedades de origen hídrico entre la población pobre de Londres, se resumía en la necesidad de separar las aguas residuales de las de lluvia, recogerlas y transportarlas lejos de los sitios donde habitaba la población. Por otra parte, su recomendación de que se adoptara un eficiente sistema de abastecimiento y distribución de agua, descartando la utilización de norias o pozos someros que servían para obtener agua desde el medio urbano, también constituyó la clave de la prevención de estas enfermedades. Esta receta, inspirada en las prácticas romanas, no es una invención del siglo XIX, pero es en este siglo donde la emergencia del fenómeno de la urbanización hace más palpable la adopción de una tecnología y una forma de administración de estas redes como asidero para soportar la concentración de personas en ciudades, que desde entonces ha sido permanente.

A partir de esta Revolución Higienista se han indisolublemente ligado los temas de la salud con el de la ordenación de las ciudades y se ha desarrollado un modelo de urbanización que depende de un sistema de infraestructuras urbanas para su sostenimiento. Tal como lo relata Juan Luis de las Rivas Sanz (De las Rivas, 2004: Pág. 1):

*“En el origen del urbanismo moderno, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, hay una profunda analogía con la medicina. El urbanismo se concibe como “remedio” de los “males” que pesan sobre*

<sup>1</sup> “Higienismo: Corriente de pensamiento medico-social referida principalmente al hábitat urbano surgida tras la explosión demográfica de las ciudades industriales occidentales, cuyo objetivo fue dotar a sus habitantes de una mejor calidad de vida. El Higienismo nace con el conocido Informe Chadwick...”. Grupo Aduar, 2000. Pág 186.

<sup>2</sup> Chadwick, E. (1842). Survey into the sanitary conditions of the laboring population in Great Britain. London.

<sup>3</sup> Snow, J. (1854). On the Mode of Communication of Cholera. Second Edition. London. Recuperado el 04 de diciembre de 2011 desde <http://www.deltaomega.org/snowfin.pdf>

*una ciudad enferma. La gran transformación de la ciudad que se origina a partir de la revolución industrial es causa de un organismo "insano", evidente en las fábricas y en las viviendas de la clase obrera, originándose el discurso higienista que trata de corregir el crecimiento urbano inadecuado generado por la industrialización. Mejorar la ciudad, la vivienda, es un asunto de salud pública. ... Con el origen de la epidemiología moderna, complemento del discurso higienista de los miasmas y del descubrimiento de la necesidad de ventilar, de la necesidad de respirar aire y beber agua sanos, tiene lugar una revolución en la vivienda y en la ciudad. La lógica aplastante del agua manifiesta un argumento profundo: hay un problema de infraestructura urbana."*



**Figura 1-2:** Ilustración caricaturesca del agua del río Támesis de los años 1820. Dibujado para criticar el servicio de las compañías de agua de Londres, indica al pie "*Monster Soup commonly called Thames Water, being a correct representation of that precious stuff doled out to us!*"

Fuente:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2140185/>

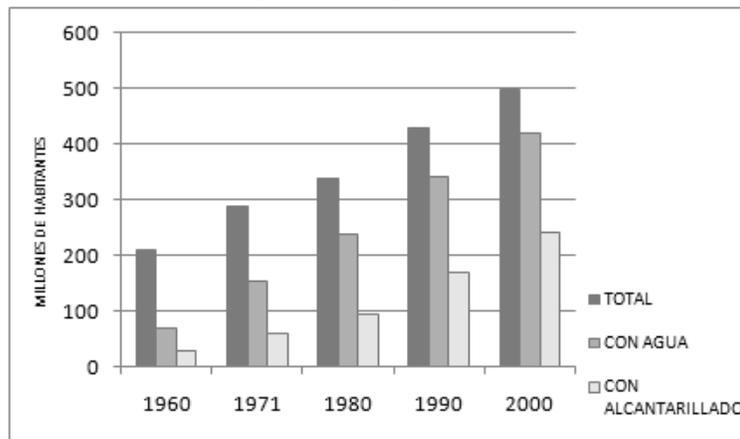
Actualmente se conoce bastante bien que para lograr indicadores adecuados de salud urbana, es necesaria la dotación de servicios de agua potable y saneamiento confiables, entre otras facilidades. También existe suficiente conocimiento acerca de las disponibilidades tecnológicas para ofrecer estos servicios en forma segura y a un costo razonable.

Lo que parece constituir un desafío a partir del siglo XXI es cómo garantizar el acceso a estos servicios a toda la población, y específicamente a los pobladores de las áreas informales pobres en las grandes ciudades. En efecto, los avances en la medicina, en la ingeniería y en la tecnología, han incidido en mejoras sustantivas de la técnica de edificación y urbanización de redes sanitarias de infraestructura hidráulica, habiéndose registrado avances significativos en la cobertura de estos servicios a nivel mundial, pero ello no ha garantizado un acceso igualitario a los beneficios de obtener agua de calidad y a servicios de saneamiento adecuados a toda la población.

Las estadísticas sanitarias aportan datos que permiten sostener estas aseveraciones. Desde mediados del siglo pasado, en América Latina y el Caribe (ALyC) se han venido realizando importantes esfuerzos por mejorar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario (Ver Gráfico 1-1 y Cuadro 1-1).



**Gráfico 1-1:** Evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en América Latina



Fuente: CEPIS. OPS. (2001). Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas: Agua Potable y Saneamiento, Estado Actual y Perspectivas. [Versión electrónica]. Pág. 24-27. Recuperado el 20 de mayo de 2008, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsas/e/fulltext/infregio/infregio.pdf>

**Cuadro 1-1:** Evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en América Latina y el Caribe (millones de habitantes)

	TOTAL	CON AGUA	%	CON ALCANTARILLADO	%	CON LETRINAS O TANQUES SÉPTICOS	%	CON ALGÚN GRADO DE SANEAMIENTO	%
1960	209	69	33%	29	14%	N.D.	-	N.D.	-
1971	287	152	53%	59	21%	N.D.	-	N.D.	-
1980	339	236	70%	95	28%	105	31%	200	59%
1990	429	341	80%	168	39%	116	27%	284	66%
2000	497	420	85%	241	49%	152	31%	393	79%

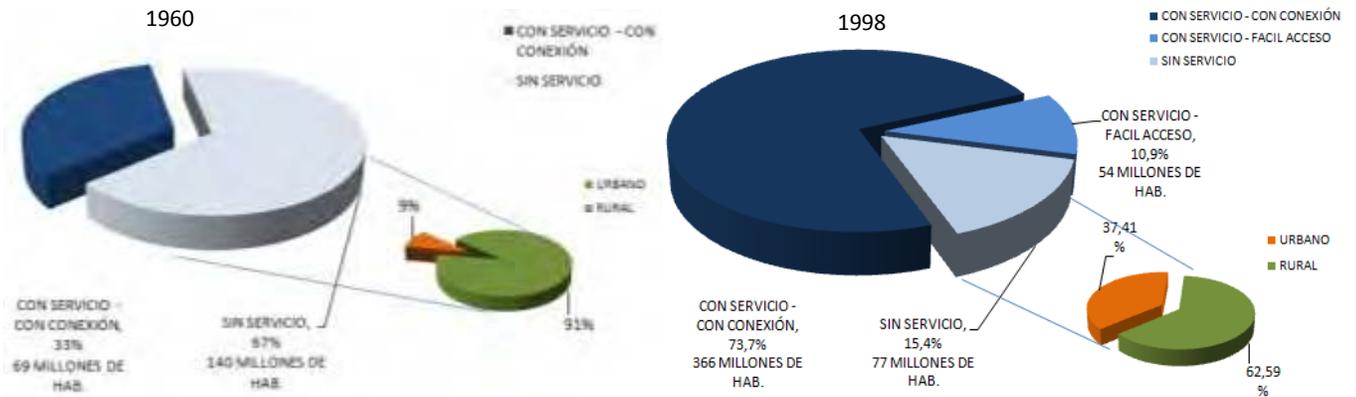
N.D.: No disponible.

Fuente: CEPIS. OPS. (2001). Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas: Agua Potable y Saneamiento, Estado Actual y Perspectivas. [Versión electrónica]. Pág. 24-27. Recuperado el 20 de mayo de 2008, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsas/e/fulltext/infregio/infregio.pdf>

En el gráfico anterior puede observarse un crecimiento en el número de habitantes atendidos de acuerdo al crecimiento poblacional, siendo también notorio el progreso relativo de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento. Puede verificarse que en América Latina y el Caribe (ALyC) la cobertura de agua potable pasó de un 33% en 1960 a un 85% al finalizar el siglo XX. Por su parte, el servicio de alcantarillado sanitario aumentó su cobertura en el mismo período del 14% al 49% y la Evaluación 2.000 efectuada por el CEPIS reveló que un 79% de la población de la región posee algún grado de saneamiento.

Si bien estas cifras muestran resultados satisfactorios, conviene destacar el hecho de que gran parte del crecimiento poblacional a partir de 1960 se ha concentrado en “áreas urbanas”. Los gráficos siguientes muestran la evolución de la cobertura del servicio de agua potable en ALyC (ver Gráfico 1-2).

**Gráfico 1-2:** Evolución de la cobertura de agua potable en América Latina, 1960-1998.



Fuente: CEPIS. OPS. (2001). Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas: Agua Potable y Saneamiento, Estado Actual y Perspectivas. [Versión electrónica]. Pág. 24-27. Recuperado el 20 de mayo de 2008, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsasas/e/fulltext/infregio/infregio.pdf>

Aquí puede observarse que en 1960 la población sin servicio de agua potable en ALyC representaba el 67% de la población total, y las áreas urbanas representaban apenas el 9% del total de áreas sin el servicio. En casi 40 años, la población sin servicio de agua potable se redujo a 15,4 %, pero en las áreas urbanas su participación se incrementó al 37,41% y, en términos absolutos, su número se elevó de 12,6 millones a 28,8 millones de personas, es decir, más del doble que en 1960. Por otra parte, al examinar la cobertura “acceso al servicio con conexión”, que pasó del 33% en 1960 al 73,7% en 1998, se disimula la realidad de diversos sectores “urbanos” atendidos por redes de distribución muy precarias que ofrecen el recurso de manera irregular.

Entonces; si bien es cierto que existe un avance de la cobertura a nivel general, es evidente que en América Latina y en muchas otras regiones del mundo, el problema del abastecimiento de agua viene concentrándose en las ciudades, las cuales han crecido vertiginosamente. La situación es más grave con los servicios de saneamiento, que históricamente registran una cobertura menor. Las dificultades de acceso al agua potable y al saneamiento constituyen una manifestación de la pobreza y tiene una expresión espacial en los desarrollos informales característicos de las ciudades contemporáneas. Esta expresión espacial de los problemas de agua potable y saneamiento obliga a considerar su solución desde el Urbanismo, sin olvidar que, a la postre, las desigualdades económicas y sociales son las que explican estas carencias en los grupos más desposeídos.



Para situar el problema en su contexto mundial, conviene señalar que de acuerdo con el Reporte Mundial de Asentamientos Humanos del año 2007 (UN-HABITAT, 2007), más del 40% de la población urbana en los países en desarrollo habita en tugurios (“slums”), y en algunos países este porcentaje alcanza al 78%. Muchos países no planifican para crear condiciones saludables de urbanización y la pobreza urbana permanece sin dirección (ver Cuadro 1).

**Cuadro 1-2:** Población (en miles de habitantes) que habita en áreas informales en distintas regiones del mundo, proporción respecto a la población urbana y tasa anual de crecimiento; años 1990, 2001, 2005.

Regiones del Mundo	POBLACIÓN EN ÁREAS INFORMALES 1990	% DE LA POBLACIÓN URBANA 1990	POBLACIÓN EN ÁREAS INFORMALES 2001	% DE LA POBLACIÓN URBANA 2001	POBLACIÓN EN ÁREAS INFORMALES 2005	% DE LA POBLACIÓN URBANA 2005	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO %
<b>Todos los países del mundo</b>	<b>714.974</b>	<b>31,3 %</b>	<b>912.918</b>	<b>31,2 %</b>	<b>1.002.201</b>	<b>31,2 %</b>	<b>2,22 %</b>
Países desarrolladas	41.750	6 %	45.191	6 %	46.511	6 %	0,72 %
Países de Europa y Asia en transición al desarrollo	18.929	10,3 %	18.714	10,3 %	18.640	10,3 %	-0,10%
Países de Europa *	9.208	6 %	8.878	6 %	8.761	6 %	-0,33%
Países de Asia *	9.721	30,3 %	9.836	29,4 %	9.879	29 %	0,11 %
<b>Países en vías de desarrollo</b>	<b>654.295</b>	<b>46,50%</b>	<b>849.013</b>	<b>42,70%</b>	<b>937.050</b>	<b>41,4%</b>	<b>2,37%</b>
Norte de África	21.719	37,7 %	21.355	28,2 %	21.224	25,4 %	-0,15%
África Sub-sahariana	100.973	72,3 %	166.208	71,9 %	199.231	71,8 %	4,53 %
América Latina y el Caribe	110.837	35,4 %	127.566	31,9 %	134.257	30,8 %	1,28%
Este de Asia	150.761	41,1 %	193.824	36,4 %	212.368	34,8 %	2,28 %
Sur de Asia	198.663	63,7 %	253.122	59,0 %	276.432	57,4 %	2,20 %
Sureste de Asia	48.986	36,8 %	56.781	28,0 %	59.913	25,3 %	1,34 %
Oeste de Asia	22.006	26,4 %	29.658	25,7 %	33.057	25,5 %	2,71 %
Oceanía	350	24,5 %	499	24,1 %	568	24,0 %	3,24 %

\* Países que pertenecen a comunidades de estados independientes.

Fuente: UN-HABITAT (2007). State of the World's Cities 2006/7 [Versión electrónica]. Recuperado el 03 de junio de 2008, de <http://www.unhabitat.org/content.asp?cid=3397&catid=7&typeid=46&subMenuId=0>

Es evidente que a nivel mundial existe un notable atraso en el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento y en la provisión de un hábitat urbano adecuado, al punto de que ambos aspectos son considerados conjuntamente dentro de los Ocho Objetivos deducidos de la Declaración de la Conferencia del Milenio efectuada en la ONU en Septiembre del año 2000. En efecto, dentro del Objetivo 7. Aseguramiento de la Sostenibilidad Ambiental, la meta 10 se refiere a reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable y saneamiento; por su parte, la meta 11 se refiere a haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes en tugurios.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> En su Declaración A/RES/55/2 de fecha 18 de septiembre de 2000, la Asamblea General de las Naciones Unidas resolvió (Capítulo III, numeral 19). “19. *We resolve further:*



Según reconoce el informe del CEPIS (CEPIS, 2001), el problema de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento se concentran en las áreas urbanas informales de América Latina y El Caribe. En efecto, gran parte del crecimiento urbano ocurre de manera informal, no planificada, en “slums”<sup>5</sup>, denominados “Pueblos Jóvenes” y “Asentamientos Humanos” en Perú, “Favelas” en Brasil, y “Barrios” en Venezuela, entre otras denominaciones<sup>6</sup>, lo que dificulta la capacidad de prestación de las áreas sin el servicio.

Ello lo confirma la CEPAL, cuyo informe respecto a la situación en APyS en Latinoamérica señala con gran claridad el problema subyacente (CEPAL, 2004: Pág. 14):

*“La mayoría de las personas sin acceso a los servicios de agua potable y saneamiento pertenecen a grupos de bajos ingresos. Muchos de ellos se concentran en las zonas periurbanas, principalmente en los cinturones de pobreza que existen en la periferia de muchas de las ciudades de la región. Ha resultado sumamente difícil dotar a estas zonas marginadas de servicios de aceptable calidad. Los problemas principales que enfrenta la expansión de los servicios a las poblaciones marginadas se relacionan, por un lado, con los altos niveles de pobreza y escasa capacidad y cultura de pago, y por otro, con los altos costos de construcción y operación, debido a que muy a menudo han tenido un crecimiento explosivo y se han desarrollado en forma desordenada, lejos de las redes existentes y se han instalado en zonas con condiciones topográficas más complicadas. Como resultado de esta situación, los grupos de bajos ingresos, en muchos casos, deben comprar el agua a vendedores privados a precios que sobrepasan con creces (hasta 100 veces en algunos casos; ...) los que cobran las empresas oficiales, las que —debido en parte a la insuficiencia de los ingresos— no pueden extender sus servicios a las zonas donde viven los pobres. Muchas de las soluciones (tales*

---

• To halve, by the year 2015, the proportion of the world’s people whose income is less than one dollar a day and the proportion of people who suffer from hunger and, by the same date, to halve the proportion of people who are unable to reach or to afford safe drinking water...

• By 2020, to have achieved a significant improvement in the lives of at least 100 million slum dwellers as proposed in the “Cities Without Slums” initiative. <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.pdf>

<sup>5</sup> “La palabra slum se utilizó por primera vez en Londres durante el siglo XIX, para referirse a las crecientes poblaciones de clase obrera que se asentaron en sitios hacinados y pobremente servidos, situados cerca de las fábricas donde trabajaban. El término originalmente se refería a “una habitación de baja reputación”, pero con el tiempo tomó un significado más general para referirse a un área urbana hacinada y mal atendida, donde habitaba población muy pobre. Aunque los slums han crecido en el curso de los dos últimos siglos (XIX y XX), su evolución se elevó particularmente en la segunda mitad del siglo XX, cuando los países no desarrollados elevaron su tasa de urbanización. En la actualidad los slums son mucho más grandes que aquellos que dieron origen a la expresión en el siglo XIX en Europa y Norteamérica. La mayoría de los habitantes de slum pertenecen a las ciudades de África, Asia y América Latina, aunque un pequeño número también habita en los países desarrollados”.(traducido de UN-HABITAT. “State of the World’s Cities 2006/7”. 2006).

<sup>6</sup> “La informalidad urbana de los sectores pobres latinoamericanos tiene muchas manifestaciones y asume diferentes nombres según el país y tipo de proceso social que les da origen. Favela, callampa, barriada, asentamiento, villa miseria, toma, tugurio y urbanización pirata son algunas de las acepciones más conocidas” (BID, 2002: Pág 10).

*como camiones cisterna) a las cuales deben recurrir los pobres, tienen un altísimo costo para ellos, por lo que terminan gastando en proporción a sus ingresos más en agua que personas en mejor situación económica, y además representan un elevado riesgo para la salud, puesto que no garantizan la calidad del agua obtenida”.*

La salud pública se ve seriamente afectada por estas deficiencias. Un reporte elaborado por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2007), señala que la carencia de agua y saneamiento aún constituye una gran amenaza para la salud de los pobres en áreas urbanas. Las diarreas, las infecciones parasitarias, y otras enfermedades infecciosas que se ocasionan a través de aguas contaminadas o debido a la carencia de agua, constituyen grandes dificultades para alcanzar condiciones básicas de higiene alrededor de la vivienda. Casi la mitad de la población urbana en África, Asia y Latinoamérica está sufriendo al menos una enfermedad atribuible a la carencia de agua potable y de saneamiento adecuado<sup>7</sup>.



Otro desafío relacionado con las redes de infraestructura hidráulica se relaciona con el efecto adverso que ocasiona la intervención humana en el ciclo natural del agua. La demanda humana de recursos hídricos compite en condiciones desventajosas para otros seres vivos, y la descarga de aguas residuales no tratadas ocasiona un importante daño ecológico cuyas consecuencias aún no han sido bien determinadas, pero que amenazan la vida en nuestro planeta.

**Figura 1-3:** Representación de la amenaza urbana a las regiones costeras y marinas de Sur América. Se aprecia la calificación de “amenaza alta” que implica el desarrollo urbano de ciudades venezolanas y de América Central sobre el mar Caribe

Fuente: The Nature Conservancy. Priorities for Coastal and Marine Conservation in South America, Pág 6. Arlington, 2007.

Por otra parte, la ocupación urbana interfiere en el escurrimiento natural, en la percolación de aguas subterráneas, en las variables climáticas, en la pérdida de cobertura vegetal, todo lo cual

<sup>7</sup> “Our cities, our health, our future: Acting on social determinants for health equity in urban settings” Report to the WHO Commission on Social Determinants of Health from the Knowledge Network on Urban Settings Hub: WHO Kobe Centre, Kobe, Japan



altera las condiciones naturales e implica importantes cambios hidrológicos, hidrológicos e hidrometeorológicos que, además de afectar negativamente las condiciones del entorno natural, amenazan la propia disponibilidad de agua al hombre y generan efectos adversos sobre sus ciudades. Hoy más que nunca es necesario revisar el efecto medioambiental de las ciudades en el ciclo hidrológico.

Asociado con las amenazas de una inadecuada provisión de servicios de agua potable y saneamiento, las deficiencias en los sistemas de drenaje urbano de aguas pluviales es un problema creciente tanto en países desarrollados como no desarrollados. Grandes cantidades de aguas de lluvia deben ser evacuadas desde áreas urbanizadas, por lo cual, si el drenaje no es eficiente, el riesgo de inundación es cada vez mayor, lo cual puede acarrear víctimas humanas, pérdidas materiales, y la propagación de enfermedades de origen hídrico.

Subyace un problema de sostenibilidad ambiental que, desde la aparición del informe Brundtland<sup>8</sup>, viene inspirando la práctica de un urbanismo sostenible. Nuevamente Juan Luis de las Rivas Sanz (De las Rivas, 2004: Pág. 22), se refiere a la situación actual de la relación urbanismo-salud-ecosistema:

*“Pensar la ciudad como un ecosistema, defender un urbanismo sostenible, hablar de ciudades sanas sólo tiene sentido si confiamos en la voluntad de nuestra sociedad para comprender y para actuar. ... No es un problema exclusivamente sanitario. La idea confluye con la de ciudades sostenibles, pero la naturaleza y experiencia disciplinar de la medicina encuentra argumentos originales”.*

Es desde esta perspectiva de la colaboración y de la necesidad de un enfoque “trans-disciplinar” entre las ciencias básicas, las ciencias sociales y la tecnología como se entiende en la actualidad la posibilidad de abordar con éxito el compromiso que se adquiere en el logro de ciudades sostenibles en relación a su infraestructura sanitaria.

---

<sup>8</sup> Brundtland Report, Our Common Future, 1987.



### 1.2.2 Gestión Pública, Urbanismo y Redes de Infraestructura Hidráulica

Aunque la tesis se intitula “las Redes de Infraestructura Hidráulica y su incidencia en el Desarrollo Urbano”, en el transcurso de la investigación podrá descubrirse que la relación entre Agua Potable, Saneamiento y el Urbanismo, antes que ser en una sola dirección, es bidireccional, esto es, la ciudad condiciona a las redes sanitarias, y las redes sanitarias condicionan a la ciudad. Esta relación bidireccional tiene facetas legales, económicas y sociopolíticas, donde el gobierno local siempre ha cumplido un papel especial, pues a través del tiempo se ha insistido en concentrar estas competencias en el Municipio. Tal insistencia se refleja en el ordenamiento jurídico de muchos países, y también en distintos acuerdos internacionales (Agenda 21), donde se recomienda mejorar las capacidades de los Municipios para atender la planificación y el control urbano, la planificación y control de las redes sanitarias, y se propone incorporar a la comunidad organizada en ambas materias. Por otra parte, debe considerarse que el ámbito territorial urbano - en ocasiones metropolitano - generalmente no coincide con las jurisdicciones territoriales municipales, y por ende el origen de las aguas y sus consecuencias desbordan la competencia local.

Ahora bien, esta relación entre urbanismo, redes sanitarias y gobierno local no es estática. La forma urbana y la gestión de usos del suelo en las ciudades - es decir, el Urbanismo - no se relacionan con las necesidades sanitarias únicamente desde mediados del siglo XIX con los hallazgos de Chadwick y Snow. Esta relación entre Urbanismo y redes sanitarias se inició con acentos distintos muchos antes de la tesis del Higienismo, siendo un aspecto que caracterizó la configuración del hábitat desde sus inicios.

En efecto, siguiendo esta relación a través de la historia de las ciudades, puede verificarse que la aparición del urbanismo en Occidente está intrínsecamente vinculada al desarrollo de las redes sanitarias. La aparición y desarrollo de las ciudades mejor planificadas y gestionadas del mundo, ha estado siempre acompañada de una especial consideración de las redes de infraestructura sanitaria, entendiéndose que la gestión de estas redes es materia del Estado, con una importante participación del gobierno local. También puede evidenciarse que cuando la función sanitaria ha sido descuidada, bien sea por desconocimiento o por no estar suficientemente considerada como una función del Estado, las ciudades han sufrido mucho, tal como lo evidencian las epidemias que diezmaron la población de las ciudades europeas durante la Época Medieval y la Revolución Industrial.

En el caso de Venezuela, las responsabilidades en los temas de urbanismo y redes sanitarias han variado sustancialmente a lo largo del tiempo, pero nunca han descargado al municipio de un rol



protagónico, que puede haberse cumplido o no en un período determinado, con sus consecuencias en la gestión de la ciudad.

En efecto, la asignación de responsabilidades en materia de agua potable y saneamiento en Venezuela nacen con la fundación de las ciudades en el gobierno local, pero se ha caracterizado por una búsqueda de un arreglo institucional que permita garantizar niveles adecuados de calidad y cobertura de los servicios en un determinado momento histórico, muchas veces ajena a lo



previsto legalmente. En esta búsqueda han incidido coyunturas políticas, económicas y sociales que si bien se iniciaron con un rol muy relevante de los municipios en los siglos XVI hasta mediados del siglo XIX, pasaron luego a estructuras centralizadas con arreglos muy diversos hasta el siglo XX, y una tendencia a favorecer la autogestión de los servicios a inicios del siglo XXI. En cuanto al urbanismo, la experiencia venezolana ha mantenido al municipio como su ente más relevante, pero la debilidad de la gestión local y la necesidad de proveer recursos para financiar inversiones urbanas de envergadura, han dado lugar a incursiones centralistas de diversa naturaleza, caracterizadas en los últimos decenios por cambios institucionales que debilitan las posibilidades de planificación y gestión desde el poder local.

**Foto 1-1:** Construcción del colector de la hoya Luzón, Casco de Caracas, 1925.

Fuente: Memoria y cuenta del Ministerio de Obras Públicas, 1928.

La experiencia venezolana parece ser análoga a la de otros países latinoamericanos, lo cual es explicable por los cambios que han experimentado por el fenómeno de la urbanización y las técnicas de aprovisionamiento de agua para las ciudades.

Otra aproximación a las redes sanitarias, al urbanismo y sus vínculos con la gestión pública, puede hacerse a partir de la idea de que las redes de infraestructura sanitaria son consideradas herramientas para apalancar el desarrollo económico y social. De acuerdo con ello, la planificación y gestión del territorio, una importante función de la gestión pública que asegura el racional aprovechamiento del territorio y de sus recursos, incluyen a los servicios sanitarios de infraestructura dentro de un sistema jerarquizado de planes territoriales donde los de carácter local responden y detallan los postulados de planes nacionales y regionales de diversa índole (Azpúrua, P. P. Gabaldón, A., 1975), (Brewer Carías, *et al*, 1988), (Asamblea Nacional, 1999).

Este sistema de planes se instituyó hacia finales del siglo XX, con las muy esperadas legislaciones de ordenación del territorio y de ordenación urbanística de los años 80, pero tenían precedentes



que se inician a mediados del siglo XX, mediante los Planes de Desarrollo de la Nación y los esfuerzos de la Comisión del Plan Nacional para el Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). En materia urbanística, a partir de la década de los 70 la legislación venezolana señaló a los planes rectores de desarrollo urbano y los planes de desarrollo urbano local como instrumentos de planificación de competencia nacional y local, respectivamente, para posteriormente asimilar estas figuras como planes de ordenación urbanística, planes de desarrollo urbano local, planes especiales y planes particulares a finales de la década de los 80. Sin embargo, por diversas causas los lineamientos del sistema de planes no han sido siempre considerados, por lo que hay aciertos y desaciertos que deben analizarse.

La tesis pretende establecer que el gobierno local es una entidad necesaria para abordar en conjunto las competencias de planificación, diseño y gestión urbanística y sanitaria, entendiéndolas como materias interdependientes que requieren un diseño institucional adecuado, donde es necesaria la participación del poder nacional, regional y de las comunidades organizadas, bajo la premisa de que los instrumentos de planificación y gestión urbana constituyen herramientas para perfeccionar la gerencia, y no un fin en sí mismos.

### **1.2.3 Redes de Infraestructura Hidráulica y Urbanismo, dentro de un contexto histórico**

El desarrollo de la tesis doctoral refuerza la relación etimológica y epistemológica entre ambos temas; para ello se acude a la memoria histórica, acudiendo a la terminología “urbanismo” y su raíz etimológica, así como a las primeras interpretaciones del significado del término y la práctica del oficio. Posteriormente, tal como ya ha sido señalado, se revisa brevemente el progreso histórico de algunas ciudades que han sido paradigma de la evolución urbana en Occidente, como fundamento para entender la situación presente de nuestras ciudades y de su infraestructura sanitaria.

Luego se presta especial interés al caso de Caracas desde la época colonial, analizando con mayor detalle lo ocurrido durante los siglos XIX y XX. El rastro histórico permite analizar cómo las condiciones geográficas y sociales inciden en el modelado del entorno urbanístico y cómo éste repercute en el diseño de redes sanitarias. La evolución de la técnica de urbanización se registra en el diseño de instalaciones sanitarias que inicialmente son muy elementales, pero que llegan a ser muy sofisticadas. Las grandes obras de abastecimiento de agua potable y recolección de aguas residuales y canalización de aguas de lluvia han posibilitado el crecimiento de la ciudad, pero no han venido acompañadas de otras obras de menor envergadura, especialmente en las zonas de mayor pobreza, donde precisamente se presenta la informalidad urbana, poniendo en riesgo los beneficios de las grandes obras.





fortalecer la función de los municipios para atender en forma coordinada ambas tareas, sin descuidar la necesidad de apalancar los cambios desde instancias nacionales, diseñando un nuevo arreglo institucional que deslinde responsabilidades entre los distintos ámbitos y entes públicos de manera efectiva; igualmente, se intenta poner en evidencia la necesidad de desarraigar anti-valores que han repercutido muy negativamente en la atención de la problemática urbanística y sanitaria de la ciudad, y que aún están presentes en la práctica profesional.

### 1.3 PROBLEMAS E HIPÓTESIS.

Las redes de infraestructura hidráulica inciden en el desarrollo urbano mediante un proceso histórico donde se conjugan aspectos sociales, tecnológicos, e institucionales que son cambiantes, dentro de un contexto ambiental que condiciona la manifestación física de la estructura y la infraestructura urbana. Cuando alguno de estos aspectos cambia de forma sensible en un determinado período provoca modificaciones sustanciales en los otros, afectando la forma de ocupación del territorio y la forma de aparición de estas redes, haciéndolas cambiar – ya sea para evolucionar o incluso para retroceder -, hasta alcanzar un nuevo equilibrio que se rompe cuando aparece un nuevo detonante.

Al aparecer los detonantes, los cambios son profundos, y tanto las redes de infraestructura hidráulica y la ciudad que éstas soportan, cambian sustantivamente. Un nuevo concepto de ciudad y de sus redes de infraestructura hidráulica aparece, y tal concepto perdura mientras sus respuestas logran adaptarse a la nueva realidad. Pero se trata de un proceso inestable, que implica siempre una crisis y la búsqueda subsiguiente de un nuevo equilibrio, en respuesta a una realidad socioeconómica que es siempre cambiante. Boleslaw Malisz<sup>9</sup> señaló en su “Teoría de los umbrales” la necesidad permanente en las áreas urbanas de realizar importantes saltos en las inversiones públicas, una vez que se alcanzaban umbrales poblacionales que las justificaban. La idea de los detonantes incorpora este concepto, añadiendo consideraciones científicas, sociales, culturales para explicar saltos y retrocesos.

El complejo sistema social que es la ciudad, constituye un reflejo tangible de una determinada cultura y se manifiesta en una estructura edificada y una infraestructura sanitaria que la soporta. La modificación de la ciudad y su infraestructura sanitaria requiere ser abordada en forma conjunta y atenta a los cambios sociales que están produciendo.

A partir de esta concepción de la ciudad y sus redes de infraestructura hidráulicas, es posible seguir el rastro histórico de tales cambios hasta el presente, analizar las evidencias actuales y

<sup>9</sup> Malisz B., (1970). Notas sobre la teoría de los umbrales. Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación 80-81. Caracas.



anticipar hacia dónde van nuestras ciudades con el fenómeno de la urbanización. Si se desea responder en forma efectiva a los retos socioambientales planteados para el nuevo siglo, es necesario estar atento a la emergencia de nuevos detonantes que pueden anticiparse: la creciente desigualdad social, el impacto ambiental del hombre en su ambiente y el surgimiento de nuevas tecnologías.

En tal sentido, si se apuesta a la permanencia de la sociedad humana en ciudades, es indispensable organizar nuestras urbes y nuestras redes de infraestructura hidráulica de una forma que satisfaga las exigencias de los nuevos cambios. El fortalecimiento de formas de gobierno que registren y actúen de forma inmediata ante las nuevas demandas, la adopción de nuevas tecnologías, la emergencia de una nueva forma de organizar y gestionar el territorio, implican el surgimiento de nuevos paradigmas acerca de la relación del hombre con su entorno y específicamente en la configuración de la ciudad y sus redes de infraestructura hidráulica.

En la tesis se pretende entonces responder a preguntas como las siguientes: ¿Qué cambios han surgido en la ciudad y en su infraestructura hidráulica? ¿Cómo se explican estos cambios? ¿Cuáles han sido sus detonantes? Para la construcción y gestión de un efectivo sistema de redes de infraestructura hidráulica, ¿ha sido necesario tener un claro entendimiento y manejo del fenómeno urbano?; complementariamente, ¿de qué manera las redes de infraestructura sanitaria han condicionado el desarrollo urbano? ¿Puede desprenderse de experiencias exitosas en materia de gestión del agua una gestión urbanística eficiente?, o viceversa, ¿Puede desprenderse de experiencias exitosas en materia de gestión urbanística una gestión eficiente del agua?

Los problemas específicos e hipótesis que la tesis pretende abordar son los siguientes:

### 1.3.1 Problemas epistemológicos e históricos

- En el nacimiento y evolución de la Arquitectura, del Urbanismo y de la Ingeniería, ¿las redes sanitarias de infraestructura hidráulica conforman un aspecto indisoluble del hecho urbanístico?
- ¿Cómo se relacionan estas materias?
- ¿Cómo ha variado esta relación en el tiempo
- ¿Cuáles retos se presentan en la actualidad?

En torno a estas preguntas puede formularse la hipótesis de que **las redes sanitarias de infraestructura hidráulica conforman un aspecto indisoluble del hecho urbanístico y, por tanto, la consideración de su evolución en el tiempo puede aportar valiosas enseñanzas para atender algunos de los desafíos actuales de las ciudades contemporáneas.**



### 1.3.2 Problemas técnicos

- ¿De qué forma el trazado urbano está relacionado con las características de las redes de infraestructura hidráulica?
- ¿Las normas sanitarias reflejan la diversidad de situaciones que presentan las redes sanitarias existentes?
- ¿Es necesario revisar, actualizar, innovar en la tecnología de redes sanitarias para amoldar sus componentes a la realidad de los asentamientos urbanos existentes?

La hipótesis subyacente en los aspectos técnicos consiste en sostener que **la evolución de los asentamientos urbanos supone cambios en la forma de proveer los servicios de agua y saneamiento, lo cual implica la necesidad de fomentar la innovación tecnológica y la continua actualización de normas.**

### 1.3.3 Problemas administrativos

- ¿Cómo se relacionan el desarrollo económico y social con la planificación y gestión del ordenamiento territorial y de las redes de infraestructura sanitarias?
- ¿Contribuye la planificación urbana a la construcción de un ambiente urbano sostenible y una infraestructura sanitaria eficiente?
- ¿Qué instrumentos legales y económicos y cuáles modalidades de gestión se han concebido para hacer más eficiente la labor del Estado en cuanto a la materia urbanística y a la de infraestructura sanitaria?
- ¿Cuál es el papel de los municipios y de los ámbitos nacional y regional?
- ¿Qué tendencias se han venido registrando en cuanto a la participación de las comunidades en la construcción de su hábitat y, más específicamente, en la autogestión de los servicios sanitarios? ¿cuáles han sido sus resultados?

En torno a estas preguntas puede plantearse la hipótesis de que **el gobierno local constituye una instancia idónea para atender algunos de los problemas de acceso a servicios satisfactorios de APyS y a un hábitat adecuado y seguro, asociando a dicha instancia aquellos componentes que puede manejar dentro del sistema de servicios.**

### 1.3.4 Problemas disciplinarios y trans-disciplinarios

- ¿Cómo se podría apoyar la gestión sanitaria en la gestión urbanística y, en el otro sentido, cómo una gestión sanitaria idónea contribuiría a la ordenación y gestión urbanística?
- ¿Puede apoyarse a la salud pública y a mejorar la calidad de vida desde la mejora en los servicios sanitarios?



- ¿Qué aplicación podrían tener estas nociones en Venezuela?

En torno a estas preguntas puede plantearse la hipótesis de que **el urbanismo constituye un acercamiento indispensable para abordar en forma perdurable los intentos por garantizar servicios adecuados de APyS y elevar los indicadores de salud pública.**

#### 1.4 METODOLOGÍA.

Con base en los problemas e hipótesis señalados en el acápite anterior, la tesis analizará distintos momentos históricos del desarrollo de la sociedad humana, verificando cuáles fueron las características de las ciudades y sus redes de infraestructura hidráulica, cuáles eran las condiciones tecnológicas, sociales, físicos, ambientales e institucionales prevalecientes, para especular cuáles fueron los cambios que actuaron como detonantes y cómo estos cambios alteraron las redes, la ciudad y su forma de gobierno.

Como marco histórico general, la tesis abordará la evolución del urbanismo y las redes de infraestructura hidráulica en Occidente, señalando los momentos históricos más relevantes. Posteriormente, dirigiendo la mirada hacia Venezuela, la tesis establecerá los paralelismos con Occidente y las condiciones particulares que generaron los cambios urbanísticos y sanitarios. Aquí la tesis analizará con mayor profundidad la condición urbanística y sanitaria del Área Metropolitana de Caracas en distintos períodos de tiempo, describiendo brevemente las características demográficas y económicas de su población, el contexto político-institucional y sociocultural, las premisas científicas y las respuestas tecnológicas prevalecientes en cada período, con el propósito de caracterizar los cambios que han confrontado la ciudad y su infraestructura sanitaria, e identificando sus detonantes, destacando la incidencia de la infraestructura hidráulica en cada período. De cara al futuro y de manera especulativa, en la tesis se anticiparán posibles detonantes y los cambios a que darían lugar, para señalar cuáles serían los desafíos que enfrentará la capital para ofrecer un hábitat urbano sostenible, al menos desde la perspectiva de las redes sanitarias de infraestructura hidráulica.

El flujograma que se muestra a continuación ilustra la metodología que se aplica en el desarrollo de la tesis doctoral (ver figura N° 1-5). Tal como puede apreciarse, la investigación doctoral se concibe en cinco partes analíticas que desglosan el tema, y una sexta parte de conclusiones y recomendaciones finales, en la cual las conclusiones de cada una de las partes anteriores permiten afirmar la interdependencia conceptual entre ambas materias, así como también concebir estrategias para optimizar el urbanismo y las redes de infraestructura hidráulica en Venezuela.



La primera parte se refiere a un análisis de corte etimológico y epistemológico que relacione los términos “urbanismo”, “ordenación urbana”, “planificación urbana”, “gestión urbana”, “servicios sanitarios”, “redes de infraestructura sanitaria”, “ingeniería sanitaria”, “planificación y gestión sanitaria”, “competencia local”, “servicios públicos”, entre los términos más relevantes, los cuales están enmarcados en conceptos más generales acerca de las “redes urbanas” (Dupuy, 1991), el uso del agua para el bienestar humano mediante el diseño de obras de aprovechamiento y de obras de protección contra los efectos dañinos del agua (Bolinaga *et. al.*, 1999), las obligaciones del Estado en materia de servicios públicos (Lares Martínez, 1983), las competencias del municipio establecidas constitucionalmente (Asamblea Nacional Constituyente, 1999), los acuerdos internacionales en cuanto al manejo de recursos hídricos y el rol de los gobiernos locales, entre otras referencias.

La idea es relacionar el tema de la planificación y gestión de las redes de infraestructura sanitaria como un componente de la planificación y gestión urbana (Azpúrua, P. P., 2005), y señalar la relevancia de abordar ambos temas como competencias de los gobiernos locales (Carter, H., 1989.).

La segunda parte se refiere a un análisis retrospectivo acerca de la evolución del urbanismo y de las redes sanitarias en Occidente. Así, se pasa una breve revista a las características de las ciudades del Mundo Antiguo, Medieval, Renacentista, del Nuevo Mundo, y a la Ciudad Preindustrial, todas predecesoras de las prácticas sanitarias contemporáneas (Gallion, 1951) (Bairoch, 1990). Ello facilitará comprender que ambos temas están íntimamente relacionados desde la aparición de las primeras ciudades, y que el éxito de las ciudades que sirvieron de paradigma marcó el camino de otras que le siguen posteriormente, tratando de entender la “cultura del agua” y la “cultura urbana” implícitos en el desarrollo de los asentamientos humanos. Ello permitirá construir una línea del tiempo que ilustre la evolución de ambos temas, destacando la relevancia que han tenido en el urbanismo las mejoras en la infraestructura sanitaria y cómo desde una preocupación sanitarista derivaron prácticas de planificación y gestión urbana (Ayuntamiento de Barcelona, 1991).

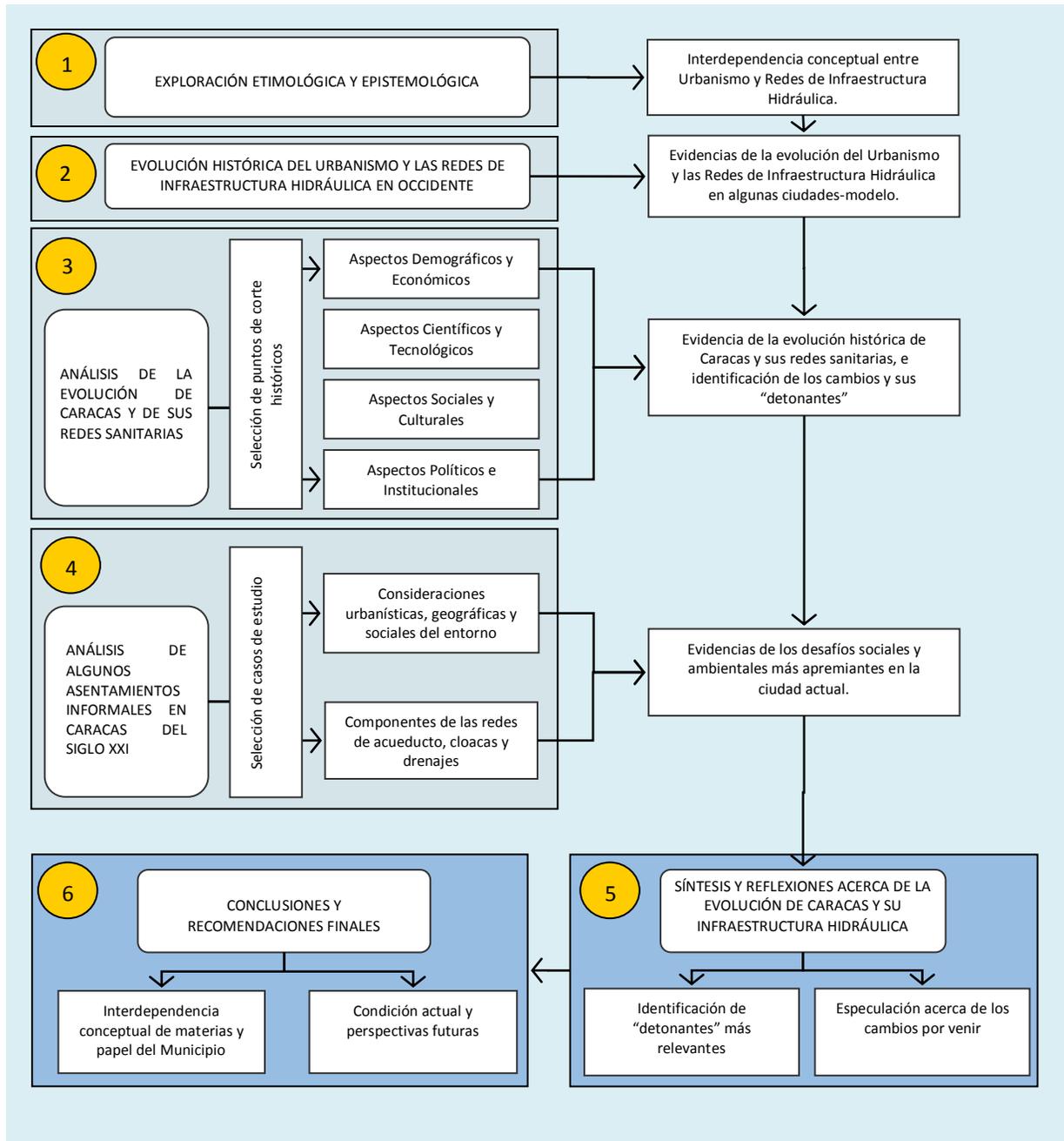


Figura 1-5: Flujograma metodológico.

Fuente: Elaboración propia. Marzo, 2007.



Ya refiriéndonos al caso de Caracas, en la tercera parte se incluyen referencias acerca del urbanismo y de las redes sanitarias de infraestructura hidráulica durante la Época Colonial (siglos XVI, XVII y XVIII) y Republicana (siglos XVIII, XIX y XX) (Fundación Polar, 2000) (Marcano, 1993) (Sandía de Segnini, M., Araujo-Juárez, J., Rodríguez P., O., Neher, J., 2001). Se considerará el caso de Caracas en nueve períodos históricos que reflejen la evolución de la ciudad y de su infraestructura hidráulica, y que permitan señalar los aspectos demográfico-económicos, científico-tecnológicos, socio-culturales, y político-institucionales que caracterizaron a la urbe en esos períodos. Los períodos son los siguientes:

- **Primero: Caracas Colonial. Siglos XVI al XVIII (1567-circa 1700).**  
La referencia la constituye el primer plano de la ciudad, ordenado por el gobernador Juan de Pimentel en 1578, a 11 años de la fundación. La elección de un sitio y una fuente constituyen decisiones primigenias que dan forma y posibilitan el asentamiento y condicionan lo que sucederá después en el crecimiento de la ciudad.
- **Segundo: Caracas Colonial. Siglos XVIII al XIX (circa 1700-1810).**  
La referencia está representada por el segundo plano de la ciudad ordenado por las autoridades coloniales en 1772, a 205 años de la fundación. Se pretende ilustrar aquí cómo se abordaron pequeñas mejoras al acueducto en lapsos muy largos de tiempo, y el papel protagónico que tuvo el Cabildo como ejecutor de obras públicas y como administrador de las redes de infraestructura hidráulica.
- **Tercero: Caracas Republicana. Siglo XIX (1810-1870).**  
El plano del Atlas Luffman de 1815, refleja la situación de la capital a 3 años del terremoto de 1812. Se pretende verificar que para el comienzo de la vida republicana, en Caracas son muy pocos los cambios respecto a la época colonial, tanto en la concepción de la ciudad y sus sistemas de soporte como en la gestión de los mismos.
- **Cuarto: Caracas Guzmancista. Siglo XIX (1870-1888).**  
El plano ordenado por el presidente Guzmán Blanco en 1875, a 5 años de iniciarse su primer período de gobierno, permite apreciar la transformación de la ciudad, gracias a una nueva concepción gubernamental inspirada en modelos transculturales. La irrupción del gobierno nacional en la ejecución de obras públicas dentro de la ciudad y la reorganización administrativa que la acompañó, son cambios que se inician en este período.
- **Quinto: Caracas Pre moderna. Siglos XIX y XX (1888-1930).**  
El plano de Ricardo Razetti de 1897, ilustra la situación de Caracas a pocos años del inicio del nuevo siglo. Se trata de una ciudad donde ha habido una influencia positivista en la gestión



gubernamental, muy oportuna para atender demandas sanitarias puestas en evidencia por el movimiento médico-científico que se generó entonces.

- Sexto: Caracas Moderna. Siglo XX (1930-1950).  
El plano de Eduardo Röhl, de 1934, y los análisis realizados por Morales Tucker, Vallmitjana y Valery, muestra la situación de la ciudad antes de intentar la transformación urbana propuesta en el Plan Rotival de 1936. Se trata de una ciudad aún desprevenida de la vorágine desarrollista que posteriormente generaría la renta petrolera.
- Séptimo: Caracas Moderna. Siglo XX (1950-1970).  
El plano de Caracas de 1951 registra la situación de la capital antes de intentarse un nuevo plan: el Plano Regulador de Caracas, elaborado por la Comisión Nacional de Urbanismo. También señala la situación de la capital, una vez efectuadas importantes inversiones sanitarias, a raíz de la aparición del INOS en 1943, como respuesta ante las demandas impuestas por un crecimiento urbano acelerado.
- Octavo: Caracas Post Moderna. Siglo XX (1970-1990).  
El plano de 1972, señala la condición de la ciudad para el momento de la redacción del Plan General Urbano de Caracas 1970 – 1990, elaborado por la OMPU, organismo de planificación y gestión urbana del Distrito Federal creado en 1960. Ya se ha manifestado en toda su magnitud una urbanización descontrolada, al tiempo que las instituciones públicas recién creadas han abordado con éxito muchos desafíos, entre ellos la obtención de agua fresca desde fuentes más alejadas, pero acusando estas mismas instituciones un deterioro que acabará por disolverlas.
- Noveno: Caracas Post Moderna. Siglos XX y XXI (1990-2011).  
El plano de 1991, al momento de cumplirse el horizonte de planificación del Plan General Urbano elaborado por la OMPU en 1970, muestra la condición de la ciudad al disolverse el organismo en 1991. Se trata de una ciudad que refleja una institucionalidad en un caos creciente, donde la burocratización del aparato administrativo lo hace ineficaz para atender las graves demandas de un organismo metropolitano cada vez más complejo. El plano de 2011 muestra la condición actual de la ciudad y su infraestructura sanitaria, cuando se registran importantes reivindicaciones sociales que propugnan un nuevo orden económico y social que se refleja en la gestión urbana y de las redes sanitarias.

La cuarta parte se focaliza en la gestión urbanística y de las redes de infraestructura sanitaria en algunos asentamientos informales, cuya regularización y cobertura constituyen los desafíos más relevantes a vencer. Nuevamente se acude a la exploración de la experiencia nacional para



descubrir la realidad de estos asentamientos, los instrumentos utilizados para abordar la complejidad de la tarea de universalizar los servicios en estas áreas, y las modalidades de gestión practicadas en los distintos casos, siendo de especial interés indagar cómo es la gestión de las redes, cuál es el marco regulatorio, cómo participan las comunidades y cuál es el rol del gobierno local (CEPAL, 2004), (Castro, J. Lacabana, M., 2005.).

La quinta parte pretende sintetizar las anteriores, en primer término resumiendo los detonantes que inducen los cambios en la ciudad y sus redes, y en segundo, realizando un análisis especulativo acerca de hacia dónde se dirige el proceso de construcción de la ciudad y de las redes, cuyo reconocimiento facilitaría anticipar caminos para cumplir con los desafíos de regularización, universalización y sostenibilidad ambiental.

Por último, en las conclusiones se establece la interdependencia entre las materias y se la relaciona con las competencias por parte de los gobiernos locales en Venezuela. Por otra parte, se señala la condición actual y las perspectivas futuras respecto al urbanismo y a las redes de infraestructura hidráulica, destacando los retos para la planificación, el diseño y la gestión del urbanismo y de las redes de infraestructura sanitaria.

## **1.5 DEFINICIONES Y ENFOQUES DE PARTIDA.**

La tesis lidia con conceptos relacionados con el Agua, el Desarrollo Urbano y el Desarrollo Sostenible, intentando verificar la contribución que pueden hacer el Urbanismo, la Planificación y la Gestión Territorial para garantizar la sostenibilidad técnica, ecológica, social, económica e institucional de las ciudades en lo relativo a los servicios prestados por las redes de infraestructura hidráulica. Refiriéndose a los aspectos institucionales, enfoca el análisis hacia la Gestión Local, evaluando sus responsabilidades urbanísticas y sanitarias, y incluyendo la Autogestión por parte de las comunidades organizadas. En tal sentido, conviene enumerar de antemano, mas no describir en detalle, algunos preceptos y enfoques teóricos de los cuales parte la investigación:

### **1.5.1 Acerca del urbanismo**

- a. Raíces de la disciplina: Etimología del término “urbanismo”. La aparición del urbanismo como resultado de la preocupación higienista.
- b. Paradigma actual de la disciplina: El desarrollo de la planificación urbana desde el urbanismo, para ordenar el territorio en función de las necesidades humanas y establecer mecanismos de control. La aparición de las ciencias sociales y el enfoque de sistemas como herramientas para analizar e intervenir el fenómeno urbano.



- c. Organización administrativa a consecuencia del paradigma: La organización del Estado con base en la búsqueda de un arreglo institucional idóneo para el manejo de la ordenación territorial. La permanencia/resiliencia del Municipio como entidad de manejo del urbanismo.
- d. Dialéctica: centralización y des-centralización de la organización del territorio. La tensión entre el discurso estatista y la privatización del manejo de servicios públicos.
- e. Reflejo en la estructura edificada: El urbanismo como macroarquitectura. La ciudad formal. Ciencia y tecnología implícitas.

### **1.5.2 Acerca de las redes de infraestructura hidráulica**

- a. Raíces de la disciplina: La aparición de la ingeniería sanitaria desde el discurso higienista.
- b. Paradigma actual de la disciplina: Las redes de infraestructura como formas de aprovechamiento y manejo del recurso agua. Las redes de infraestructura hidráulica como determinantes de la salud urbana. La consideración de las redes de infraestructura hidráulica en la formulación y administración de los planes urbanos.
- c. Organización administrativa a consecuencia del paradigma: La organización institucional del Estado con base en las fuentes de agua. Las cuencas y la organización territorial. El municipio como ente encargado de las RSIH. El agua como componente de la ordenación y gestión del territorio.
- d. Dialéctica: La tensión entre mecanismos centralizados y descentralizados para el manejo de los servicios públicos relacionados con las redes de infraestructura hidráulica. La privatización del recurso agua y el derecho al agua. Paulatino empoderamiento de las comunidades para manejar el recurso agua; capacidad y alcance real del manejo. El desconocimiento del ordenamiento territorial y de los planes en la gestión territorial y urbana.
- e. Reflejo en la infraestructura: el sistema actual de redes de servicios sanitarios de infraestructura hidráulica en la ciudad formal. Ciencia y tecnología implícitas.

### **1.5.3 Aspectos emergentes. Nuevas tendencias**

- a. El discurso de la sostenibilidad. El hombre en su entorno ecológico. La inminencia de un colapso medioambiental. Las desigualdades sociales y sus repercusiones medioambientales y urbanas. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas.
- b. Nuevo paradigma del conocimiento científico: La emergencia de un enfoque transdisciplinar.



- c. Los vacíos del Estado en la atención de los servicios públicos. Los cambios en el gobierno local.
- d. La crisis del urbanismo y de la ingeniería sanitaria en la atención de las demandas relacionadas con el agua. La organización de las comunidades frente a los vacíos.
- e. La ciudad informal. La aparición del nuevo urbanismo. La contribución esperada del urbanismo: La ciudad ecológica. Las nuevas tecnologías sanitarias como respuestas para afrontar los cambios.

#### **1.5.4 Teoría central sobre la cual gira la tesis:**

El complejo sistema social que es la ciudad, constituye un reflejo tangible de una determinada cultura y se manifiesta en una estructura edificada y una infraestructura sanitaria que la soporta. La modificación de la ciudad y su infraestructura sanitaria, requiere entonces ser abordada en forma conjunta y atenta a los cambios sociales que están reflejando, si se desea responder en forma efectiva a los retos socioambientales planteados para el nuevo siglo.

En tal sentido, si se apuesta a la permanencia de la sociedad humana en ciudades, es indispensable organizar nuestras urbes y nuestras redes de una forma que satisfaga las exigencias de los nuevos cambios. En este sentido, el fortalecimiento de formas de gobierno que registren y actúen de forma inmediata ante las nuevas demandas resulta clave en el surgimiento de nuevos paradigmas acerca de la relación del hombre con su entorno y en la configuración de su hábitat por excelencia, que es la ciudad.

El alcance del trabajo está asociado la manera particular de ver el mundo que tienen los urbanistas, formados para entender la realidad mirando distintas facetas del fenómeno urbano y tratando de descubrir la matriz sistémica que explica la realidad urbana. En tal sentido, vale aclarar que no se pretende alcanzar una explicación definitiva acerca del fenómeno, pero sí alimentar la percepción de la situación actual de la ciudad y sus servicios sanitarios de infraestructura hidráulica con datos que están disponibles, pero no estaban conjugados de la manera como se hace aquí.

La contribución del trabajo puede sopesarse en varios puntos. Primero, el trabajo ofrece datos específicos de Caracas acerca de la evolución de las redes y su relación con el crecimiento urbano de la ciudad; segundo, el trabajo propone una “mirada transdisciplinar” que explique los cambios en las redes sanitarias de infraestructura hidráulica y cómo éstos han incidido en el desarrollo de la ciudad. Por último, el trabajo induce a nuevas investigaciones que ahonden en aspectos historiográficos, sociopolíticos, técnicos y urbanísticos que aborden el tema en Caracas, lo cual pudiera extrapolarse hacia otras ciudades del país.



## 1.6 DATOS QUE SIRVEN DE APOYO A LA TESIS

En el trabajo se intenta conjugar los datos que aportan estudios previos realizados por otros autores acerca del crecimiento urbano de Caracas, anotando los cambios de las instalaciones sanitarias, e intentando explicar los factores detonantes de los mismos. Para analizar con mayor detalle la situación actual, se analizan algunos casos estudiados por el autor y se incluyen como comparación algunos referentes internacionales. Un conjunto de entrevistas realizadas a expertos en diversas disciplinas complementan los resultados de los estudios previos, y permiten entender mejor la condición actual y las perspectivas futuras. Por último, los datos aportados por la cartografía actualizada de la ciudad y de sus redes, aunados a la data socioeconómica y de usos del suelo más reciente, permiten poner en evidencia la condición actual de la ciudad de Caracas en este tema.

En la tesis se requiere analizar distintos momentos históricos del desarrollo de la ciudad, verificando cuáles fueron sus características y sus redes de infraestructura hidráulica, cuáles eran las condiciones tecnológicas, sociales, físicos, ambientales e institucionales prevalecientes, para especular cuáles fueron los cambios que actuaron como detonantes y cómo alteraron las redes, la ciudad y su forma de gobierno. En tal sentido, la data que soporta el desarrollo de la tesis proviene de diversas fuentes, las cuales serán debidamente citadas en el transcurso del trabajo de investigación:

### 1.6.1 Bibliografía histórica acerca del crecimiento urbano y las redes sanitarias en Occidente

Se recogen referencias bibliográficas acerca de ciudades del mundo antiguo (Egipto, Babilonia, Knosos, Mohenjo-Daro, Mileto), ciudades romanas (Roma, Mérida), ciudades medievales, renacentistas y barrocas, y ciudades preindustriales modelo (Londres, París, Barcelona).

### 1.6.2 Cartografía de la ciudad de Caracas y de sus redes sanitarias

Se utilizan planos de la ciudad de Caracas levantados en distintas épocas (1578, 1772, 1815, 1875, 1897, 1934, 1951, 1972, 1991, 2010), provenientes de la Colección de Irma Lovera de Sola y de la cartografía publicada por la Alcaldía Metropolitana de Caracas en fecha reciente.

Respecto a las redes de acueducto, se incluyen planos de las redes existentes en 1873 elaborados por la Compañía de Agua de Caracas, de 1932 elaborado por el Ministerio de Obras Públicas, de 1950 por The Pitometers Co. Inc para el INOS, los planos del Plan Básico de Distribución del Ing Adolfo Yanes de 1966, y los planos de la red existente para 2008, obtenidos de la planoteca de HIDROCAPITAL.



En relación a las redes de aguas servidas, se incluyen planos del avance de las obras de saneamiento de 1924, planos de las redes existentes en ocasión de la licitación del acueducto en 1996, y planos generales elaborados por TECSUL – ECODIPLA en 2006, como referencia para el saneamiento del río Guaire por solicitud del MARN. En cuanto a detalles, se dispone de plantas y detalles de aliviaderos del Colector Marginal Derecho elaborado por el Laboratorio de Hidráulica Ernesto León D. en 1966, correspondientes al sector El Paraíso y Montalbán, así como del proyecto de Cloacas y Drenajes del Paraíso, sector Este, elaborado en 1987 por el Ing. Eduardo Bello para el INOS.

En relación a los drenajes, además de la topografía de Caracas donde se muestra la red de drenaje primaria, se incluyen el plano elaborado por el Laboratorio de Hidráulica Ernesto León D., de 1964, y un plano de conjunto de la canalización del río Guaire.

Los planos de las redes de acueducto, cloacas y drenajes para la época actual han sido presentados en un formato que permite resumir sus características más relevantes, y la trama urbana existente en 2011.

### **1.6.3 Casos de estudio en la ciudad de Caracas**

Para señalar los cambios en los sitios donde se presentan los mayores retos socioambientales, se presentan casos de asentamientos precarios en la ciudad de Caracas. En tal sentido, se presentan los casos de las áreas informales de Catuche, La Palomera, Las Minas y Santa Cruz del Este, en el Área Metropolitana de Caracas. Algunos casos corresponden a proyectos de agua potable y saneamiento elaborados por el autor junto a un equipo de ingenieros civiles, lo cual, complementado con observaciones de campo y entrevistas, permiten explicar con mayor detalle los problemas urbanísticos, económicos, sociales, técnicos y legales asociados con el propósito de incrementar la cobertura y calidad de servicios sanitarios dentro de áreas informales.

### **1.6.4 Entrevistas a especialistas en distintos temas**

Además de la revisión de bibliografía relacionada al tema, se realizaron ocho entrevistas a especialistas en distintos aspectos relacionados con la temática abordada. Se entrevistó a un líder comunitario, dos ingenieros civiles, un ingeniero civil y administrador de un acueducto municipal, un arquitecto-urbanista, dos sociólogos-urbanistas, y un abogado-urbanista, quienes dieron su apreciación acerca de la problemática abordada desde la perspectiva de su experiencia y del enfoque propio del campo de conocimiento que manejan. Ello permitió colocar el acento en aquellos aspectos de mayor interés de la temática estudiada, y facilitó la obtención de información secundaria.



## 1.7 ESQUEMA DEL INFORME.

El presente documento está estructurado en siete capítulos y un conjunto de anexos. El primero corresponde al presente capítulo e incluye las consideraciones metodológicas, donde se establecen las preguntas, las hipótesis y las características generales de los análisis a realizar.

Para iniciar la disertación doctoral propiamente dicha, en el capítulo 2 se acude primeramente a la raíz epistemológica: ¿Qué significa urbanismo? ¿Está el término relacionado con las redes de infraestructura hidráulica? Como ya se ha señalado, el urbanismo tiene una fuerte raíz higienista que ha derivado en distintas acepciones a lo largo del tiempo. Desde la primera definición de Idelfons Cerdá hasta la actualidad, el urbanismo ha desarrollado muchas variantes, siendo quizás esta disertación una excusa para identificar una re-definición interesada del urbanismo desde el campo de la ingeniería hidráulica y las ciencias de la salud pública. Se señalan aquí aquellos aspectos legales, económicos y sociopolíticos que relacionan estos temas. También se discuten cómo las obligaciones del Estado - y específicamente los gobiernos locales - incluyen la planificación, el diseño y la gestión urbana y sanitaria. Finalmente, a través de una síntesis se reflexiona acerca de la interdependencia conceptual entre el urbanismo y las redes de infraestructura hidráulica.

El capítulo 3 desarrolla la idea de que la obtención de agua limpia para el consumo humano y su eliminación, así como la protección frente a la amenaza que representan grandes avenidas de agua, siempre ha sido una dificultad a vencer, de modo que hurgando en la historia de la ciudad, puede demostrarse que no se trata de problemas recientes, sino de un proceso que ha acompañado a la evolución de la ciudad desde su fundación y que ha venido variando, complejizándose en la medida que la ciudad ha crecido, en que se han adoptado nuevos patrones culturales, en que se ha asimilado la tecnología, y en que se han producido cambios relevantes en la estructura social del entorno urbano. A manera de conclusión se señalan las lecciones aprendidas acerca de la relación entre urbanismo y redes de infraestructura hidráulica.

En el caso de Caracas, esta aproximación histórica facilita la lectura de los problemas que se evidencian hoy. Para ello, el capítulo 4 se dedica a realizar este seguimiento, destacando los diversos aspectos que describen la situación de la ciudad y de su infraestructura sanitaria, pretendiendo descubrir los detonantes que explican los cambios.

En el capítulo 5 la disertación se enfoca en la concentración de habitantes en asentamientos precarios, investigando la manera cómo se sirven actualmente sus habitantes del recurso agua. Los asentamientos precarios de origen informal tienen su propia historia, enmarcada dentro de la evolución de la ciudad, pero con particularidades que hacen patente la carencia de planificación y la precariedad como débil pero inevitable respuesta frente a un sistema político, económico y



social que ignoró la necesidades de hábitat de los más pobres. ¿Cómo han resuelto el acceso al agua y al saneamiento los más pobres? ¿Qué implica “universalizar” estos servicios en estas áreas? ¿Existen previsiones técnicas para abordar el suministro de instalaciones de agua y saneamiento en la informalidad urbana? En este capítulo se analizan cuatro casos del área metropolitana de Caracas (Catuche, La Palomera, Santa Cruz del Este y Las Minas) y se discuten las implicaciones de dotar estas áreas de instalaciones sanitarias idóneas.

El capítulo 6 se ocupa de reflexionar en torno a los datos aportados por los dos capítulos anteriores, tratando de poner en evidencia los detonantes, su efecto en la ciudad y en las redes sanitarias, las condiciones actuales y los cambios que éstos pueden provocar. Se destaca aquí la diversidad de arreglos institucionales practicados en Venezuela para la gestión del urbanismo y de las redes sanitarias, destacando la relevancia de los gobiernos nacionales, regionales y locales, así como también la incidencia de la participación como política pública.

El capítulo 7 contiene las conclusiones y recomendaciones. Se destaca la interdependencia conceptual entre el urbanismo y las redes de infraestructura hidráulica como argumento para propiciar el tratamiento conjunto de ambas materias, y la particular condición del gobierno local como institución clave para lograr sinergias. Se identifica la condición actual y las perspectivas futuras respecto al urbanismo y a las redes de infraestructura hidráulica, y los principales retos para la planificación, el diseño y la gestión del urbanismo y de las redes de infraestructura sanitaria en Venezuela, el papel que correspondería a los distintos niveles de gobierno, enfatizando en el rol que corresponde a los municipios y a las comunidades organizadas.



## **2 CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS ACERCA DEL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA**

---



## TABLA DE CONTENIDO

<b>2 CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS ACERCA DEL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>2-1</b>
2.1 ETIMOLOGÍA DEL TÉRMINO “URBANISMO”, SU RELACIÓN CON LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU CARÁCTER INTERDISCIPLINARIO. ....	2-1
2.2 EL “HIGIENISMO” PROPUESTO POR EDWIN CHADWICK Y EL APORTE DE JOHN SNOW. ....	2-5
2.3 LA INCIDENCIA DE LA EPIDEMIOLOGÍA SOBRE EL URBANISMO. LOS ESTUDIOS DE CERDÁ. ....	2-9
2.4 LA POLÍTICA SANITARIA COMO RESPONSABILIDAD DEL ESTADO Y EL PAPEL DEL MUNICIPIO.....	2-12
2.5 LA PLANIFICACIÓN, EL DISEÑO Y LA GESTIÓN URBANA Y SANITARIA COMO OBLIGACIONES DEL ESTADO VENEZOLANO: EL PAPEL DE LOS GOBIERNOS LOCALES. ....	2-17
2.6 SÍNTESIS: UNA REFLEXIÓN ACERCA DE LA INTERDEPENDENCIA CONCEPTUAL ENTRE EL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA. ....	2-24

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Cronología de las instituciones relacionadas con el agua potable y saneamiento en Venezuela. ....	2-18
Figura 2-2: Cronología de las instituciones relacionadas con el Urbanismo en Venezuela. ....	2-21
Figura 2-3: Ciclo entre Urbanismo, Salud Pública e Infraestructura Hidráulica .....	2-25

## INDICE DE FOTOS

Foto 2-1: Moneda romana de Caesaraugusta, con relieve de la ceremonia de delimitación con el arado sagrado. ....	2-1
Foto 2-2: Idelfons Cerdá. ....	2-3
Foto 2-3: Edwin Chadwick.....	2-6
Foto 2-4: Dr. John Snow.....	2-9
Foto 2-5: Ensanche de Barcelona. Detalle en sección de una calle. ....	2-11



## 2 CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS ACERCA DEL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.

### 2.1 ETIMOLOGÍA DEL TÉRMINO “URBANISMO”, SU RELACIÓN CON LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU CARÁCTER INTERDISCIPLINARIO.

Etimológicamente Urbanismo proviene de la palabra latina *urbs, urbis*, la cual fue utilizada en Roma para denominar a la ciudad físicamente considerada. Según una antiquísima tradición etrusca, alrededor del terreno donde se iba a construir una ciudad se trazaba un profundo surco circular con un arado – *urbum* – el cual permitía deslindar el sitio elegido del área rústica.<sup>1</sup> De acuerdo con la leyenda de la fundación de Roma, Rómulo y Remo habrían cumplido ese ritual y trazado el *orbis*, círculo de donde deviene la denominación de urbes a las ciudades fundadas del mismo modo<sup>2</sup>. Los etruscos, predecesores de los romanos, han sido reconocidos por su práctica de desecar áreas pantanosas, desviando el escurrimiento superficial para facilitar el asentamiento de poblaciones. Los territorios de la Toscana cercanos a la costa de la península itálica donde aparecieron las primeras poblaciones etruscas, eran originalmente marismas donde el establecimiento de poblaciones fue difícil a causa de las enfermedades ocasionadas por la humedad, los mosquitos y las aguas estancadas. El paisaje exigió a los etruscos que desarrollaran destrezas hidráulicas. Comenzaron a canalizar las aguas y construyeron alcantarillados, que luego los romanos adoptarían para todas sus ciudades.



**Foto 2-1:** Moneda romana de Caesaraugusta, con relieve de la ceremonia de delimitación con el arado sagrado.

Fuente: Ars secreta. Ciudades sagradas. Recuperado el 02 de mayo de 2012 de <http://arssecreta.com/?tag=ciudades-sagradas>

<sup>1</sup> “La fundación («inauguratio») de una nueva ciudad constituía, para los romanos, un acto sagrado; el lugar y el día se determinaban consultando los augurios, un sacerdote trazaba un surco con un arado tirado por una pareja (macho y hembra) de bueyes blancos estableciendo así los límites de la ciudad y el perímetro de las murallas. Posteriormente, en el punto central determinado, los agrimensores trazaban dos calles: una de norte a sur denominada «cardo máximus» y otra de este a oeste denominada «decumanus máximus». Todas las calles de la ciudad serían paralelas o perpendiculares al «cardo máximus», es por ello que las direcciones correspondientes se denominan cardinales. Los templos, el foro, los mercados, etc. se emplazaban en manzanas enteras, junto al centro de la ciudad donde se cruzan el «cardo máximus» y el «decumanus máximus». Tomado del site “La Hispania romana”. Recuperado el 02 de mayo de 2012 de <https://sites.google.com/site/lahispaniaromana/complutum/urbanismo>

<sup>2</sup> El arquitecto Federico Vegas hace una buena transcripción de este rito, según la descripción de Varrón (116-27 A de J.C), en su ensayo “El Derecho y La Ciudad”, escrito a manera de prólogo del libro “La Ciudad Ordenada”, de Allan Randolph Brewer Carías (Brewer Carías, A. 2006: Págs. 32 y 33).



Entonces es posible especular que la tradición de trazar un surco alrededor del sitio de fundación de un nuevo asentamiento, además de otras significaciones, tuviese su origen en la necesidad de desecar, de desviar las aguas que podían anegar un territorio.

Otro argumento para relacionar el término *urbs* con las obras hidráulicas es que en Roma, la *Urbs* por antonomasia, las habilidades de los etruscos para desecar áreas pantanosas fue hábilmente utilizada en las riberas del río Tíber para sanear el área donde posteriormente aparecería el Foro Romano; estas obras dieron lugar a la Cloaca Máxima, que prácticamente evolucionó a la par que la ciudad, y aún está en operación:

*“Los testimonios arqueológicos confirman la presencia etrusca en Roma en los siglos VII-VI a.C: además de vestigios muebles, dejaron importantes obras públicas, la más notable de ellas la desecación del pantano en cuyo lugar se construyó el Foro. Éste llegaría a ser el núcleo de toda la vida romana y en torno a él se organizaría el desarrollo urbanístico. El drenaje se efectuó a través de la Cloaca Máxima, que ya quedaría desde entonces como el eje del sistema de alcantarillado.”<sup>3</sup>*

La Cloaca Máxima es una de las obras de alcantarillado más significativas a nivel mundial, por constituir un referente histórico que demuestra la importancia del saneamiento al interior de áreas urbanas.

Idelfons Cerdá, en su libro “Teoría General de la Urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona” (Cerdá, 1867), se vale de la palabra “*urbs*” para definir por vez primera el término “urbanización”<sup>4</sup>. En efecto, Cerdá se vio en la necesidad de

*“...dar un nombre a ese maremagnum de personas, cosas, intereses de todo género, de mil elementos diversos que, sin embargo, de funcionar cada cual a su manera y de un modo independiente, al observarlos detenida y filosóficamente se nota que están en relaciones constantes unos con otros”.*

Con esta reflexión Cerdá hace evidente que el fenómeno de la agrupación de personas en ciudades tiene significaciones de diversa naturaleza, propias de un complejo organismo social que más tarde se trataría de abordar mediante el enfoque sistémico, y que trascienden la proximidad de sus edificaciones, de sus espacios y la forma resultante. Aunque al acuñar el término “urbanización” Cerdá no se refirió en forma explícita a las obras hidráulicas de índole sanitario, sí expresa la relación del mismo con la Salud Pública, a la que otorga una acepción comprensiva;

<sup>3</sup> ROMA: EL ORIGEN DE OCCIDENTE Recuperado el 18 de diciembre de 2011 desde. <http://pitermanolo.wordpress.com/acerca-de/>

<sup>4</sup> Rueda, S. (2001). Ildelfons Cerdà Personalitat i ideologia. Medio ambient. Núm. 30. <http://www.gencat.cat/mediamb/revista/rev30-4.htm>



igualmente destaca la consideración de aspectos técnicos, normativos, sociales e institucionales involucrados. En efecto, Cerdá se decidió:



*“... a adoptar la palabra urbanización para indicar cualquiera de los actos que tienda a agrupar la edificación y a regularizar su funcionamiento en el grupo ya formado, y también el conjunto de principios, doctrinas y reglas que deben aplicarse para que la edificación y su agrupamiento, lejos de comprimir, desvirtuar y corromper las facultades físicas, morales e intelectuales del hombre social, sirvan para fomentar su desarrollo y vigor, y para acrecentar el bienestar individual, cuya suma es la salud pública”.*

**Foto 2-2:** Idelfons Cerdá.

Fuente: 150 aniversario del Plan Cerdá Recuperado el 02 de mayo de 2012 de [http://plancerda.files.wordpress.com/2010/06/ildefons\\_cerda.jpg](http://plancerda.files.wordpress.com/2010/06/ildefons_cerda.jpg)

Respecto al significado del “Urbanismo” como nueva área de conocimiento, lamentablemente Cerdá no desarrolló a qué se refería exactamente con la “ciencia urbanizadora” que propugnaba en sus escritos. Tal como lo señala Arturo Soria y Puig, un catedrático español, bisnieto de Arturo Soria y Mata (el proyectista de la famosa Ciudad Lineal madrileña), quien ha estudiado con profundidad la obra de Cerdá, en este aspecto la “Teoría General de la Urbanización” quedó inconclusa<sup>5</sup>:

*“Dejando a un lado los numerosos trabajos suyos de los que sólo tenemos noticias indirectas o fragmentarias y centrándonos en su obra más conocida, pronto se constata que las 831 páginas del primer tomo y las 700 del segundo apenas constituían la antesala de la verdadera Teoría General de la Urbanización. En efecto, el plan de esta obra monumental se dividía en cinco grandes partes de las que solo se publicaron las dos primeras destinadas al análisis de:*

---

<sup>5</sup> Soria, A. “Los pasos previos a la fundación de una ciencia urbanizadora”. Texto definitivo de la conferencia dictada por Arturo Soria en la Universidad de Barcelona, dentro del ciclo organizado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, con motivo de la exposición conmemorativa del centenario de la muerte de Ildefonso Cerdá en mayo-junio de 1976. Recuperado el 18 de diciembre de 2011 desde: <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/5311/1/Article09.pdf>



- 1) *la urbanización en general, poniendo especial énfasis en la historia, en los orígenes y el desarrollo, tanto de las urbes en conjunto, como de cada uno de sus elementos (tomo I).*
- 2) *la urbanización como un hecho concreto mediante el estudio estadístico exhaustivo de una ciudad determinada (tomo II dedicado al examen cuantitativo de Barcelona).*

*En las tres partes que nos faltan, Cerdá se proponía*

- 3) *exponer "los principios generales, cuya aplicación habría de conducirnos a una urbanización perfecta", es decir, el cuerpo central de lo que él llamaba "ciencia urbanizadora";*
- 4) *deducir, a partir de dicha ciencia, las reglas prácticas, o sea, la técnica;*
- 5) *aplicar, a título de ejemplo, tales reglas al caso concreto de la reforma y ensanche de Barcelona.*

*Al no haberse llegado a publicar el meollo de su obra, ignoramos qué entendía Cerdá por ciencia urbanizadora -de momento sólo se dispone de alusiones a la misma, pero no de definiciones explícitas o de programas detallados-, y desconocemos asimismo cómo se hubieran estructurado dentro de ella sus distintos ingredientes -por ejemplo, las teorías elaboradas por él con anterioridad - y cómo se articulaba esa ciencia general con las aplicaciones técnicas concretas".*

Sin embargo, nuevamente de manera especulativa podemos argumentar que la definición del "Urbanismo" elaborada en 1960 por el Dr José Luis Escario, ingeniero español de Caminos, Canales y Puertos, a propósito de reseñar la herencia de Cerdá, ofrece una aproximación acerca de lo que Cerdá se habría propuesto con la nueva ciencia<sup>6</sup>:

*El urbanismo es la ciencia que permite proyectar una ciudad para vivir en ella, en reparar condiciones de comodidad, higiene y economía, realzando sus bellezas naturales y artísticas; la ciencia del urbanismo es de una enorme complejidad, pues compleja es la vida y, más aún, la vida en común; en la ciencia del urbanismo debe ser guía fundamental el conocimiento de la psicología y las costumbres de la población que ha de ocupar la ciudad; el conocimiento humano de la sociedad para la cual se trabaja, es la base del éxito; sin él, la aplicación fría y rígida de una técnica llevará a fracasos rotundos; el técnico proyectará, pero luego los hombres, quienes han de dar vida a lo proyectado, no seguirán al técnico que no les tuvo en cuenta como hombres, con sus defectos y virtudes; para orientar los problemas urbanísticos hay que ser, en primer término, humano y político; por ello, por tener que cumplir estas condiciones, la complejidad del urbanismo ha ido aumentando a medida que ha ido creciendo el tamaño de las aglomeraciones, y también a medida que el problema de justicia social ha calado más en lo profundo de la conciencia de todos; la ciudad es expresión del espíritu y la civilización de la época" (Escario, J.L., 1960: Pág. 13).*

---

<sup>6</sup> Escario, José L "Un precursor del urbanismo: Idelfonso Cerdá". Revista de Obras Públicas. Tomo I. Madrid. Enero 1960.



La anterior definición, que parecería más bien propia de un estudioso de las ciencias sociales y no de un ingeniero de obras civiles, tiene valor en la medida que intenta explicar el aporte de Cerdá como urbanista, reconociendo el carácter interdisciplinario de la nueva ciencia y la necesidad de ir más allá de planteamientos puramente técnicos.

Puede apreciarse entonces que el término “urbanismo” ha servido desde sus inicios para referirse al conjunto de conocimientos interdisciplinarios orientados a la planificación de ciudades, con el fin de ordenar el crecimiento de las existentes y concebir el tratamiento de aquellas que funcionan mal o están deterioradas, fomentando y guiando en la práctica los procesos de crecimiento y cambio urbano. No escapan de estas consideraciones la Higiene y las implicaciones políticas que conlleva su práctica, amén de su carácter de proceso histórico-social, que es el enfoque que pretendemos aquí.

## **2.2 EL “HIGIENISMO” PROPUESTO POR EDWIN CHADWICK Y EL APORTE DE JOHN SNOW.**

Otra forma de relacionar al Urbanismo con las Redes de Infraestructura Hidráulica es mediante el estudio de la evolución de la Salud Pública durante el siglo XIX. Ello deviene de diversas posturas que durante la Revolución Industrial relacionaban las epidemias con la necesidad de reformas sanitarias. Los aportes del Dr. Edwin Chadwick constituyen un importante referente, pues fue él quien en la Inglaterra de la década de 1840 impulsó las Leyes de Salud Pública, que contemplaban un conjunto de medidas sanitarias que propulsaban obras de agua para el consumo humano y drenajes de aguas residuales y de lluvia para reducir la mortandad por enfermedades infecciosas que azotaban a la población trabajadora.

La argumentación científica para realizar estas obras de agua y saneamiento era la Teoría de los Miasmas, la cual erróneamente explicaba la reproducción de enfermedades en el medio urbano. De acuerdo con esta teoría, las epidemias eran comunes en los barrios sucios y malolientes de la gente pobre porque las enfermedades se transmitían por los hedores que generaban las suciedades, lo cual impulsó campañas públicas que, en vez de prestar atención a la salud de la población, se preocupaban principalmente por las condiciones ambientales.



**Foto 2-3:** Edwin Chadwick.

Fuente: <http://arssecreta.com/?tag=ciudades-sagradas>

Las formas de contagio de enfermedades, la manera de hacer descender las tasas de morbilidad y mortalidad y las acciones de Salud Pública más eficaces para lograrlo, fueron temas objeto de diversas controversias durante el siglo XIX, y aún lo son hoy<sup>7</sup>. En la Alemania del siglo XIX, el Dr. Rudolph Virchow fue enviado en 1847 a Silesia para investigar una epidemia de tifus; concluyendo en su informe, recibido desfavorablemente por las autoridades alemanas, que el remedio estaba en acentuar reformas higiénicas y sociales, mejorando las condiciones de vida, de educación y de libertad<sup>8</sup>. En Francia, Louis Villermé mostró con datos estadísticos que la frecuencia de enfermedad y las tasas de mortalidad en París estaban relacionadas con las condiciones de vida de las diversas clases sociales.

Aunque también señalan las condiciones sanitarias como causantes de las enfermedades, tanto Virchow como Villermé señalaron que las condiciones de trabajo, salario y nutrición, en suma, las desigualdades sociales, eran explicativas de estas epidemias. Sin embargo, el enfoque de Chadwick, centrado en la atención sanitaria, prevaleció como receta para luchar en contra de las

<sup>7</sup> Al respecto un artículo del geógrafo Tapia Granados, J. A. "Economía y Mortalidad en las Ciencias Sociales: del Renacimiento a las Ideas sobre la Transición Demográfica", aparecido en la revista Salud colectiva v.1 n.3 Lanús sep./dic. 2005, realiza un interesante recuento histórico acerca de la evolución de las ideas en torno a la salud pública hasta nuestros días. Recuperado el 23 /12/2011 desde <http://www.scielo.org.ar/pdf/sc/v1n3/v1n3a03.pdf>

<sup>8</sup> "la epidemia tenía causas sociales y económicas y acentuó la necesidad de reformas higiénicas y sociales para prevenir nuevos brotes. El remedio que Virchow recomendaba era la mejora de las condiciones de vida, la educación y la libertad basada en una "democracia completa y sin restricciones". Para Virchow la medicina es una ciencia social "y la política no es otra cosa que medicina a gran escala" Tapia Granados, J. A. Op. cit.



epidemias, en un momento donde las posturas de *laissez faire* tenían gran peso en la gestión pública:

*“Chadwick contribuyó a popularizar la teoría miasmática y se convirtió en uno de los fundadores de la salud pública en Gran Bretaña y en el mundo. Pero en el punto de vista "sanitario" de Chadwick, la pobreza como tal, igual que la nutrición y las condiciones de vida y trabajo –causas prominentes de enfermedad y muerte para Virchow y Villermé– fueron desplazadas del foco de la gestión pública y la política sanitaria, ahora centradas en eliminar la inmundicia, construir redes de alcantarillado para las aguas residuales e instalar fuentes de agua potable limpia”* (Tapia Granados, 2005: Pág. 297).

Chadwick no fue el único que se valió de esta teoría para justificar la acción sanitaria. Valga señalar que otros notables pensadores de la época, tales como Frederick Engels, se sumaron a esta apreciación de Chadwick a cerca de la teoría miasmática y la forma de combatirla:

*“Un año después, en “La condición de la clase obrera en Inglaterra en 1844”, Engels escribió extensamente sobre lo que en nuestra época llamaríamos asuntos epidemiológicos. En ese libro es clara la aceptación engelsiana de la llamada teoría miasmática, según la cual “las materias vegetales y animales en putrefacción” y “los basurales y las aguas estancadas en las barriadas donde viven los trabajadores” generan “precisamente esos gases que producen la enfermedad” ... Engels atribuía la mayor mortalidad y morbilidad en las ciudades y especialmente en sus distritos industriales comparados con el campo a la falta de oxígeno y al exceso de “ácido carbónico gaseoso” (es decir, CO<sub>2</sub>) debido al hacinamiento y la falta de ventilación apropiada.”* (Tapia Granados, 2005: Pág 293)

El famoso reporte elaborado en 1842 por el Dr. Edwin Chadwick<sup>9</sup>, “Survey into the Sanitary Condition of the Labouring Population in Great Britain”, señalaba la correlación entre las precarias condiciones sanitarias, el hacinamiento y la aparición de enfermedades. En efecto, en sus conclusiones el reporte señala que:

*“... las distintas formas de enfermedades epidémicas, endémicas y otras enfermedades, eran ocasionadas, agravadas o propagadas entre la clases trabajadoras por impurezas atmosféricas*

---

<sup>9</sup> Edwin Chadwick (1800 – 1890) fue un reformador de la administración pública en materia sanitaria, promoviendo la aprobación y aplicación de dos importantes leyes: la “Public Health Act” y la “Nuisances Removal and Diseases Prevention Act” en 1848, donde se inicia la práctica formal de la ingeniería sanitaria como una competencia gubernamental, a pesar de la fuerte resistencia por la no intervención en estas materias como asuntos gubernamentales. Fue un precursor de la ingeniería sanitaria, al punto que la University College of London tiene su sede en el Edificio Chadwick y el jefe del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental está subvencionado por una donación de la familia Chadwick. El filósofo Jeremy Betham ejerció una notable influencia sobre su persona. University College London (2008). (<http://www.civeng.ucl.ac.uk/edwin.htm>)



*producidas por la descomposición de sustancias animales y vegetales, por la humedad y la suciedad, y por las cerradas y hacinadas viviendas en que habitaban estas personas y que prevalecían en cada parte del Reino. Tales enfermedades, aunque sus ataques son frecuentes, están siempre relacionadas con las condiciones físicas especificadas arriba, y dondequiera que estas condiciones son removidas mediante un buen drenaje, una limpieza apropiada, una mejor ventilación y otras medidas, estas impurezas atmosféricas disminuyen y la frecuencia e intensidad de las enfermedades son abatidas".* (citado en Cherry, G., 1992: Pág 24).

Respecto a las recomendaciones, el reporte de Chadwick recalca:

*"Las medidas primarias más importantes, y al mismo tiempo la más viable, dentro de la providencia de la administración pública, son el drenaje, la remoción de todos los desechos generados en viviendas, calles y avenidas y el mejoramiento del suministro de agua".* (citado en Cherry, G., 1992: Pág 25).

El reporte de Chadwick, la aparición de una nueva epidemia de cólera en 1845, las mejoras que algunos municipios comenzaron a realizar en esta materia, y la presión en la opinión pública de la "Health of Towns Association", una asociación de higienistas ingleses, propulsaron la promulgación de la "Public Health Act", la primera de una serie de leyes en materia de salud pública y la primera medida efectiva de carácter nacional que fue tomada para asegurar la salud pública en áreas urbanas.

Fue así como las deplorables condiciones de vida de las ciudades industriales y la propagación de epidemias que afectaron a la población, dieron lugar a un movimiento higienista que señaló que la causa de las enfermedades estaba determinada por las carencias sanitarias relacionadas con una urbanización desordenada. A partir de 1840 puede decirse que la Salud Pública es tomada como argumento en Inglaterra para realizar reformas urbanísticas impulsadas por el Estado.

*"Fue la popularidad de esta teoría miasmática, ampliamente compartida entre profesionales de la salud e higienistas –con la notable excepción de John Snow–, una de las razones que condujeron a centrar la reforma sanitaria en la provisión de alcantarillado en detrimento de un enfoque más amplio de las causas de la alta morbilidad y mortalidad urbanas, que tuviese en cuenta la situación de pobreza y explotación de buena parte de la población."*

(Canales, E. Carbajal, A. 2012: Pág. 129).

En contraposición a la teoría de los miasmas, otro grupo de médicos, los contagiacionistas, sostenían que la enfermedad pasaba de unas personas enfermas a otras sanas por contagio de posibles microorganismos. En este contexto, los trabajos del Dr John Snow fueron precursores y permitieron focalizar la atención en la forma de contagio.



*“John Snow contribuyó a la formación de la teoría microbiana cuando localizó el foco del brote de cólera de 1854 en el barrio londinense del Soho. El análisis estadístico de los casos de afectados mostró que el brote no concordaba con la teoría miasmática que estaba extendida en ese tiempo. Contrario al modelo de contagio, identificó beber agua como el causante de la transmisión de la enfermedad. Descubrió que ocurrieron casos en las casas que obtenían su agua de la fuente de Broad Street, que, no casualmente, estaba en el centro del brote”.*

*([http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_microbiana\\_de\\_la\\_enfermedad](http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_microbiana_de_la_enfermedad)).*

**Foto 2-4:** Dr. John Snow.

Fuente: [http://www.whale.to/vaccines/snow\\_h.html](http://www.whale.to/vaccines/snow_h.html)

Los trabajos de Robert Koch, un médico alemán que aisló el bacilo de la tuberculosis en 1882, y también el bacilo del cólera en 1883, casi 30 años después de los análisis de John Snow, terminaron dando la razón a los segundos y temporalmente la atención se centró en microorganismos específicos, pasando la Salud Pública a segundo plano.

*“La idea de que la pobreza y la miseria son causas de enfermedad y muerte, ligada casi siempre a la teoría miasmática, había impregnado la ciencia social en el siglo XIX. Snow murió en 1858, muchos años antes de que Koch aislara y cultivara el vibrión colérico en 1883. Los avances vertiginosos de la bacteriología a finales del siglo XIX y comienzos del XX hicieron que la teoría miasmática fuera desplazada por el contagionismo y que se consolidara el determinismo microbiológico, que adscribió prácticamente una bacteria o un virus a cada enfermedad. Snow fue uno de los eslabones fundamentales en esa evolución”.*

(Tapia Granados, 2005: Pág 299)

### **2.3 LA INCIDENCIA DE LA EPIDEMIOLOGÍA SOBRE EL URBANISMO. LOS ESTUDIOS DE CERDÁ.**

Dentro de esta asociación entre las condiciones del hábitat y las estadísticas epidemiológicas, resulta explicable que Cerdá también analizara la condición sanitaria de Barcelona para justificar la actuación urbanística”, abordando entonces su propuesta de Ensanche desde un enfoque higienista. Según señala Soria (Soria y Puig, A. 1976: Pág. 43 y 44):



*“... para abordar el análisis de las relaciones entre el continente y el contenido, (Cerdá) dió, entre otras muchas cosas más, cuatro repasos a TODAS las viviendas, manzanas y calles de Barcelona. En el primero midió todas las superficies, diferenciando vías e intervías y especificando distintos usos del suelo. En el segundo repaso cuantificó las habitaciones y habitantes existentes en cada calle, manzana, barrio y distrito, ordenando los habitantes y habitaciones según los pisos y diferenciando según se tratase de edificios públicos o privados. Como decía Cerdá, esa era una manera de expresar la capacidad práctica del continente. La razón de clasificar los habitantes y habitaciones por pisos era entonces de peso. Antes del ascensor la segregación social tenía lugar según la altura. Ricos y pobre vivían en el mismo edificio, pero los ricos pagaban más con tal de ahorrarse las escaleras y moraban en los bajos que además eran mucho más amplios. Con vocabulario actual diríamos que la variable "pisos" equivalía a un buen indicador de la renta.*

*El tercer repaso lo dió ordenando todos los muertos del decenio 1856-65 por pisos, calles, manzanas, barrios y distritos. El cuarto consistió en hacer lo mismo con los muertos en una epidemia de cólera que duró 80 días: la de 1865.*

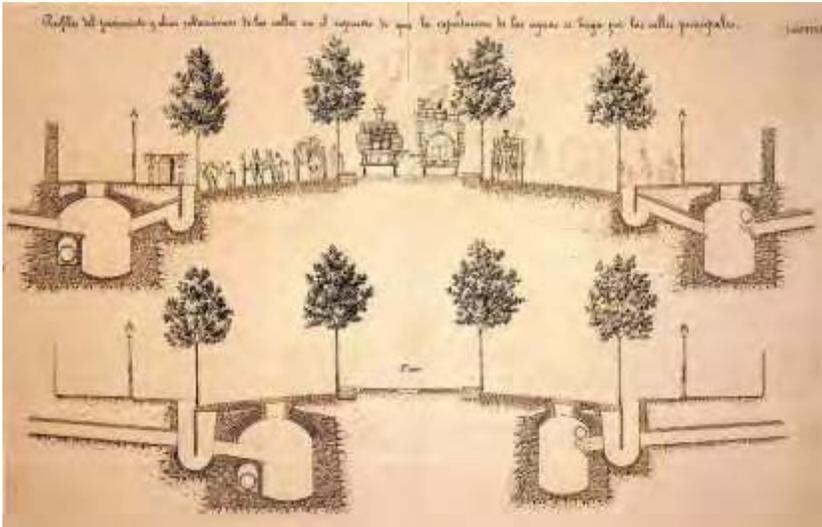
*Con las superficies, la mortalidad y los habitantes suficientemente desglosados, pasó a estudiar las superficies de todo tipo que tocaban por habitante, la mortalidad anual absoluta y relativa por pisos, calles, manzanas, barrios y distritos, el volumen respirable por piso y dormitorio correspondiente a cada persona por hora de sueño, etc. I Las desigualdades que así llegó a cuantificar eran impresionantes y para muestra pueden bastar dos botones:*

*- el volumen de aire respirable por persona y hora de noche en el dormitorio de un primer piso correspondiente a una buena casa era de 6,4 m<sup>3</sup> y a un habitante de una tienda de la Barceloneta le tocaban tan solo 0.74 m<sup>3</sup> (11,5291, es decir, casi nueve veces menos.*

*- la mortalidad por pisos variaba en la urbe matriz entre 1,77% en el primero y 3,17% en el quinto y en los suburbios rurales las diferencias eran aún más acusadas: 2,67% en los primeros y 6,67 en los cuartos pisos.*

*(así)...fue capaz de demostrar cuantitativamente la variación de la mortalidad según la clase social, según la densidad del barrio, según la orientación, anchura y distancia al centro de las calles, según los pisos y según hubiera o no jardines interiores en las manzanas.”*

El análisis de Cerdá de las condiciones habitacionales de la población para determinar las causas de morbilidad y mortalidad, constituyeron la clase de evidencias utilizadas para justificar propuestas urbanísticas y arquitectónicas que aseguraran un adecuado asoleamiento, ventilación y espacio abierto para la vivienda y para las nuevas secciones de ciudad, y que también se expresó en códigos sanitarios de edificación y urbanización cuya promulgación se inició a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX.



**Foto 2-5:** Ensanche de Barcelona.  
Detalle en sección de una calle.

Fuente:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cerda-avantprojecteEixample-1955.jpg>

La propia Carta de Atenas redactada por el CIAM en 1933 señalará a la salud pública, la higiene y la salubridad – y en ocasiones a la medicina y la prevención de la tuberculosis - como argumentos para justificar la necesidad de áreas verdes y libres, la elección de sitios suficientemente soleados y ventilados como lugares de habitación, la pertinencia de privilegiar del espacio abierto frente a la excesiva densificación y turgurización de las ciudades, y la demolición de secciones antiguas de las ciudades donde estas condiciones insalubres prevalezcan, siempre que no representen valores históricos o culturales que deban preservarse.<sup>10</sup> Al revisar los antecedentes históricos, puede entonces apreciarse que desde las argumentaciones de carácter higienista se concibieron principios y actuaciones urbanísticas tanto para la construcción de nuevas viviendas como para la planificación y crecimiento de ciudades.

<sup>10</sup> También señaló erróneamente la necesidad de segregar usos y de alejar las viviendas respecto a los sistemas de circulación, lo cual condujo a las prácticas de “zoning” que trajeron consigo otros problemas y que contradicen postulados más recientes de la “ciudad compacta”.



## 2.4 LA POLÍTICA SANITARIA COMO RESPONSABILIDAD DEL ESTADO Y EL PAPEL DEL MUNICIPIO.

Otro paso necesario en la vinculación del Urbanismo y las redes sanitarias de infraestructura hidráulica, es identificar cómo estas materias pasan a ser consideradas responsabilidades gubernamentales. Aunque se han producido influencias de lado y lado, en este punto es necesario reconocer las diferencias entre la tradición latina y anglosajona, así como los importantes cambios inducidos por la urbanización, y por la evolución del derecho administrativo en Alemania, Francia, Italia y España, además de su adaptación y reinterpretación a las condiciones específicas de los países latinoamericanos, y específicamente de Venezuela<sup>11</sup>.

En los países de herencia latina, y particularmente en los que provienen de la empresa colonizadora española, la impronta de la tradición romana para la fundación de ciudades se deja sentir en los asuntos de reserva de tierra, provisión y drenaje de aguas necesarias para ejercer señorío sobre nuevas tierras, las cuales derivan en responsabilidades del gobierno local, señaladas ya sea por costumbre o por estipulaciones escritas.

La empresa colonizadora española en el Nuevo Mundo también se nutre del proceso de repoblamiento de la península ibérica durante la reconquista de los territorios ocupados por los musulmanes, siendo los cabildos los que asumen en primer término la prestación de los servicios públicos de agua y desagüe, además de administrar otras materias. Es decir, en los países de tradición latina, la responsabilidad del gobierno local en materia de servicios y establecimiento urbano, constituye un precepto recogido en normas jurídicas que se remontan a la antigüedad.

En el “Código de las Siete Partidas” instituido por Alfonso X El Sabio, la fundación de una ciudad en nuevas tierras entrañaba derechos de señorío. La provisión de agua en el castillo era una responsabilidad del Rey (Segunda partida, título 18, Ley 10). Por otra parte, la eliminación de suciedades y aguas usadas era responsabilidad de quien las arrojara a la calle, debiendo pagar el daño que ocasionase a terceros.<sup>12</sup>

Para el establecimiento de colonias, donde el acto fundacional es una “orden” que debe seguir ciertos preceptos, las responsabilidades de la nueva autoridad, primariamente asumida por el Cabildo o Ayuntamiento, se inician con la de poblar y mantener a los colonos en un determinado

<sup>11</sup> Señalo estas influencias, claves en la comprensión del derecho administrativo venezolano, en vista de su consideración por el Dr Eloy Lares Martínez, en su conocido “Manual de Derecho Administrativo”.

<sup>12</sup> Ley 25: *Echan los hombres a veces de las casas donde moran de fuera en la calle agua o huesos u otras cosas semejantes, y aunque aquellos que lo echan no lo hiciesen con intención de hacer mal, pues si acaeciese que aquello que así echasen hiciese daño en paños o en ropa de otros, obligados son de pagarlo doblado los que en aquella casa moran.*



territorio, siendo entonces ineludibles la prestación de los servicios de agua y alcantarillados, y el deslinde y asignación de tierras para el crecimiento.

Los preceptos jurídicos establecidos en las Siete Partidas, más la jurisprudencia y nuevas normas que se fueron sumando y que constituyeron el cuerpo de las Leyes de Indias de Fernando VII, aunque esta compilación apareció posteriormente a la fundación de muchas ciudades hispanoamericanas, fueron los instrumentos jurídicos que establecieron la base de las nuevas relaciones en las *civitas* españolas en el Nuevo Mundo.

La adopción del Municipio como institución de gobierno local, de acuerdo a lo señalado por Enrique Orduña Rebollo, un connotado municipalista quien ha estudiado profundamente la historia y realidad iberoamericana en este tema, proviene de la experiencia del proceso repoblador y reconquista de territorios ocupados por los musulmanes en la península ibérica, iniciado por los reinos asturiano-leoneses durante los siglos IX y X, y completado por el reino de Castilla y León<sup>13</sup> hasta el siglo XV con la conquista de Granada hacia 1492. Este proceso requirió establecer en España la constitución del ayuntamiento, cabildo o concejo de pobladores para decidir sobre las materias de la vida local, antes dominio exclusivo de los reyes y señores feudales.

Esta experiencia constituyó la génesis del Municipio español, y se consolidó con el Fuero Municipal, donde los reyes y señores feudales españoles reconocían la jurisdicción de los pobladores para administrar villas y ciudades. El concepto del Cabildo español, con sus fueros, ordenanzas, Regidores y demás magistrados municipales, fue trasladado al Nuevo Mundo, constituyéndose en la institución primaria para el ejercicio de la autoridad real en las ciudades recién creadas, y por lo tanto, la responsable del agua, el saneamiento, la traza urbana y el deslinde de propiedades existentes y futuras. Tal como lo afirma Orduña Rebollo (Orduña Rebollo, E, 2004):

*Las distintas condicionantes socio-espaciales y económicas marcaron la diferencia de los Cabildos americanos con los de Castilla y condicionaron su existencia, pues si los de la metrópoli tenían que soportar el intervencionismo, en América tuvieron que defender en múltiples ocasiones los intereses del común frente a las intromisiones y abusos de las altas autoridades coloniales, la ambición de los representantes del mercantilismo sevillano e, incluso, soportar la anatema de algún Cabildo catedralicio. La institución municipal que se traspaasa a América, como hemos afirmado en varias ocasiones, se implanta en las nuevas tierras con toda la pureza, fuerza y vigor de sus mejores tiempos, allá por los siglos X al XII en las tierras de Castilla y de León*

---

<sup>13</sup> "Esta acción repobladora supuso la aparición de numerosos núcleos de población que serían los futuros municipios. A estas entidades, eminentemente rurales, los reyes de Asturias y Aragón les otorgaron determinados privilegios de inmunidad, y en virtud de los mismos quedó prohibida la entrada en ellos a los funcionarios reales". Orduña R, E. (2004)



Así, la Salud Pública devino en una responsabilidad de los ayuntamientos reunidos en cabildos en las colonias americanas. De hecho, el Cabildo de Caracas se reúne el 19 de abril de 1810 precisamente para tratar aspectos de salud pública<sup>14</sup>, incorporando adicionalmente al objeto de esta reunión el vacío de poder creado con la intromisión francesa al reinado de Fernando VII.

A raíz de la Independencia, las reformas surgidas durante la Revolución Francesa y la recién promulgada Constitución Norteamericana se convierten en fuentes inspiradoras del derecho de los países iberoamericanos. Hacia 1800, en Francia se había extremado el poder local a través de las comunas como unidades elementales de organización territorial, existiendo más de 40 mil; ello, aunado a la fuerza adquirida por los cabildos en el proceso independentista y a la costumbre de que las “materias propias de la vida local” estuviesen bajo su responsabilidad desde el siglo XV al XVIII, dio lugar a que se estableciera al municipio con gran fuerza en las posteriores constituciones hasta nuestros días, reconociéndose su autonomía, aunque con una intromisión centralista y un debilitamiento paulatino de sus poderes y de su capacidad de manejo de recursos tributarios<sup>15</sup>.

Para los países de tradición anglosajona, donde imperaba el punto de vista del *laissez faire*, el movimiento higienista en Inglaterra de mediados del siglo XIX, aunado a reformas políticas y a la emergencia de un movimiento humanitario de corte moral y religioso, son los elementos que repercuten de manera determinante en establecer la responsabilidad del gobierno local sobre los temas de vivienda, agua y saneamiento en las ciudades. De acuerdo con Gordon Cherry (Cherry, G. 1988: Pág 19-20):

*“Un improvisado conjunto de ajustes al gobierno local constituyó un precursor del ataque a la insalubridad y de las mejoras sanitarias que vinieron posteriormente. La oportunidad se produjo a raíz de un cambio de poder en la política nacional. Con la dimisión de Wellington en noviembre de 1830, el conde Charles Grey fue invitado por William IV para ser Primer Ministro, y su coalición*

<sup>14</sup> Los párrafos esenciales del Acta del 19 de Abril de 1810 señalan curiosa y claramente el objeto original de la reunión del Cabildo de Caracas, lo que ocurrió, quienes se reunieron y la decisión tomada: *“Los señores que abajo firmarán y son de los que componen este Muy Ilustre Ayuntamiento con el motivo de la función Eclesiástica del día de hoy Jueves Santo, y principalmente con el de atender a la salud pública de este Pueblo que se halla en total orfandad, no sólo por el cautiverio del Señor Don Fernando Séptimo, sino también por haberse disuelto la Junta que suplía su ausencia en todo lo tocante a la seguridad y defensa de sus dominios invadidos por el Emperador de los Franceses, y demás urgencias de primera necesidad, a consecuencia de la ocupación casi total y los Reinos y Provincias de España, de donde ha resultado la dispersión de todos o casi todos los que componían la expresada Junta y, por consiguiente, el cese de sus funciones”* Resaltado nuestro.

<sup>15</sup> *“Es de destacar, así, por ejemplo, el esquema territorial establecido en la “Constitución de la Provincia de Venezuela” (enero 1811), cuyo territorio comprendía el área central del país, conforme al cual como en Francia, se dividió la Provincia en cinco Departamentos, los Departamentos en Cantones y los Cantones en Distritos, estableciéndose las Municipalidades en las Capitales de Distritos. Se creó así, el Poder Municipal en 1811, en la Constitución Provincial de Venezuela agregando a la propia tradición municipal que provenía de España, los aportes de la concepción francesa. Por ello, desde el punto de vista de la organización territorial, el municipalismo venezolano puede considerarse que no tiene su origen en el español, sino más bien en la concepción francesa, que luego España recoge, con posterioridad, a partir de 1830”.*(Brewer Carías, A., 2011: Pág. 29).



*durante el liderazgo de los Whigs revitalizó la política inglesa (Briggs, 1959). El retorno de los Whigs implicó reformas que en un período de cinco años tomaron la forma de tres importantes iniciativas: parlamentarismo, leyes para los pobres y municipalismo. Después de tensos debates, marcados por disturbios en el país y la organización de sindicatos políticos, la “Propuesta de Reforma de Grey” fue aprobada en 1832, estableciendo un nuevo sistema electoral; la nueva “Ley para los Pobres” de 1834 abolió el poder parroquial prevaleciente, e introdujo nuevas formas de administración que hicieron más eficientes a los gobiernos locales ingleses; y la “Ley de Corporaciones Municipales” de 1835 constituyó una reforma comprehensiva del gobierno local. Este tercer aspecto de la trilogía de reformas es el que más interesa aquí.*

*En julio de 1833 una Comisión fue designada para investigar el estado de las corporaciones municipales en Inglaterra, Wales e Irlanda. Veintidós comisionados investigaron las condiciones de las corporaciones existentes, y entregaron su informe en 1835, en el cual condenaban el oligárquico sistema existente. La resultante Ley de Corporaciones Municipales de 1835 eliminó de una sola vez los cargos, usanzas y derechos preexistentes, y estableció poderes sobre una base popular, simple y uniforme en todas las corporaciones municipales. Se reformaron las corporaciones existentes y se crearon nuevos burgos (boroughs); a ellos se le asignaron poderes previamente señalados por los comisionados de mejora. Fueron electos nuevos cuerpos, bajo la premisa de elegir a aquellos que contaran con las calificaciones necesarias.*

*Antes de finalizar la centuria, los motores para el cambio recibieron nuevos aportes. El movimiento evangélico humanitario, aparecido en el siglo XVIII, animó a muchos para establecer un nuevo orden moral en la emergente sociedad industrial. El trabajo de Lord Ashley (posteriormente Lord Shaftesbury desde 1851) respecto a las condiciones de trabajo de las clases obreras constituye una muestra de ello. Esta preocupación fue la misma volcada por los reformadores sociales sobre la Salud, la Higiene, y la necesidad de un entorno más ajustado a la dignidad humana. Con la filantropía vino la poderosa contribución de nuevas profesiones, servidores públicos y practicantes. Fueron aportados datos, informes, inspecciones y nuevas propuestas legislativas. No obstante, las fuerzas reformistas se confrontaron con la poderosa filosofía política de laissez faire, en la que se santificaba la propiedad privada y se rechazaba extender los poderes del Estado. Los argumentos de parte y parte reverberaron durante el resto del siglo XIX y el siglo XX, y constituyeron una dura batalla alrededor del alcance de los poderes de control Estatal.”*

Pero es la Ley de Salud Pública (Public Health Act) la que implica una organización administrativa de cara a las obras de agua y saneamiento. De acuerdo con Esteban Canales y Ángeles Carbajal <sup>16</sup>:

<sup>16</sup> Canales, E. Carbajal, Á. Cuando alimentarse era peligroso para la salud: la adulteración en Gran Bretaña al mediar el siglo XIX. REVISTA HMIC, NÚMERO X, Barcelona, 2012. Recuperado el 18 de diciembre de 2012 desde <http://webs2002.uab.es/hmic/2012/HMIC2012.pdf>



*“El Public Health Act había sentado en 1848 las bases de una ambiciosa política de reforma sanitaria centrada en la provisión de alcantarillado y agua corriente a las ciudades inglesas –con la excepción de la capital–, bajo la supervisión de un organismo central encargado de sancionar la creación de consejos locales de salud en los municipios urbanos que así lo desearan y de ofrecerles préstamos en condiciones ventajosas para la realización de obras de saneamiento. Seis años más tarde eran más de trescientas las ciudades que habían solicitado adherirse a la nueva ley y en 182 de ellas ya funcionaba el correspondiente Board of Health”. En Londres, donde las cuestiones de saneamiento se trataban desde 1848 en un organismo unificado, la Comisión de Alcantarillado, el Metropolis Local Management Act estableció en 1855 un Consejo metropolitano de obras públicas con el propósito de coordinar los trabajos de infraestructura urbana y acometer la construcción de la red de alcantarillado principal. En 1865 se habían completado 82 de las 100 millas previstas del sistema de interceptación y conducción de aguas residuales hasta cerca de la desembocadura del Támesis” (Canales, E. Carbajal, A., 2012: Pág. 129).*

Otro aspecto relevante de la tradición anglosajona es la corresponsabilidad en la forma como se abordan estas mejoras en las redes de infraestructura hidráulica. Lejos de implicar la descarga de responsabilidades a la población beneficiaria, las obras implicaron nuevos tributos a la propiedad, además de la obtención de préstamos provenientes del gobierno central que permitieron financiar las mejoras:

*“La realización de unas reformas con elevadas exigencias de capital dependió de la disposición de los municipios a asumir la carga económica y a repercutirla de manera más o menos igualitaria sobre los contribuyentes –mediante un impuesto sobre el valor de la propiedad–, una tarea complicada en una época en la que el voto estaba todavía restringido a las clases propietarias y en la que pequeños comerciantes y rentistas tenían peso en la dirección de la vida local”. (Canales, E. Carbajal, A., 2012: Pág. 129 y 130).*

Inicialmente las reformas sanitarias se centraron en la mejora de la red de alcantarillado sanitario, para posteriormente ocuparse del suministro de agua corriente en condiciones “higiénicas”, las cuales estaban a cargo de empresas privadas, lo cual dio lugar a la reforma de la Ley de Salud Pública en 1872:

*“En casi todas las ciudades el suministro de agua seguía estando en manos de compañías privadas –lógicamente con un enfoque más mercantil que sanitario–, pues hasta 1872 (Public Health Act) no se responsabilizó a las autoridades locales del suministro de agua potable, una medida que facilitó la lenta municipalización de dicho servicio. Hasta entonces, alcantarillado y acceso al agua potable siguieron con frecuencia caminos distintos, con menoscabo para la salud. (Canales, E. Carbajal, A., 2012: Pág. 131).*



La necesidad encarar reformas sanitarias que beneficiaran al pueblo desde la gestión gubernamental, fue objeto de importantes discusiones políticas. Uno de los políticos que apoyó con energía las reformas sanitarias fue Benjamín Disraeli quien tanto como líder de la oposición<sup>17</sup> como siendo Primer Ministro, señaló la pertinencia de acometer obras de agua potable y saneamiento como parte de las labores del Estado. La posición higienista de Disraeli fue utilizada como referente en otros países, entre ellos Venezuela, como argumento para convencer a las instancias políticas de abordar la cuestión sanitaria como una política de Estado.

## **2.5 LA PLANIFICACIÓN, EL DISEÑO Y LA GESTIÓN URBANA Y SANITARIA COMO OBLIGACIONES DEL ESTADO VENEZOLANO: EL PAPEL DE LOS GOBIERNOS LOCALES.**

En el caso venezolano, tanto la ordenación urbana como los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica son tradicionalmente concebidos como responsabilidades municipales por distintas constituciones venezolanas. Desde 1925, las distintas constituciones han señalado expresamente la competencia en materia de agua potable y saneamiento al Municipio<sup>18</sup>. En cuanto al urbanismo, aparece expresamente en el ordenamiento jurídico venezolano a partir de 1947, cuando la Constitución promulgada en aquel año señaló (artículo 112 y 138) esta materia como competencia municipal sujeta a normas nacionales (Geigel, N. 1972: Pág. 20; y Geigel, N. 1993: Pág. 120).

Sin embargo, independientemente de lo señalado en la Constitución y las leyes de la República, la asignación de responsabilidades en materia de agua potable y saneamiento en Venezuela se ha caracterizado por una búsqueda del arreglo institucional más conveniente para garantizar niveles adecuados de calidad y cobertura, la mayoría de las veces ajena a lo previsto legalmente. Esta búsqueda ha logrado a lo largo del tiempo mecanismos de atención dependiente de coyunturas económicas, sociales y políticas que favorecieron inicialmente una gestión altamente centralista que se inició en 1863 y perduró con variaciones y mejoras hasta 1992; luego una empresa estatal descentralizada hacia finales del siglo XX y en los últimos años, una tendencia hacia la

---

<sup>17</sup> “...Otro gran objetivo del partido Tory, (...) es la mejora de la condición del pueblo (...) Ha de resultar obvio para todos los que consideran la condición de la multitud común deseo de mejorarla y elevarla, que nada importante puede conseguirse sin alguna reducción de sus horarios laborarles y una humanización de sus trabajos (...) Hace poco tiempo me aventuré a decir, hablando en una de las grandes ciudades de este país, que la salud de la población era la cuestión más importante para un estadista. Este es, caballeros, un tema extenso, con muchas ramificaciones. Incluye el estado de las viviendas de la gente (...) el disfrute de algunos de los principales elementos de la naturaleza, aire, luz y agua (...) la regulación de su industria, la inspección de su trabajo (...) De ustedes depende el tema.” Disraeli, discurso a los miembros del partido conservador (Tory) en el crystal palace, 24-6-1872.

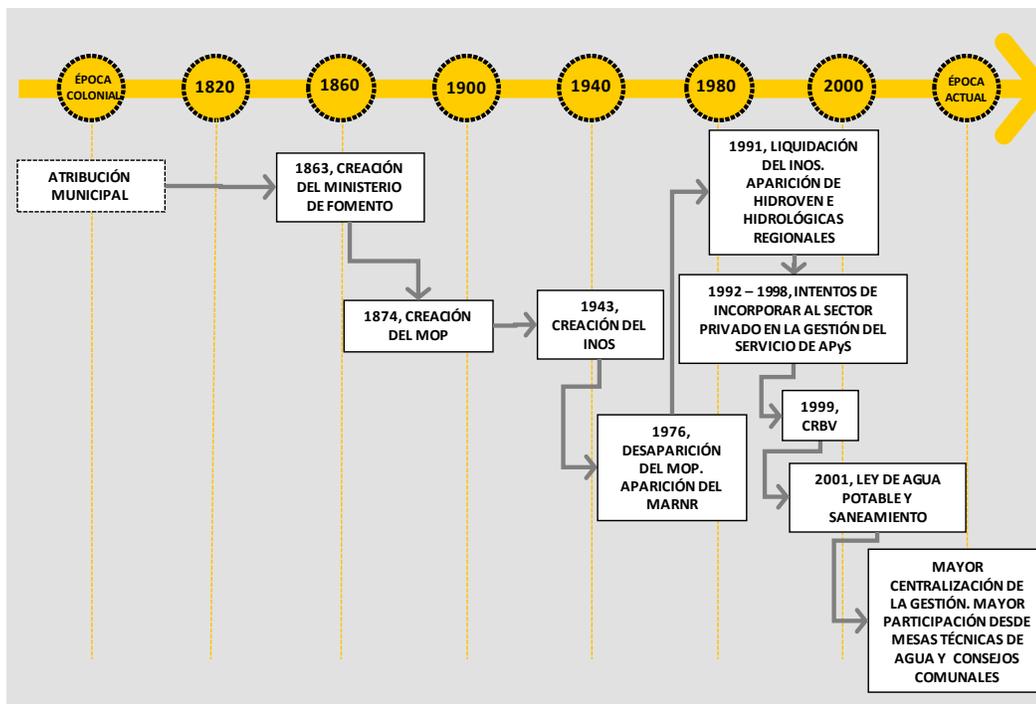
<sup>18</sup> El texto constitucional venezolano de 1925 fue el que consagró por vez primera materias de servicio público tradicionalmente reservadas a las municipalidades como: «...organizar sus servicios de policía, abastos, cementerios, ornamentación municipal, arquitectura civil, alumbrado público, **acueductos**, tranvías urbanos y demás de carácter municipal...» (artículo 18, ordinal 1) (Resaltado nuestro).



centralización del servicio, promoviéndose una mayor participación popular en la ejecución de obras a través de organizaciones autogestionarias comunitarias.

Con la ordenación urbana ha ocurrido algo similar: originalmente fue una materia relacionada con los gobiernos locales, pero paulatinamente, hacia 1946 fue asumida de hecho por el gobierno central, sin que mediara una legislación que ordenara las atribuciones entre los entes que asumían la responsabilidad. La tardía aparición de leyes que regulaban la práctica urbanística y la ordenación del territorio hacia la década de los '80 reconocieron la competencia de los municipios para abordar esta materia, pero manteniendo un fuerte control del Ejecutivo Nacional. Esta tendencia centralista de abordar la ordenación urbana se mantiene aún en la reciente ley sobre la materia del año 2005, ya antes reseñada.

Pero, conviene revisar brevemente esta evolución del marco legal y compararla con la situación prevaleciente en cada uno de los servicios. La responsabilidad del acueducto y del saneamiento de aguas residuales fue siempre una reconocida atribución municipal desde la Colonia, hasta que en 1863, con la creación del Ministerio de Fomento, se institucionalizó la atención centralizada por parte del Estado mediante una sección destinada a "Vías de Comunicación, Acueductos y Obras Marítimas".



**Figura 2-1:** Cronología de las instituciones relacionadas con el agua potable y saneamiento en Venezuela.

Fuente: Elaboración propia. 2012



En 1874, con la creación del MOP, se crea una dirección de “Vías de Comunicación Fluviales y Terrestres y de Acueductos”, que luego derivó en una sala técnica de ferrocarriles, caminos y acueductos en la época de Gómez. Hacia 1911 Román Cárdenas, ministro de Obras Públicas, expresó que importantes ciudades del país no tenían acueductos; *“Caracas, por ejemplo, no contaba con un eficaz servicio de agua potable ni con un buen sistema de cloacas. Por esa razón el ministro insistía en que la dependencia a su cargo debía ocuparse preferentemente de las vías de comunicación, de los acueductos y de las obras de saneamiento”* (Fundación Polar, 2000: Búsqueda: “Acueductos”).

La creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias en 1943 como organismo adscrito al Ministerio de Obras Públicas, fue la respuesta del Estado ante la imposibilidad de que los municipios y el propio Ministerio de Obras Públicas encararan con éxito la atención de las demandas de agua potable y saneamiento del país, que en la década de los años 40 y 50 registraba las mayores tasas de crecimiento de su población urbana (Geigel, N. 1993: Págs. 81-89). El INOS se encargó de todas las actividades que había venido desarrollando hasta ese momento la Dirección de Obras Hidráulicas y Sanitarias del MOP, consistentes en el estudio, construcción, reforma y aplicación de los sistemas de acueductos y cloacas del país. La gestión del INOS duró cuarenta y nueve años, y estuvo signada por modernizar las instalaciones y garantizar la mayor calidad y cobertura del servicio ante una urbanización creciente.

A finales de la década de 1970 la población atendida por el INOS alcanzaba más del 80% de la población urbana del país, una notable mejoría de la cobertura del servicio de agua potable y saneamiento para la fecha, pero ya el organismo confrontaba graves problemas presupuestarios. Esa insuficiencia presupuestaria trajo consigo importantes recortes en el programa de obras a ejecutar y el endeudamiento del organismo. Una de las causas de esta situación eran las bajas tarifas del agua cobradas al público y la gran brecha existente entre el número de usuarios y de suscriptores – la entrega de agua no contabilizada -. Por otra parte, en 1976 se aplicó una importante reforma administrativa ministerial que desmembró las funciones del Ministerio de Obras Públicas en tres ministerios distintos: el de Desarrollo Urbano, el de Ambiente y Recursos Naturales Renovables, y el de Transporte y Comunicaciones, lo cual tuvo efectos adversos en la actuación del INOS respecto al desarrollo urbano. Además, el Instituto se alejó de los Concejos Municipales y de la comunidad servida, se burocratizó de forma inadecuada, y no logró concretar planes de contingencia que aliviaran las deficiencias de su funcionamiento, todo lo cual afectó notablemente su operatividad y condujo a la necesidad de su desaparición.

Este fenómeno de la prestación centralizada de los servicios de agua potable y saneamiento se generalizó en toda América Latina, pues se reconoce que en la década de los sesenta, setenta y ochenta, los mayores esfuerzos estuvieron centrados en ampliar con éxito la cobertura de los



servicios, sin ofrecer mayor atención a la eficiencia económica y la sustentabilidad financiera de las entidades prestadoras. Estos esfuerzos fueron realizados principalmente por organismos del Estado altamente centralizados, con una participación directa tanto en la administración como en el financiamiento (CEPAL, 2004: pág. 25). A partir de la década de los ochenta, la dependencia de los aportes gubernamentales para los servicios de agua potable y saneamiento afectó fuertemente la cobertura y sustentación de los servicios de agua potable y saneamiento en todos los países latinoamericanos, algunos de los cuales llegaron a tener problemas para soportar incluso los costos de operación y mantenimiento, debido a que la fuerte recesión económica impedía realizar las erogaciones necesarias para el mantenimiento de los niveles de prestación precedentes.

Respecto a los recursos humanos *“Simultáneamente declinaron los salarios en el sector público, lo que de alguna manera provocó la fuga de personal idóneo formado en el ejercicio de funciones institucionales, técnicas o empresariales a nivel gerencial...Este vaciamiento de recursos humanos y el deterioro general del contexto administrativo tuvo un prolongado efecto en el tiempo”* (CEPAL, 2004: Pág 26), al punto que las empresas del Estado cayeron en el descrédito público, que produjo un consenso político y social en torno a la necesidad de realizar cambios profundos y radicales.

Varios estudios relacionados con la mejora de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina, han insistido en la necesidad de “modernizar” los marcos regulatorios como una vía para ampliar la calidad y la cobertura de los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica. En este contexto se inscribe la promulgación en Venezuela de la “Ley Orgánica para la prestación de los servicios de Agua potable y Saneamiento”, publicada en la Gaceta Oficial No.5.568 del 31 de diciembre de 2001. Esta Ley señala la necesidad de realizar una transformación estructural del funcionamiento de dichos servicios, orientada a deslindar las competencias en el ámbito nacional, promover la asunción de la responsabilidad municipal en la prestación de los servicios, desarrollar una normativa que garantice la sostenibilidad técnica, financiera y ambiental de los servicios, y prescribir modalidades de gestión que promuevan la participación pública y privada. Los resultados de la aplicación de esta nueva Ley aún están por verse.

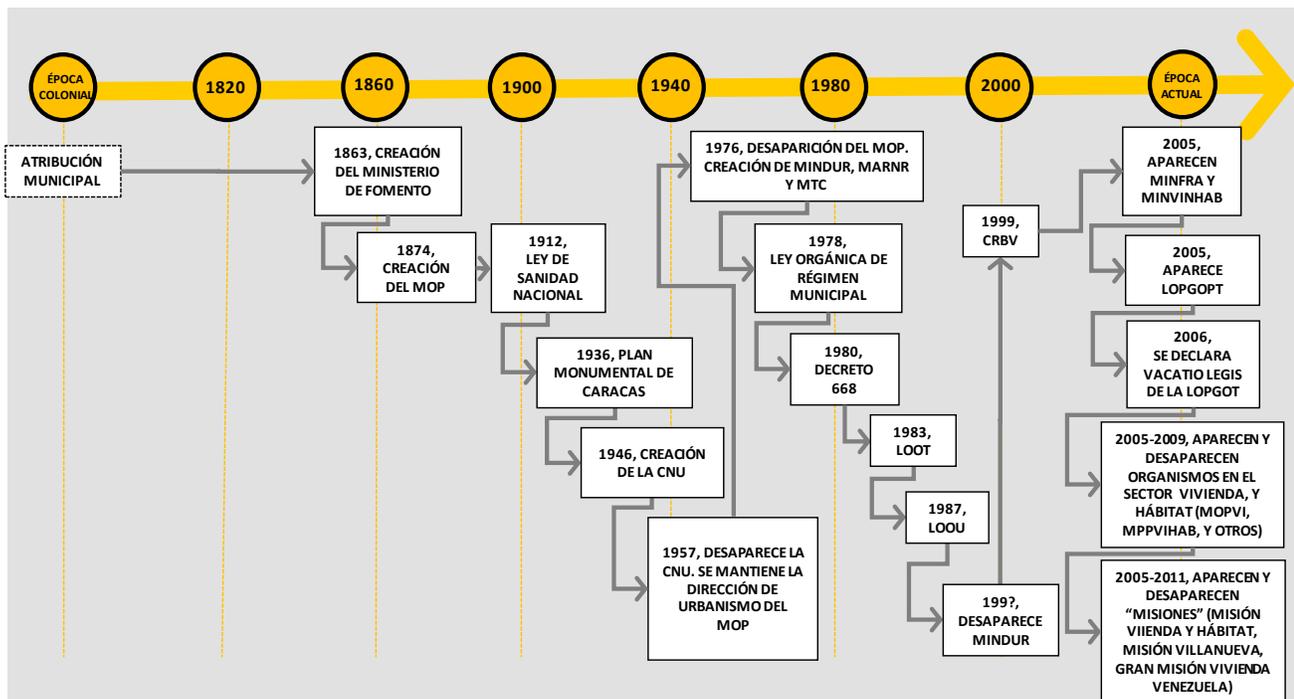
Respecto a la planificación y gestión urbanística<sup>19</sup>, la primera manifestación formal del urbanismo se evidencia con la creación de la Dirección de Urbanismo del Distrito Federal, bajo cuya tutela se formula el Plan Monumental de Caracas. Sin entrar en detalles acerca de las características de este Plan, la idea de formular un instrumento que orientara la intervención de la ciudad, persistió en la

---

<sup>19</sup> En este trabajo sólo se reseña muy brevemente la evolución de la estructura institucional del urbanismo en Venezuela. Se recomienda revisar el trabajo más detallado elaborado por el profesor Nelson Geigel Lope Bello en su libro “Introducción al Urbanismo y al Derecho Urbanístico” (Geigel, 1993), donde se narran con mayores detalles los cambios institucionales y los logros alcanzados en la práctica de la regulación urbanística desde la Colonia hasta la promulgación de la Ley Orgánica de Ordenación del Territorio y de la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística.



administración pública venezolana, esta vez en manos de la Comisión Nacional de Urbanismo, entidad creada en 1946 y adscrita al Ministerio de Obras Públicas. Bajo la guía de esta Comisión se formularon diversos planes reguladores de las ciudades más importantes del país. La Comisión duró diez años hasta 1957, cuando el Ministerio de Obras Públicas delegó sus funciones a través de la Dirección de Urbanismo, anterior brazo técnico de la CNU, que realizó una importante tarea en la elaboración de planes pilotos de ciudades, donde se coordinaban intervenciones con las actuaciones en materia de agua potable, saneamiento, vialidad y transporte, entre otros servicios.



**Figura 2-2:** Cronología de las instituciones relacionadas con el Urbanismo en Venezuela.

Fuente: Elaboración propia. 2012.

Esta orientación centralizada en el manejo del urbanismo y de la ordenación territorial se mantuvo en el tiempo, a pesar de que desde 1912, con la Ley de Sanidad Nacional, se reconocían ciertas funciones a los municipios en la fijación de parámetros edificatorios y en la conformación de proyectos de edificación, definición de alineamientos de calles y ensanche de poblaciones. La aparición de la figura del Ingeniero Municipal como profesional responsable de asegurar la idoneidad de las intervenciones urbanísticas, es un importante reconocimiento de la función local en materia del urbanismo, que perdura en la actualidad.

Vale destacar que hasta 1978 no existía ninguna ley que amparara el proceso de formulación de planes urbanísticos. Es mediante la promulgación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal cuando se declara la existencia de los Planes de Desarrollo Urbano Local como una competencia



de los Municipios para orientar el crecimiento urbano. Posteriormente, esta legislación fue complementada con la aparición del Decreto 668 en el que se establece la figura de los Planes Rectores de Desarrollo Urbano como instrumentos de carácter nacional para orientar el crecimiento urbano.

La promulgación de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio en 1983 y de la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística en 1987, definen la materia de ordenación del territorio, formalizan un sistema de planes de ordenación donde las entidades nacionales y locales tienen atribuciones concretas, y definen un sistema jerarquizado de planes de ordenación que se inicia desde el nivel nacional y culmina en los planes de carácter local. Paralelamente a esta concepción de la planificación territorial y urbanística, el Estado, a Nivel Central, diversificó la ordenación territorial en distintos entes gubernamentales, de modo que la ordenación territorial fue manejada a partir de 1983 por el Ministerio del Ambiente – creado a partir de la separación del anterior MOP –, mientras que la ordenación urbana fue adjudicada en forma concurrente<sup>20</sup> al Ministerio del Desarrollo Urbano – que, después de distintos cambios en la estructura del Poder Ejecutivo Nacional ha derivado en el Ministerio de Infraestructura, luego en el Ministerio de Obras Públicas y Vivienda, y más recientemente en el Ministerio del Poder Popular para la Vivienda y el Hábitat – y a los Municipios.

El arreglo institucional vigente para atender la ordenación urbana y los servicios de infraestructura hidráulica insiste en la vocación municipal del manejo de ambos servicios, sin abandonar una asignación concurrente de responsabilidades al ámbito nacional en las dos materias. En efecto, en el artículo 178 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV), se señala que

*Artículo 178. Son de la competencia del Municipio el gobierno y administración de sus intereses y la gestión de las materias que le asigne esta Constitución y las leyes nacionales, en cuanto concierne a la vida local, en especial la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, ... y el mejoramiento, en general, de las condiciones de vida de la comunidad, en las siguientes áreas:*

- 1. Ordenación territorial y urbanística....*
- 4. Protección del ambiente y cooperación con el saneamiento ambiental....*
- 6. Servicio de agua potable,..., alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas...*
- 8. Las demás que le atribuya la Constitución y la Ley....”*

Antes de que apareciera la C RBV, la anterior Ley Orgánica de Régimen Municipal consagraba la ordenación urbana y los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica como competencia del Municipio, en su artículo 36.

<sup>20</sup> Ley Orgánica de la Administración Central, Art. 37 G. O. N° 3.945 del 30/12/1986. (Ya derogada)



*Artículo 36 ... Son de la competencia propia del Municipio las siguientes materias:*

*1° Acueductos, cloacas, drenajes y tratamiento de aguas residuales; ...*

*3° Elaborar y aprobar los planes de desarrollo urbano local, formulados de acuerdo con las normas y procedimientos técnicos establecidos por el Ejecutivo Nacional. Igualmente, velará porque los planes nacionales y regionales de ordenación del territorio y ordenación urbanística se cumplan en su ámbito;...”*

Actualmente, en la nueva Ley Orgánica del Poder Público Municipal, sancionada en el año 2005, se ratifican ambas competencias

*“Artículo 56. Son competencias propias del Municipio las siguientes:...*

*2. La gestión de las materias que la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las leyes nacionales les confieran en todo lo relativo a la vida local, en especial, ... la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, ...y, en general, el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad en las áreas siguientes:*

*a. La ordenación territorial y urbanística; el servicio de catastro <sup>21</sup>; ....*

*d. La protección del ambiente y la cooperación en el saneamiento ambiental; ...*

*f. Los servicios de agua potable, ... alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas...”*

Es importante considerar en estas reflexiones la influencia de la creciente “metropolitanización” de la población urbana en los arreglos institucionales para crear y administrar los servicios sanitarios de infraestructura hidráulica, al menos por dos razones:

- Debido a la fragmentación político administrativa de los ámbitos territoriales de la mayor parte de las metrópolis
- Por la escasez relativa de recursos disponibles desde las jurisdicciones municipales para proveer niveles socialmente aceptables de calidad de vida y eficiencia: accesibilidad a fuentes de agua, facultad constitucional para decidir sobre el uso de las aguas, recursos técnicos y financieros.

Por otra parte, la gestión de la ordenación urbanística de los complejos metropolitanos requiere la actuación de entes públicos con jurisdicción territorial supramunicipal: distritos metropolitanos o, en su defecto, el gobierno nacional (directamente o mediante entes descentralizados del mismo). Esta es una asignatura aún pendiente en la institucionalización del poder público en Venezuela.

---

<sup>21</sup> Valga resaltar aquí la observación que hace el Dr Lares Martínez respecto al servicio de catastro como una actividad estatal, mas no un servicio público.



## **2.6 SÍNTESIS: UNA REFLEXIÓN ACERCA DE LA INTERDEPENDENCIA CONCEPTUAL ENTRE EL URBANISMO Y LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.**

A través del desarrollo de los puntos anteriores se puede apreciar que la relación entre el Urbanismo y las Redes de Infraestructura Hidráulica tiene raíces históricas que han evolucionado en el tiempo, conforme lo han hecho las ciudades y el proceso social que les dio origen. Las ciudades y las redes hidráulicas tienen un origen común, que se remonta casi a la fundación de las primeras ciudades y que las vincula incluso etimológicamente. Del empleo del término urbanismo, sus distintas acepciones, y la designación de sus partes, aparecen las “infraestructuras urbanas” (Infra = debajo + estructura = construcción, organización + urbana = relativo a la ciudad), que permiten designar aquellas instalaciones que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades humanas y cuyo funcionamiento es necesario para la organización estructural de la ciudad.

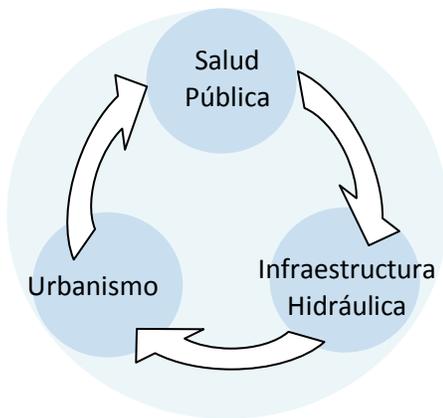
El vocablo “infraestructura urbana” comprende así, entre otras obras públicas, a las obras sanitarias de agua potable, alcantarillado de aguas pluviales y de aguas residuales. Los servicios sanitarios se derivan de Sanidad, el conjunto de servicios y acciones necesarias para preservar la Salud Pública, otra frase “clave” en la definición originaria del Urbanismo, según Cerdá. La denominación de “redes”, muy común en la terminología urbanística, permite referirse a la topología del conjunto de instalaciones, donde existen una serie de elementos interconectados para cumplir un determinado fin; en el caso que nos ocupa, para satisfacer las necesidades de agua potable, la recolección y disposición de aguas servidas, y la evacuación de las aguas de escurrimiento.

Al considerar el Urbanismo como área de conocimiento, es posible obtener evidencias que desde el primer uso del término se consideró su carácter interdisciplinario, donde confluyen Ciencias Sociales, Ciencias Básicas y Tecnológicas. En el caso específico de los desafíos relacionados con la Salud Pública, este carácter interdisciplinario del Urbanismo se manifestó en la forma del Higienismo, incluyendo las redes sanitarias de infraestructura hidráulica, pero, además, la necesidad de ventilar, de tener acceso a la luz natural, todo lo cual configuró un conjunto de disposiciones regulatorias para edificar y urbanizar que forman parte del acervo necesario para lograr entornos urbanos saludables.

Esta relación entre Urbanismo, Salud Pública y Redes Sanitarias de Infraestructura Hidráulica no ha sido estática, sino que ha evolucionado conforme lo han hecho el proceso urbanizador per se, la Ciencia, la Sociedad, y las instituciones públicas. Es decir, todos los elementos relacionados están inscritos en un proceso histórico-social que los moldea y que es cambiante en el tiempo.



Entre los actores institucionales sobre los cuales descansa esta evolución, el gobierno local, representado ya sea por ayuntamientos, cabildos, corporaciones municipales, ha estado siempre presente, bien sea en forma protagónica o teniendo un rol subordinado a un poder central de mayores recursos y posibilidades, pero no ha estado nunca ausente. Es difícil imaginar si los logros sanitarios que han facilitado la agrupación humana en ciudades a lo largo de siglos hubiesen sido posibles sin contar con la participación de instituciones públicas de carácter local. La asociación de los municipios con las labores de urbanismo, agua potable y saneamiento ha sido una constante a nivel mundial, que ha tenido variaciones en la medida que la tecnología ha implicado reorganizaciones administrativas, que el agua ha requerido usos distintos al consumo humano y que las ciudades fueron creciendo.



De este modo, al desarrollar una tesis de las redes de infraestructura hidráulica y su incidencia en el desarrollo urbano, es necesario abordar la relación entre la ciudad y sus redes de infraestructura sanitaria a lo largo del tiempo, en donde el desarrollo de la ciudad puede ser apreciado.

**Figura 2-3:** Ciclo entre Urbanismo, Salud Pública e Infraestructura Hidráulica

Fuente: Elaboración propia. 2008.

La sanidad o higiene y salud pública completa el ciclo de relación entre la infraestructura hidráulica y el urbanismo, pues es precisamente en aras de atender esta necesidad humana que se comienza a ingeniar sistemas que faciliten la obtención de agua fresca y que permitan la eliminación de aguas residuales. Tal como se señalará más adelante, la historia de la urbanización presenta altibajos en la consideración de las infraestructuras hidráulicas, de modo que no se trata de una relación que siempre fue evolutiva, sino que tuvo importantes retrocesos.

Aun hoy estas controversias tienen lugar, pues existe quien propugna que los progresos de las estadísticas epidemiológicas y vitales a nivel mundial son debidos, más que a mejoras sanitarias, a mejoras nutricionales (Robert Fogel), a un crecimiento económico más moderado (Amartya Sen), y a la atenuación de las desigualdades de ingreso entre los habitantes (Richard Wilkinson), entre otras posturas (Tapia Granados, 2005: Págs. 302 y 302). A pesar de esta diversidad de apreciaciones, aún se mantiene la idea acerca de que las condiciones del hábitat y las mejoras en el agua potable y saneamiento constituyen determinantes sociales de la Salud Pública.



### **3 ESTUDIO RETROSPECTIVO ACERCA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS CIUDADES Y SU INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.**

---



## TABLA DE CONTENIDO

<b>3 ESTUDIO RETROSPECTIVO ACERCA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS CIUDADES Y SU INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	3-1
3.2 LAS CIUDADES DEL MUNDO ANTIGUO.....	3-1
3.2.1 Ciudades egipcias, mesopotámicas y del Valle del Indo.....	3-1
3.2.2 Ciudades de la civilización Egea.....	3-7
3.2.3 Ciudades Griegas.....	3-8
3.2.4 Roma antigua.....	3-11
3.2.5 Colonias Romanas.....	3-17
3.3 LA CIUDAD MEDIEVAL Y RENACENTISTA (SIGLO V AL SIGLO XVI).....	3-18
3.3.1 Ciudades medievales.....	3-18
3.3.2 Ciudades europeas durante el Renacimiento.....	3-22
3.4 CIUDADES PRECOLOMBINAS Y LAS DEL NUEVO MUNDO (SIGLOS XVII AL XVIII).....	3-24
3.4.1 Ciudades de la civilización azteca.....	3-24
3.4.2 Ciudades de la civilización incaica.....	3-26
3.4.3 Ciudades de la civilización maya.....	3-28
3.4.4 Ciudades coloniales del Nuevo Mundo.....	3-30
3.5 LA CIUDAD PREINDUSTRIAL (SIGLOS XVIII Y XIX).....	3-31
3.5.1 Londres Preindustrial.....	3-31
3.5.2 París preindustrial.....	3-38
3.5.3 Barcelona y las redes sanitarias del Ensanche.....	3-41
3.6 CONSIDERACIONES FINALES.....	3-45

## INDICE FIGURAS

Figura 3-1: Planta de Kahun. Las celdas de habitación eran accesibles mediante estrechas callejuelas que facilitaban la salida del agua de lluvia, muy poco frecuente, y de las aguas sucias.....	3-2
Figura 3-2 Planta de Babilonia. Nótese la condición expuesta de la ciudad respecto al río Éufrates.....	3-3
Figura 3-3: Red de drenaje del palacio de Minos, en Knosos, según Evans. Puede observarse que la técnica constructiva facilita un trazado sinuoso que recogía las aguas de lluvia y las descargas de las letrinas y las conducía fuera del palacio, 3.000 años AC. ....	3-7
Figura 3-4 Planta de Mileto. Puede observarse la disposición de la cuadrícula hipodámica en distintas direcciones, para adaptarse a la topografía y facilitar el escurrimiento de aguas de lluvia.....	3-10
Figura 3-5: Cuniculi o galerías filtrantes etruscas de la ciudad francesa de Veyes. Los cuniculi fueron predecesores de las cloacas romanas, copiadas por los romanos para desecar las riberas del Tíber y permitir la ocupación urbana. ....	3-11
Figura 3-6 Planta de la Ciudad de Roma. El cauce meandroso del río Tíber indica que su pendiente es baja en el tramo que pasa por Roma, por lo que sus riberas debieron exponerse a inundaciones. Según la leyenda, Roma se fundó sobre la colina Palatino.....	3-12
Figura 3-7: Cloaca Máxima de Roma. El diagrama superior muestra su trazado. Sus dimensiones oscilan entre 2 y 5 metros de ancho. ....	3-13
Figura 3-8: Sumideros Romanos. La sección de las calles romanas contaba con sumideros de ventana o imbornales que facilitaban el drenaje de la vía y la descarga de aguas residuales provenientes de las viviendas. El espacio superior de los colectores era reservado en la sección vial para los peatones.....	3-13



Figura 3-9: Acueductos Romanos. La imagen muestra la ruta de los distintos acueductos existentes para el momento en que Frontino realizó su descripción de las fuentes de agua de Roma. ....	3-15
Figura 3-10: Diagrama que esquematiza la configuración típica del sistema de abastecimiento y distribución romano. ....	3-16
Figura 3-11: Esquema representativo de la configuración interna de los castellum, según la explicación de Vitruvio. La prioridad en la distribución la tenían las fuentes públicas. ....	3-16
Figura 3-12: Traza viaria y de alcantarillado romano de la colonia romana Emérita Augusta, Mérida, España. ....	3-17
Figura 3-13: Grabado que muestra el diseño de la noria instalada por Peter Morice bajo uno de los arcos del puente de Londres hacia finales del siglo XVI. ....	3-23
Figura 3-14: Ilustración de la ciudad azteca de Tenochtitlan. La presencia de islotes configuraba una trama que era accesible por vía acuática. La posterior fundación de la ciudad de México interrumpió este equilibrio del asentamiento prehispánico con el ciclo hidrológico del valle e implicó una lucha contra el drenaje natural del área que aún perdura. ....	3-25
Figura 3-15: Posición de los ríos Saphi y Tullumayo, canalizados a su paso por el casco de cusco en la época incaica. ....	3-28
Figura 3-16: Plano del área central de Tikal. Las grandes aguadas periféricas ubicadas en la parte baja de la colina a casi 2 km del bajo Santa Fe (remarcadas en color oscuro), se surtieron directamente con escorrentía derivada de arquitectura mayor del epicentro, mediante un sistema de cuencas o vertientes, drenadas por canales que se desprendieron de las diversas calzadas. ....	3-29
Figura 3-17: Ubicación de la toma de agua en Broad Street, en el barrio de Soho, Londres, Los puntos oscuros representan las víctimas de la epidemia de Cólera de 1854. y su situación cercana al sitio de la bomba administrada por la Southwark and Vauxhall Water Company (resaltado nuestro). ....	3-33
Figura 3-18: Plano de las compañías de suministro de agua de Londres en 1956. Puede apreciarse que para ese momento, el servicio estaba distribuido en unas 9 compañías, una de las cuales era la Southwark and Vauxhall Water Company. La distribución a sitios públicos como la Trafalgar Square, el Palacio de Buckingham, la Casa del Parlamento, y varios departamentos gubernamentales en Whitehall, dependía de la compañía Orange Street Works, una empresa pública ....	3-34
Figura 3-19: Colectores principales de la red de alcantarillado de Londres hacia 1903. ....	3-36
Figura 3-20: Cobertura de la red de alcantarillado de Londres hacia 1903. ....	3-37
Figura 3-21: Plano de la cobertura del alcantarillado de París entre 1865 y 1888. ....	3-39
Figura 3-22: Ilustración del Colector Sebastopol en París. ....	3-39
Figura 3-23: Ilustración de uno de los túneles diseñados por Eugéne Belgrand para París, donde puede apreciarse la diversidad de instalaciones de servicios de infraestructura acomodados en estas galerías. ..	3-40
Figura 3-24: Ensanche de Barcelona y sistema de alcantarillado para 1981. El ensanche de Barcelona posteriormente dio pie para una intervención muy importante en materia de agua potable y saneamiento, diseñada por el ingeniero y arquitecto Pedro García Faría, a través de un proyecto denominado "Saneamiento del Subsuelo de Barcelona", aprobado por el Ayuntamiento de Barcelona el 16 de junio de 1891. ....	3-42
Figura 3-25: Plano de Barcelona y Emisario hacia el Llano de Llobregat. El plano de conjunto preparado por Pedro García Faría en 1891 indica su propuesta de construir un colector emisario hacia el oeste de Barcelona, para irrigar las llanuras del río Llobregat. Además, se aprecia la propuesta de rectificar el cauce de este río, lo que permitiría el mejor aprovechamiento de las tierras adyacentes a la ciudad. ....	3-43
Figura 3-26: Acometidas al sistema de alcantarillado sanitario en Barcelona. La figura superior muestra las conexiones de la vivienda con la red de alcantarillado sanitario. La figura inferior muestra la sección típica de las calles, con bombeo a ambos lados, a diferencia del bombeo central o de arroyo, característico hasta ese entonces. Se muestran como se empotran las conexiones de la vivienda. ....	3-44



## INDICE DE FOTOS

Foto 3-1: Vista aérea de la ciudadela de Mohenjo-Daro. ....	3-5
Foto 3-2: Detalle de los restos arqueológicos de Mohenjo-Daro, en Pakistán. La ciudad pudo alcanzar hacia el año 2.000 A.C., una extensión de hasta 180 hectáreas y una población de 30 a 40 mil habitantes. Su trazado es regular y sus calles estaban pavimentadas y dotadas de cloacas subterráneas; las viviendas estaban empotradas a éstas mediante conexiones particulares.....	3-5
Foto 3-3: Detalle de un colector de drenaje de una calle en Mohenjo-Daro; se observan los empotramientos desde las viviendas. El colector, consistente de un canal de piedra y bloques, se colocó a una profundidad de 50 a 60 cm por debajo de la rasante de la calle. ....	3-6
Foto 3-4: Detalle de un drenaje en la ciudadela de Mohenjo-Daro. Nótese la curva del drenaje, la cual estaba construida de ladrillos trapezoidales para prevenir la fricción en el flujo del drenaje. ....	3-6
Foto 3-5: Vista aérea de la acrópolis de Atenas, tal como se encuentra en la actualidad. ....	3-9
Foto 3-6: Andenes de cultivo en el sector agrícola de Machu Picchu.....	3-27
Foto 3-7 y 3-8: Sistema de Andenes y canales de drenaje en Tipón.....	3-27
Foto 3-9: Detalle de la construcción del colector emisario del norte (Northern Outfall Sewer), aguas abajo de la estación de Bombeo de Abbey Mills, una de las obras de alcantarillado propuesta por Joseph Bazalgette ...	3-37



### **3 ESTUDIO RETROSPECTIVO ACERCA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS CIUDADES Y SU INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.**

#### **3.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES**

Ya en un trabajo anterior realizamos un ejercicio retrospectivo de esta índole (Martínez, 2006) En esta oportunidad, para mantener un hilo conductor con el discurso que venimos desarrollando, intentaremos sintetizar los resultados de aquel ejercicio, y añadir otras referencias históricas<sup>1</sup>. Tal como señaláramos en la anterior oportunidad:

*“Una revisión del fenómeno de la urbanización a lo largo del tiempo permite concluir que la infraestructura sanitaria constituyó un elemento determinante en la concepción, diseño y destino de los asentamientos humanos. Complementariamente, la idea de establecer con anticipación la forma y funcionamiento de los asentamientos humanos - a través de la planificación urbana – contribuyó de manera decisiva para que la infraestructura sanitaria trajera consigo las mejoras en la salubridad e higiene urbanas.*

...

*Desde la perspectiva del presente análisis, interesa destacar que los cambios en la estructura de las ciudades estaban acompañados de una concepción acerca de la relevancia de las redes sanitarias como sustrato para la organización espacial y como medida de salubridad que permitiese garantizar la permanencia de la aglomeración de personas en un sitio determinado. También interesa reivindicar el rol del planeamiento urbano como instrumento para concebir mejor a las ciudades, incluyendo cambios en las instalaciones sanitarias de la urbanización.” (Martínez, 2006: II-1)*

#### **3.2 LAS CIUDADES DEL MUNDO ANTIGUO**

##### **3.2.1 Ciudades egipcias, mesopotámicas y del Valle del Indo**

La consideración de las infraestructuras hidráulicas en la concepción de asentamientos humanos puede evidenciarse en la antigua civilización egipcia, donde la agricultura, base económica de sus asentamientos, fue posible gracias a la confección de sistemas de riego. Ya en el año 2100 A.C. se usaban sistemas de almacenamiento e irrigación que aprovechaban las crecidas estacionales del río para regar los cultivos cuando la lluvia era insuficiente. Por otra parte, algunas ciudades

---

<sup>1</sup> En este trabajo se ha hecho un resumen de los principales hallazgos del Capítulo II del documento “Servicios de infraestructura hidráulica: planificación, diseño y gestión desde una perspectiva urbanística”, escrito por mi persona en 2006. Adicionalmente se han incluido aquí referencias de las obras hidráulicas de algunas civilizaciones precolombinas, y se ha ampliado la información acerca de las mejoras sanitarias de Londres durante la Revolución Industrial.



egipcias estaban rodeadas por murallas que, de acuerdo a Arthur Gallion, debieron más bien servir para proteger a las ciudades de las crecientes del Nilo que como defensa ante posibles invasiones de ejércitos contrarios (Gallion, 1959: 22), apareciendo aquí las primeras medidas correctivas de protección contra inundaciones.

Una evidencia tangible de la consideración de elementos de infraestructura hidráulica en la traza de la ciudad se puede apreciar en los restos arqueológicos de la zona residencial de la antigua ciudad de Illahum – actual Kahun -, construida alrededor del año 3.000 A.C. De acuerdo a la descripción que hacen Fernando Chueca Goitía (Chueca, 1985: Pág. 45), y Arthur Gallion (Gallion, 1959: Pág 22 a 24), los vestigios que se conservan forman un conjunto de celdas dispuestas en bloques rectangulares, accesibles a través de estrechas callejuelas que, además de facilitar el acceso peatonal, también servían como canales para la evacuación de las aguas pluviales y sucias. Si se considera que la precipitación media anual de El Cairo es de 25 mm al año, el drenaje de aguas pluviales no debió ser un problema especialmente relevante en la concepción de éste y otros asentamientos. Sin embargo, todo el asentamiento está rodeado por un muro que, a la vez posee un foso perimetral, probablemente para mantener seco el interior de la zona residencial y desviar el escurrimiento de aguas pluviales del entorno (Martínez, 2006: Pág. II-4).



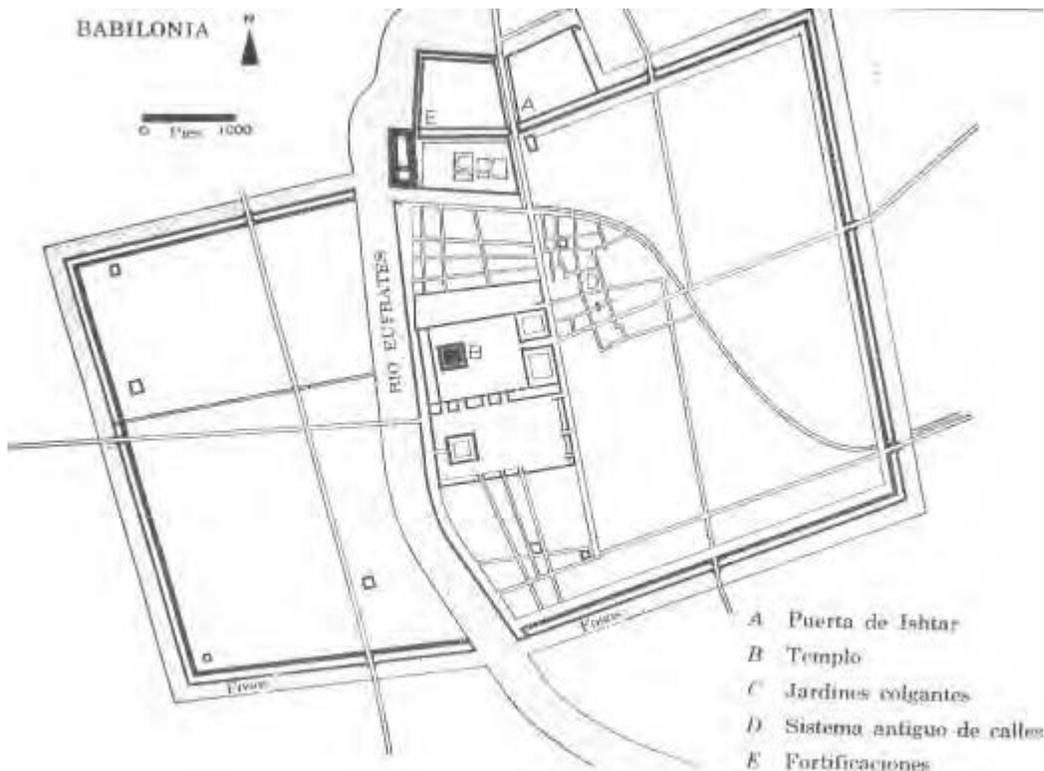
**Figura 3-1:** Planta de Kahun. Las celdas de habitación eran accesibles mediante estrechas callejuelas que facilitaban la salida del agua de lluvia, muy poco frecuente, y de las aguas sucias.

Fuente: Goitía, Ch. 1985.

También las civilizaciones sumeria y babilónica lograron progresos en la agricultura a través de sistemas hidráulicos, representados por diques, barreras y canales. “Los sumerios dependían en gran medida del regadío para anegar los campos del sur de Mesopotamia ya en el 2400 A.C. La civilización babilónica, que duró desde el siglo XVIII hasta el VI a.C., era, como la sumeria que la

*precedió, de carácter urbano, aunque se basaba en la agricultura más que en la industria.”*  
(Martínez, 2006: Pág.II-5).

En Babilonia es muy notoria la influencia de la infraestructura hidráulica en la construcción de la ciudad, considerando el hecho de que el río Eufrates la atravesaba. *“En el siglo VI A.C Babilonia era una gran ciudad, atravesada por el río Eufrates, defendida por murallas y un foso perimetral. El dibujo que hace Arthur Gallion permite estimar unas dimensiones de 2.500 metros por 1600 de la ciudad encerrada dentro de estas murallas, es decir, unas 400 hectáreas, pero algunas fuentes (Bairoch: Pág 39) relatan que la ciudad alcanzó más de 1.000 en la época de Nabucodonosor II (605-562 A.C.) de modo que, sin dudas, se trató de la mayor ciudad habitada del mundo conocido hasta entonces. Según Bairoch, su población pudo situarse entre los 200 y 300 mil habitantes, es decir, una densidad de 300 a 500 hab/Ha. Una población de más de 200 mil habitantes seguramente implicó el manejo del problema del abastecimiento de agua, así como ciertas previsiones en materia de salubridad. Es probable que se dispusiera el resguardo de ciertos sitios de toma y se establecieran medidas para evitar su contaminación”.* (Martínez, 2006: Pág. II-7).



**Figura 3-2** Planta de Babilonia. Nótese la condición expuesta de la ciudad respecto al río Éufrates.

Fuente: Gallion, A., 1959.



La localización protegida respecto a posibles inundaciones por parte de las edificaciones más relevantes fue un aspecto especialmente considerado. *“Generalmente los palacios estaban construidos en alto para prevenirlas de las inundaciones. En aquella época, el Éufrates dividía la ciudad en dos partes desiguales: el barrio antiguo, con la mayoría de los palacios y templos en la orilla este, y la Ciudad Nueva en la orilla oeste. Los jardines colgantes, una de las siete maravillas del mundo que Nabucodonosor II construyó, estaban en lugar elevado.”* (Martínez, 2006: Pág. II-8).

La antigua red de alcantarillados es otro rasgo relevante del ordenamiento de Babilonia:

*“Entre los primeros vestigios de alcantarillado encontrados (según noticia de Layard, recogida por Carlos Fernández Casado, 1985), figuran los del palacio de Korsabad, en Babilonia. Bajo las habitaciones de este palacio discurrían amplias galerías subterráneas de las que se han conservado unos 66 metros. En el centro de los patios había un agujero circular que comunicaba verticalmente con las galerías. Éstas tenían bóvedas construidas con ladrillos trapezoidales dispuestos de canto en tres hileras, y estaban sellados en la clave con arcilla. La solera, prácticamente horizontal, estaba constituida por grandes losas de piedra caliza. Sus dimensiones eran de 1,40 metros de altura por 1,20 metros de ancho”.* (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 18).

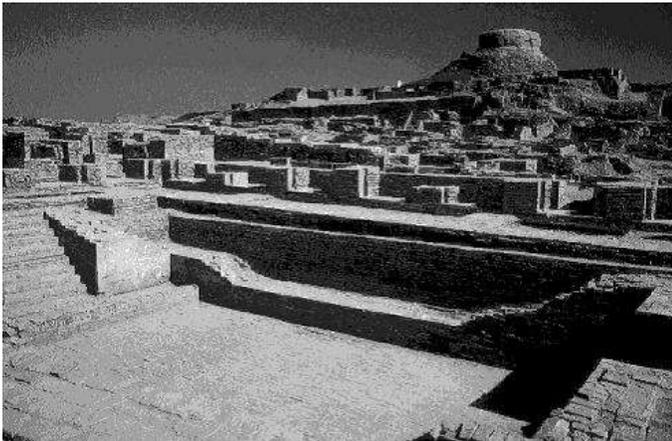
La construcción de alcantarillados sanitarios en las ciudades fue también conocida por la “civilización Harappa”, según lo revelan los restos de las poblaciones de Mohenjo-Daro y Harappa, ambas localizadas en el valle del Indo. *“Se conoce poco de las civilizaciones que erigieron estas poblaciones hacia el año 3.000 A.C. El sistema sanitario era bastante desarrollado. Un sistema de cloacas subterráneas se extendía bajo estas ciudades, que poseían calles pavimentadas y existen pruebas de que había conexiones con las viviendas privadas. Mohenjo-Daro, puede haberse desarrollado aproximadamente desde el 2300 hasta el 1750 A.C.; está situada en la orilla occidental del río Indo, al sur de Larkana, en Pakistán. Una ciudadela fortificada domina la ciudad y está construida sobre una plataforma artificial de ladrillo de barro y defendida por torres de ladrillo reforzado. Contaba con varios edificios importantes, entre los cuales existe un gran baño público con pequeñas habitaciones privadas, que posiblemente servían para realizar abluciones rituales. Representa la estancia más antigua dedicada exclusivamente al baño en la historia universal”.* (Martínez, 2006; Pág. II-9).



**Foto 3-1:** Vista aérea de la ciudadela de Mohenjo-Daro.

Fuente: Nadiem, H. Ihsan, 1994 (citado por Konrad Antczak, 2001).

La total uniformidad de sus casas, la disposición regular de sus calles, la pavimentación de las mismas y el trazado subterráneo de alcantarillado sanitario, hace pensar en la existencia de un rígido control estatal y en la adopción de medidas de planificación urbana que permitieran ordenar todos estos elementos de la urbanización. La mayoría de las casas, fabricadas con ladrillos cocidos, eran de dos plantas y casi todas disponían de un tubo de desagüe en el piso de abajo y un cuarto de baño; algunas incluso tenían letrinas con asientos (Martínez, 2006: Pág. II-9 ).



**Foto 3-2:** Detalle de los restos arqueológicos de Mohenjo-Daro, en Pakistán. La ciudad pudo alcanzar hacia el año 2.000 A.C., una extensión de hasta 180 hectáreas y una población de 30 a 40 mil habitantes. Su trazado es regular y sus calles estaban pavimentadas y dotadas de cloacas subterráneas; las viviendas estaban empotradas a éstas mediante conexiones particulares.

Fuente: Nadiem, H. Ihsan, 1994 (citado por Konrad Antczak, 2001).

*“La calidad de la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, su cobertura y la presencia del gran baño colectivo en un sector privilegiado de la ciudadela, nos habla de una cultura que prestó especial consideración a las prácticas sanitarias y que desarrolló una técnica de urbanización y de edificación muy avanzada” (Martínez, 2006: Pág II-9 )*



**Foto 3-3:** Detalle de un colector de drenaje de una calle en Mohenjo-Daro; se observan los empotramientos desde las viviendas. El colector, consistente de un canal de piedra y bloques, se colocó a una profundidad de 50 a 60 cm por debajo de la rasante de la calle.

Fuente: Nadiem, H. Ihsan, 1994 (citado por Konrad Antczak, 2001).



**Foto 3-4:** Detalle de un drenaje en la ciudadela de Mohenjo-Daro. Nótese la curva del drenaje, la cual estaba construida de ladrillos trapezoidales para prevenir la fricción en el flujo del drenaje.

Fuente: Nadiem, H. Ihsan, 1994 (citado por Konrad Antczak, 2001).

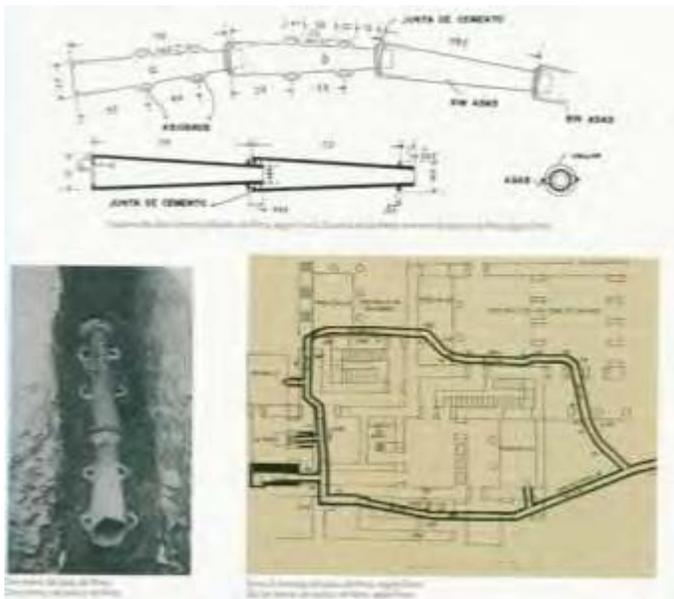


### 3.2.2 Ciudades de la civilización Egea

También pueden evidenciarse logros sanitarios muy relevantes en las ciudades de las civilizaciones minoica y micénica que florecieron en el mar Egeo, antes de la aparición de la Grecia Clásica. *“En contraste con las civilizaciones mesopotámicas, donde se aprecia una notable distinción entre los palacios reales y las casas de habitación, en estas civilizaciones el palacio sirvió como centro de la vida comunal. El trazado de calles era serpenteante, adaptándose a la topografía, pero estaban pavimentadas. Las excavaciones efectuadas revelan la existencia de sistemas altamente desarrollados para el aprovisionamiento de agua y para el drenaje, tanto en los palacios como en la mayoría de las viviendas populares”*(Gallion, A. 1959: Pág. 27).

En Creta se manufacturaron tubos de arcilla para ser utilizados como cloacas. En efecto, en la isla de Creta, en el palacio de Minos, en Knosos, se ha encontrado una completa red de abastecimiento y drenaje que data del tercer milenio A.C

*“Empleaban en su construcción unos curiosos tubos troncocónicos de material cerámico provistos de asas para poder maniobrarlos a profundidad mediante cuerdas, y con unas embocaduras que permitían tanto lograr la estanqueidad y evitar las turbulencias, como la adaptación a trazados sinuosos”*. (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 18)



**Figura 3-3:** Red de drenaje del palacio de Minos, en Knosos, según Evans. Puede observarse que la técnica constructiva facilita un trazado sinuoso que recogía las aguas de lluvia y las descargas de las letrinas y las conducía fuera del palacio, 3.000 años AC.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991.



### 3.2.3 Ciudades Griegas

La civilización griega clásica ofrece diversos ejemplos acerca de cómo las consideraciones de las redes hidráulicas repercutieron en la concepción de las ciudades, lo cual parece haber seguido un proceso evolutivo. Según Arthur Gallion: “... durante los primeros años del florecimiento de la democracia griega, la ciudad helénica era un dédalo de pequeñas calles sin pavimentar, sin drenajes, sin obras de salubridad. El agua se extraía de pozos municipales, los desperdicios se arrojaban en las calles...”. (Gallion: Pág 31 y 33). No obstante, en el tiempo estas ciudades comenzaron a perfeccionar sistemas de aprovisionamiento de agua, de desalojo de aguas residuales, e incluso la planificación de nuevas ciudades tuvo en cuenta el tamaño poblacional deseable con base en la posibilidad real de aprovisionarlas de agua, además de otras consideraciones.

Respecto a la Acrópolis, “el término “ciudad” cobra un importante sentido histórico en la antigua Grecia para referirse inicialmente a la “Acrópolis”, (del griego, akros, 'grande'; polis, 'ciudad'), una fortificación elevada, bien fuera de carácter natural o bien fuera una ciudadela. Inicialmente apareció como un lugar de refugio, por lo que la acrópolis típica era construida en una colina o promontorio que se elevaba sobre la región circundante, de modo que el abastecimiento de agua y la eliminación de excretas no debía haber sido fácilmente resuelta en estos emplazamientos; probablemente el agua era transportada mediante cántaros y elevada a pie, mientras que las excretas serían acumuladas mediante letrinas y desalojadas cada cierto tiempo, una vez que estuviesen llenas. El drenaje de aguas de lluvia, por la topografía, debe haber sido fácilmente desalojada mediante canales y pendiente del pavimento hacia las laderas” (Martínez, 2006: pág II-15).

La zona adyacente a la base de la colina era frecuentemente el verdadero emplazamiento de la ciudad habitada, como ocurre en el caso de las acrópolis de mayor renombre, como la de Atenas, la de Corinto y la de Cadmea en Tebas. La parte baja de Atenas debió tener sistemas más complejos de abastecimiento de aguas – probablemente del río Illisós<sup>2</sup> -y poseía redes de alcantarillado sanitario. (Martínez, 2006: Pág II-17). Tal como señala Manuel José López Árguedas en una sinopsis que hace a propósito de una exposición sobre la evolución de las redes de alcantarillado:

---

<sup>2</sup> El río Illisós surtía a la fuente de Kalirohe “Entre las f. griegas, la más famosa de Atenas era la Kaliroe (hermosa) o Eneabrukos (de nueve caños), terminada de embellecer y de dotar de agua suficiente en tiempos del tirano Pisístrato (v.), a partir del 590 A. C. Recuperado el 01 de mayo de 2012 de [http://www.canalsocial.net/ger/ficha\\_GER.asp?id=12279&cat=varios](http://www.canalsocial.net/ger/ficha_GER.asp?id=12279&cat=varios)



*“La primera utilización a gran escala de un sistema de drenaje se realizó en Grecia, en las ciudades de Atenas y Corinto. En Atenas, una red de canales recogía las aguas producidas en las laderas de las colinas contra las que se asentaba. El tronco de la red se situaba en el llamado Gran Dren, que era de sección rectangular, con unas dimensiones de 1,00 m x 1,00 m. Confeccionadas con piezas de terracota de 0,685 metros de longitud, y cubiertos con losas adinteladas, sobre estos canales discurrían vías pavimentadas” (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 20):*



**Foto 3-5:** Vista aérea de la acrópolis de Atenas, tal como se encuentra en la actualidad.

Fuente: Microsoft Enciclopedia Encarta, 1998.

El establecimiento de poblaciones griegas con un trazado regular de manzanas y calles siguiendo el patrón hipodámico<sup>3</sup>, permite dar cuenta de la relevancia que tuvo el sistema de instalaciones sanitarias en la concepción de las ciudades antiguas. Una primera consideración es que el tamaño de las ciudades dependía de la posibilidad de aprovisionarlas de agua y alimento. Platón consideraba que el tamaño de una ciudad para su ideal de “República” era de 5040 ciudadanos, lo cual implicaba un número de cercano a 20 mil habitantes, si se considera que la mayoría de los ciudadanos eran jefes de familia (Bairoch: pág 80), mientras que Hippodamus consideraba que 10 mil habitantes era el tamaño ideal. Si bien Atenas logró concentrar cerca de 100 mil habitantes (unos 40 mil ciudadanos, más los esclavos y extranjeros) durante los siglos V y IV A.C., la mayoría de las ciudades griegas no alcanzaron los 10 mil habitantes. (Gallion: pág 37). Los griegos dispusieron la fundación de una nueva ciudad cuando la “ciudad-madre” u originaria se acercaba al umbral de 20 mil habitantes (Bairoch: Pág 80).

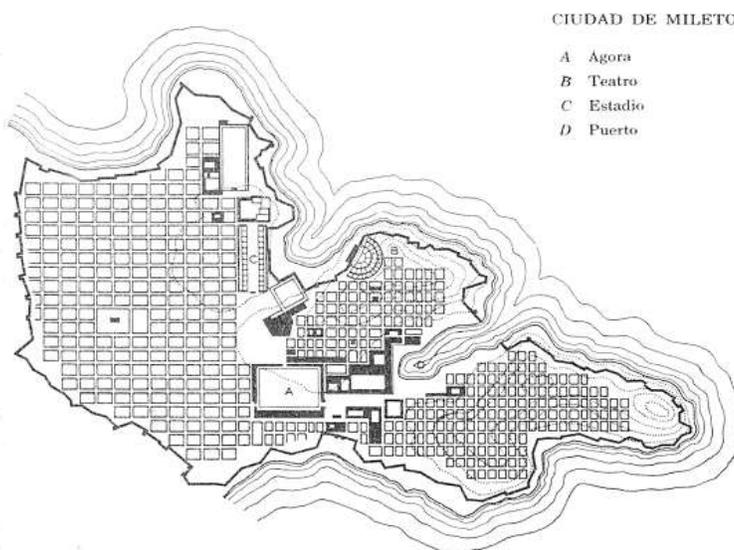
Una segunda consideración muy relevante es que se reconoció en el planeamiento urbano un método para servir al pueblo, para mejorar el ambiente urbano, y a la postre, para elevar las condiciones de salubridad de las ciudades griegas (Gallion: Pág. 33). En la medida que se fundaron ciudades coloniales y se reconstruyeron las existentes siguiendo los principios de Hippodamos, se

<sup>3</sup> Hippodamus fue un reconocido arquitecto-urbanista griego, “...a quien se le considera el primer urbanista con criterio científico riguroso que ha conocido el mundo. Aristóteles le atribuye el mérito de habernos dejado la teoría y de haber puesto en práctica la doctrina de una lógica distribución de la ciudad...” (Chueca: 53).



fueron atendiendo los problemas urbanísticos y sanitarios que iban apareciendo. Las ciudades de trazado hipodámico de Mileto, Olinto y Éfeso constituyen ejemplos paradigmáticos de ciudades griegas que permiten exponer la relación entre traza e instalaciones sanitarias.

Una vista de la nueva planta de la ciudad de Mileto <sup>4</sup>— probablemente diseñada por Hippodamos, (Chueca: Pág. 55) da cuenta de la racionalidad del trazado, adaptando a la topografía una estructura reticular de manzanas que permitía el acceso peatonal, y facilitaba el drenaje de aguas pluviales hacia las vertientes que escurren hacia la costa. (Martínez, 2006: Pág II-20).



**Figura 3-4** Planta de Mileto. Puede observarse la disposición de la cuadrícula hipodámica en distintas direcciones, para adaptarse a la topografía y facilitar el escurrimiento de aguas de lluvia.

Fuente: Gallion, A. 1959.

La localización de Mileto en un promontorio rodeado del mar, no debe haber facilitado el transporte del agua fresca, la cual probablemente provendría de algún sitio aguas arriba del río Meandro, por lo que debieron disponer de un sistema de transporte fluvial o terrestre. Las ciudades griegas solían tener depósitos públicos de agua, pero no tenían sistemas de distribución (Gallion: pág 37) y los techos de las viviendas permitían la recolección de aguas de lluvia para su acopio en cisternas individuales, lo cual debe haber ocurrido también en Mileto. La relativa baja densidad de Mileto debió favorecer el empleo de letrinas para la eliminación de excretas; además, la costumbre griega impedía la descarga de aguas desde las viviendas hacia la calle (Martínez, 2006: Pág II-20).

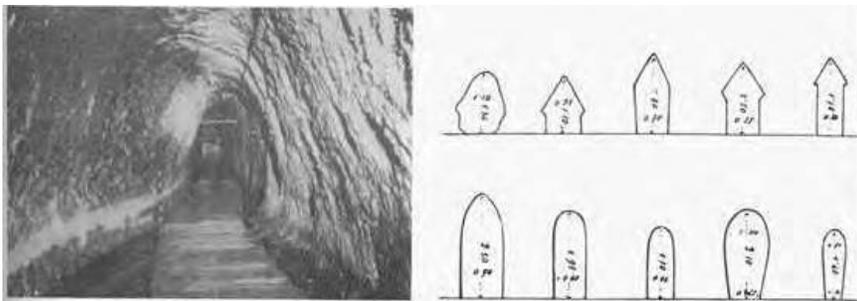
<sup>4</sup> Mileto fue destruida por los persas hacia el año 494 A.C. y se reedificó poco años después, cerca del año 475 A.C.. Es la ciudad originaria de Hippodamus.



### 3.2.4 Roma antigua

El predominio de Roma en la historia de la Humanidad abarca unos mil años o más, iniciándose cuando se supera la época monárquica durante la República Romana (510 AC hasta el año 27 DC) y continúa en el Imperio Romano (27 a.C.) hasta la disolución del Imperio Romano de Occidente (476 d.C.). Si se tiene en cuenta que el Imperio Bizantino heredó la práctica y cultura romanas, y que perduró hasta el año 1453 D.C., cuando Constantinopla – hoy Estambul – fue ocupada por los Otomanos, podría señalarse que su influencia es más prolongada. La expansión territorial de Roma y su herencia sobre los países occidentales explican la notoria influencia que ha tenido esta cultura sobre toda la práctica urbanística y sanitaria posterior (Martínez, 2006: Pág. II-26).

Como se sabe, estas prácticas urbanísticas y sanitarias no nacen con los romanos, sino que provienen de culturas anteriores. Se adjudica a los etruscos, civilización precedente a la fundación de Roma, el desarrollo de una serie de técnicas que luego fueron de gran utilidad para el saneamiento del sitio donde se emplazaría la gran ciudad. Tal como lo resume Manuel José López Árguedas: *“Este pueblo, para dominar su medio, desarrolló una serie de técnicas hidráulicas; entre ellas se encuentra un precedente de lo que luego será la red de alcantarillado, pero aplicado a la desecación de terrenos: los cuniculi. Los cuniculi – madrigueras de conejos – eran unas galerías excavadas a cierta profundidad, sobre un estrato impermeable, que permitían drenar un terreno poco consistente y fácilmente saturable, haciéndolo apto tanto para la agricultura como para el pastoreo, al tiempo que evitaban su fatal erosión en las épocas de grandes lluvias”.* (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 22).



**Figura 3-5:** Cuniculi o galerías filtrantes etruscas de la ciudad francesa de Veyes. Los cuniculi fueron predecesores de las cloacas romanas, copiadas por los romanos para desecar las riberas del Tíber y permitir la ocupación urbana.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991.



*Estos cuniculi, que eran excavados por unos operarios llamados fossores, tenían la altura mínima necesaria para que un hombre trabajara de pie en su interior. ... Las secciones de los cuniculi se adaptaban al caudal circulante, variando desde la mínima precisa para dejar pasar a un hombre, hasta las grandes dimensiones de la fossa o canal emisario, que reunía a los distintos cuniculi de la red y desembocaba en el río. Esta técnica fue heredada por los romanos. De hecho, el que Roma fuera posible como ciudad es consecuencia de la aplicación de este procedimiento de drenaje...”*  
(Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 20).

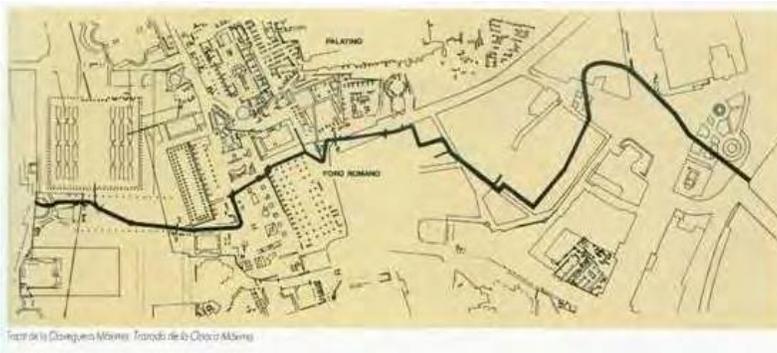
De todas las ciudades romanas, Roma es sin duda la más relevante. Es la primera ciudad enorme de la historia de la humanidad. *“Ahora bien, Roma indudablemente pasó de los 800.000 y quizá llegó y rebasó con mucho al millón de habitantes durante su apogeo en el siglo II de nuestra era”* (Bairoch: Pág. 85). La parte más antigua de Roma está bastante cerca del río Tíber, pero fue protegida de posibles crecidas gracias a su emplazamiento elevado, sobre algunas de las famosas 7 colinas de Roma. Este es uno de los pocos elementos que nos hablan de una racional ocupación del territorio, pues luego la ciudad se extendió sin orden en distintas direcciones: *“...No existe ningún indicio de que el sistema de calles romano haya consistido en otra cosa que en un conjunto irregular, típico de las grandes ciudades que se han extendido sin plan fijo”* (Gallion, 1959: Pág. 50).



**Figura 3-6** Planta de la Ciudad de Roma. El cauce meandrante del río Tíber indica que su pendiente es baja en el tramo que pasa por Roma, por lo que sus riberas debieron exponerse a inundaciones. Según la leyenda, Roma se fundó sobre la colina Palatino.

Fuente: Gallion, A. 1959.

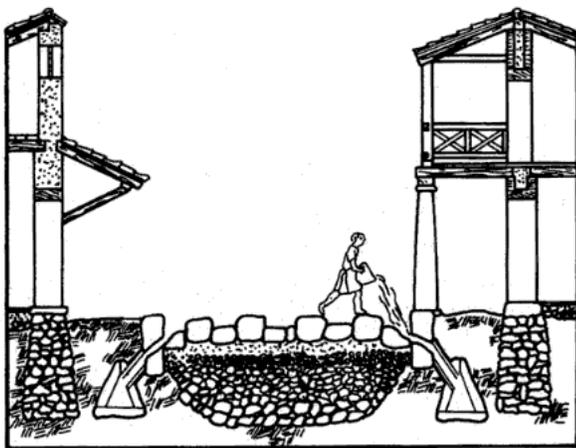
La tradición etrusca del saneamiento de áreas cenagosas fue proseguida por los romanos en la desecación de las riberas del Tíber (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 21). Según Carlos Fernández Casado (Casado, 1985), los cuniculi son los antecesores del sistema de alcantarillado sanitario romano, que tiene su máxima expresión en la construcción de la Cloaca Máxima (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 24), un importante colector de aguas pluviales y de aguas servidas que sirvió de referente para las importantes transformaciones sanitarias que se llevarían a cabo siglos después. Su trazado atraviesa importantes monumentos (Basílica Emilia, Basílica Julia, Templo circular de Vestal), que comunicaban con ella para desaguar la sangre vertida en los altares de los templos y desemboca en el Tíber (Martínez, 2006: Pág.II-30)



**Figura 3-7:** Cloaca Máxima de Roma. El diagrama superior muestra su trazado. Sus dimensiones oscilan entre 2 y 5 metros de ancho.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991.

Además de este importante colector, los romanos desarrollaron todo un sistema de alcantarillado sanitario que estableció la pauta para la posterior construcción de obras de recolección de aguas pluviales y servidas en la vía pública. *“Inicialmente sólo el agua de lluvia era recogida, lo que se hacía desde la calzada mediante unos imbornales (sumideros) de reja de piedra que comunicaban con los pozos de registro de las cloacas. Luego, tras el edicto de Agripa, se autorizó a verter las aguas negras – que seguramente quedaban estancadas en los pozos negros – a la alcantarilla”.* (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 24).



**Figura 3-8:** Sumideros Romanos. La sección de las calles romanas contaba con sumideros de ventana o imbornales que facilitaban el drenaje de la vía y la descarga de aguas residuales provenientes de las viviendas. El espacio superior de los colectores era reservado en la sección vial para los peatones.

Fuente: <http://www.waterhistory.org/histories/rome/>



*“En Roma se fijan una filosofía y unos elementos de alcantarillado que, en lo esencial, son los utilizados en nuestros días. Esta filosofía consiste, por una parte, en la extensión de la red a toda la ciudad, convirtiéndose a su vez la red en factor generador de suelo urbano; y por otra en el carácter unitario de la misma, siendo útil tanto para la evacuación de aguas domésticas y negras como las de pluviales, que, procedentes de los tejados y de las calles, ingresaban en la red a través de imbornales... Otro aspecto importante de este servicio está presente ya aquí: su gestión municipal y la economía a ella asociada, que ya no puede ser privada, sino pública.”*

(Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 26).

Otro de los aportes relevantes de Roma al mundo lo constituyen sus acueductos. La elección de la fuente fue un primer problema a enfrentar, puesto que era necesario asegurar calidad y cantidad del agua a transportar, de donde se deduce la existencia de algunos conocimientos geográficos, climáticos e hidrológicos relativos a periodos estiaje y de mayor afluencia de las fuentes y una observación empírica de la calidad del agua para su consumo. También estuvo presente una incipiente noción del manejo de las cuencas, pues, ¿cómo asegurar que la fuente elegida no se contaminara o que no se desviaran los cursos que le aportaban el agua o, peor aún, que quedaran bajo el control de pueblos enemigos?, entre otras preguntas que a lo largo del tiempo y de la experiencia fueron apareciendo<sup>5</sup> (Martínez, 2006: Pág. II-34).

Todo parece indicar que no se especuló en profundidad acerca de la magnitud del crecimiento urbano, sino que se construían acueductos en respuesta a necesidades cada vez más apremiantes. En relación a su producción, las investigaciones efectuadas a principios del siglo XX (Waterhistory.org. Citado por Martínez, 2006: Pág. II-35) estimaron un valor mínimo de 322.000 (Herschel, 1913) y otro máximo de 1,010,623 metros cúbicos al día (Ashby, 1935). Algunas investigaciones más recientes (Bruun, 1991) señalan que una producción de 600 mil m<sup>3</sup> al día sería una estimación más probable. Para una población de 1 millón de habitantes, esta producción supone un índice promedio de dotación per cápita del orden de 600 lpd, lo cual luce muy alto. Por otra parte, la disponibilidad de agua por habitante no era homogénea; pues para los grupos sociales más pobres se estima que las fuentes o “lacus” proporcionaban hasta unos 67 litros por habitante diario.

La consideración del período de vida útil parece ser muy clara: los acueductos debían durar “para siempre”, tal como lo constata el hecho de que algunas de estas construcciones aún existen. Un buen manejo de la topografía fue necesario para garantizar el camino o ruta más apropiada, cuya pendiente permitiese transportar el caudal por gravedad. También se innovó en cuanto a toda una

<sup>5</sup> Por ejemplo, según Sexto Julio Frontino, quien ejerció el alto cargo político de Curator Aquarum y escribió el tratado *De aquaeductu urbis Romae* sobre los acueductos romanos en el año 97 D.C, la construcción del Aqua Appia tuvo su razón principal en el abastecimiento de áreas comerciales en el Forum Boarium, mientras que el Aqua Vetus sirvió primordialmente a usuarios privados y públicos, en áreas servidas parcialmente por el Aqua Appia.

serie de obras civiles, tales como sifones invertidos, arcos, obras de captación, canales subterráneos, bocas de visita y túneles, construida para garantizar el transporte del agua por terrenos de topografía abrupta y para protegerla de posible destrucción o contaminación. (Martínez, 2006: Pág. II-35).

Las mejores explicaciones acerca de los acueductos para la época las realizó Sextus Julius Frontinus, el comisionado del agua de Roma al final del Siglo I A.D. Frontino describió con bastante detalle las consideraciones y características que privaron en la construcción de cada uno de los nueve acueductos existentes para su época, de donde se puede concluir que se consideraron las demandas de la población mediante los distintos usos del agua (fuentes y baños públicos, algunos sectores privilegiados de la ciudad y actividades recreativas). En total, unos once acueductos de una longitud cercana a 500 km suministraban agua a la antigua ciudad de Roma, teniendo una capacidad de transporte cercana a un millón de m<sup>3</sup> de agua al día (Martínez, 2006: Pág. II-35).

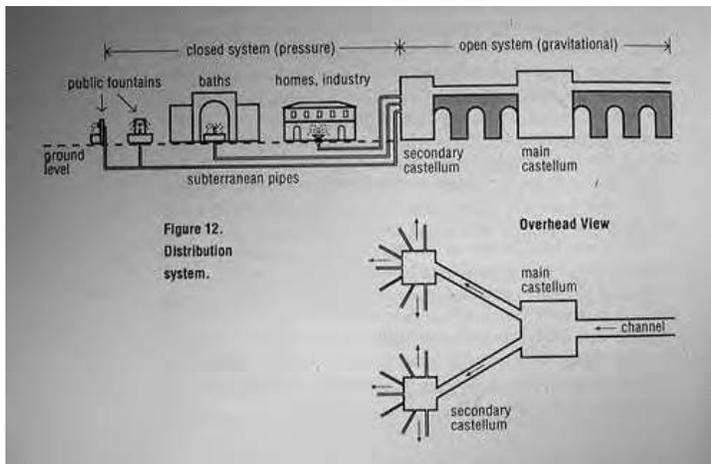


**Figura 3-9:** Acueductos Romanos. La imagen muestra la ruta de los distintos acueductos existentes para el momento en que Frontino realizó su descripción de las fuentes de agua de Roma.

Fuente:

<http://academic.bowdoin.edu/classics/research/moyer/html/intro.shtml>

El sistema de distribución en la ciudad era bastante complejo y construido bajo una concepción de bienestar colectivo. Las partes de las que constaba el sistema de distribución romano eran el *castellum* o tanque principal de almacenamiento; luego, otros tanques secundarios de almacenamiento que distribuían el agua a presión mediante tuberías de plomo, a fuentes públicas, a los baños públicos y a usuarios privados (Martínez, 2006: Pág. II-39).

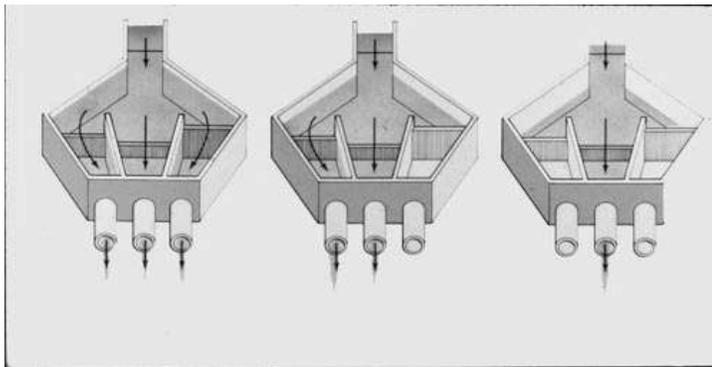


**Figura 3-10:** Diagrama que esquematiza la configuración típica del sistema de abastecimiento y distribución romano.

Fuente:

<http://academic.bowdoin.edu/classics/research/moyer/html/intro.shtml>

En caso de estiaje de la fuente, se debía garantizar la provisión de agua para la población de menores recursos y para los usos colectivos, antes que a los usuarios particulares. La manera de garantizar ese orden de prioridades la explica Vitruvio, al señalar la conveniencia de dividir internamente los castellum en tres partes, de modo que alimentaran tres tipos diferentes de tuberías, cada una dirigida a un uso distinto (Martínez, 2006: Pág. II-39).



**Figura 3-11:** Esquema representativo de la configuración interna de los castellum, según la explicación de Vitruvio. La prioridad en la distribución la tenían las fuentes públicas.

Fuente:

<http://academic.bowdoin.edu/classics/research/moyer/html/intro.shtml>

### 3.2.5 Colonias Romanas

Desde el punto de vista de la planificación urbana, nos refiere Chueca que *“la aportación más original al trazado de las ciudades es precisamente aquella que debe su origen a los campamentos militares...”* Una ciudad romana fundada bajo estos preceptos fue la Colonia Augusta Emérita (Mérida), la ciudad colonial romana más suntuosa de la península ibérica. En su fundación su planta fue cuadrada, como correspondía a su origen colonial, pero luego tuvo ampliaciones, llegando a ocupar un rectángulo de 9.400 por 350 metros (Chueca, 1985: Pág. 64). *“Las calles debían ser bastante regulares, como lo indica la red de cloacas. En varias partes se conservan restos bien pavimentados y con aceras enlosadas con grades piezas. Pueden reconocerse los trazados del *Cardo* y *Decumanus*.”* (Chueca, 1985: Pág. 64). Es relevante el hecho de que la red de calles de Mérida siga el trazado de la antigua red de alcantarillado romano, lo cual es una fuerte evidencia del carácter definitorio que tienen la red vial y las servidumbres de servicios públicos en la traza de la ciudad (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 30).



**Figura 3-12:** Trazo viaria y de alcantarillado romano de la colonia romana Emérita Augusta, Mérida, España.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991.

Estas características de las ciudades coloniales romanas son antecesoras de códigos de urbanización que perduran hasta nuestros días en los países de herencia latina. La ubicación de las cloacas en las calles, la adopción de la cuadrícula como fórmula de trazado de instalaciones sanitarias, la calle como servidumbre para el paso de servicios sanitarios, entre otros criterios, se han mantenido a lo largo del tiempo. Esta herencia se le debe en mucho a Marco Vitrubio (c. 70 a.C.-c. 25 a.C.), arquitecto e ingeniero romano. Sus diez libros de arquitectura (*De Architectura*) es el único tratado sobre esta materia que ha llegado a nuestros días. (Martínez, 2006: Pág. II-43).



### 3.3 LA CIUDAD MEDIEVAL Y RENACENTISTA (SIGLO V AL SIGLO XVI).

#### 3.3.1 Ciudades medievales

Los progresos observados durante los períodos anteriores tuvieron un importante revés en Occidente, durante la época medieval. *“En materia de infraestructura sanitaria, sin duda esta etapa de la historia europea constituyó un fuerte retraso que tuvo graves consecuencias en el cobro de innumerables vidas humanas y que sólo pudo superarse muchos siglos después, mediante innovaciones tecnológicas que, en gran parte, estaban inspiradas en las antiguas prácticas romanas de urbanización”*. (Martínez, 2006: Pág. II-46)

*“Entre los siglos V y XIV la Europa medieval planificó sus ciudades alrededor de castillos, iglesias y monasterios, sin seguir un modelo concreto en la distribución de sus calles, salvo la disposición radioconcéntrica propia de las ciudades amuralladas que facilitaban un fácil acceso a los muros exteriores y una red radial hacia el centro de la ciudad, donde usualmente se encontraban el mercado y la iglesia, única institución europea con carácter universal”* (Martínez, 2006: Pág. II-46). Una excepción la constituyen las bastidas francesas y algunas ciudades regulares españolas, ciudades medievales trazadas principalmente con propósito de colonización, seguridad y defensa (Chueca, 1985: Págs. 102-106).

Pueden señalarse equivocadas razones culturales y religiosas como las causantes de este retroceso. *“La iglesia cristiana siempre consideró la limpieza espiritual un hecho más importante que la limpieza corporal, e incluso generó el mito de que las termas romanas fueran un lugar de perversión, lo que alejó a la población de la cultura del baño establecida en la antigüedad. ...En la Europa septentrional, de clima frío, se llegó a considerar la excesiva limpieza como algo insano, además de un acto propio de la frivolidad más reprobable. El aseo personal, por tanto, se convirtió en algo poco frecuente para la mayor parte de la población. En los países europeos donde la cultura fue marcada por la Reforma protestante del siglo XVI, se desaprobó aún más la costumbre del aseo personal, y lo mismo se puede decir de la contrarreforma católica posterior, con lo que la tradición del baño se perdió casi por completo en el mundo occidental cristiano y en las colonias americanas”*. (Martínez, 2006: Pág. II-47).

Las calles, a la vez de facilitar el transporte peatonal y de bestias de carga, permitían el escurrimiento de aguas sucias lanzadas desde los inmuebles adyacentes. En razón de estas débiles condiciones de salubridad, las pestilencias eran comunes en la vida medieval; las viviendas insalubres, los mataderos de los carniceros y las zanjas hundidas -que siempre preocupaban a las autoridades- eran muy impopulares cuando amenazaba la peste, aunque la relación entre los agentes patógenos que ocasionaban las enfermedades de origen hídrico y las medidas de salubridad urbana, no se estableció hasta bien avanzado el siglo XVIII.



*La histórica “Peste Negra” que devastó Europa a mediados del siglo XIV, se propagó sin freno en razón de la cultura prevaleciente del desaseo personal y las precarias condiciones en que se habitaba en los asentamientos medievales. Es probable que las mejoras sanitarias en las condiciones de vivienda y de vida hayan contribuido más a su desaparición que los supuestos avances médicos, los cuales, por cierto, parecen haber jugado un papel insignificante. La “Peste Negra” alcanzó Europa desde China en 1348 y se expandió a gran velocidad por la mayoría de los países. La epidemia cruzó las fronteras con facilidad, lo cual nos habla de la condición generalizada de insalubridad urbana en Europa. Tuvo un impacto dramático entre 1348 y 1349. En las áreas más afectadas de Europa, más de la mitad de la población pereció. Donde los datos están completos, como en las ciudades italianas, las tasas de mortalidad fueron con frecuencia diez veces más altas de lo habitual, con gran incidencia en las grandes urbes. La peste permaneció endémica cuando no epidémica en Europa durante los siguientes tres siglos y desapareció de forma gradual tras 1670, fecha del último brote en Inglaterra. (Martínez, 2006: Pág. II-47).*

Pero, la cultura del aseo personal no desapareció del todo en Europa durante esta época. En Escandinavia se generalizó una especie de baño de vapor, cuyo origen se remonta a los pueblos de las estepas euroasiáticas, llamada sauna, que consistía en una pequeña habitación de madera con un banco a lo largo de las paredes. En ella se podía lavar toda la familia, tonificar la piel mediante suaves golpes con ramas de abedul, aclararse en agua templada y terminar con un baño de agua helada para activar la circulación sanguínea. Igualmente al sur de Europa, la invasión musulmana permitió los baños públicos, y añadió a las razones higiénicas y sociales otras de tipo religioso. Todas las ciudades importantes tuvieron al menos un baño público; en España esta tradición se mantuvo incluso en las ciudades cristianizadas donde hubo una cierta población musulmana (morisca) hasta 1492, cuando la expulsión de musulmanes y hebreos acabó en gran medida con estas costumbres. Por su parte, en Constantinopla se mantuvieron las costumbres romanas durante la época bizantina, perfeccionadas por la llegada de los turcos. Tanto es así que los baños de vapor, de tradición romana, se conocen a menudo como baños turcos (Martínez, 2006: Pág. II-48).

*“A pesar de tal cultura del desaseo, obviamente la obtención y conducción de agua fresca a las ciudades continuó siendo una necesidad a ser satisfecha. En la Europa medieval, una de las condiciones más relevantes para el establecimiento de las ciudades consistía en obtener un adecuado suministro de agua fresca, para lo cual se utilizaban cisternas, manantiales naturales y pozos o aljibes, algunos dentro de la ciudad y contaminados por las letrinas, prácticas insalubres que perduraron por mucho tiempo. Pero, además de los manantiales y pozos, durante el siglo XIII en Europa se utilizaron acueductos, tuberías de madera y canales de piedra para atraer agua a las ciudades desde las fuentes. Las aguas del manantial de Saint Moritz eran transportadas en dos tuberías construidas de troncos huecos, generalmente de olmo, de una longitud de 6 metros y de 8*



*a 12 cm de diámetro, los cuales podían soportar una presión de 3,5 atmósferas (unos 35 metros de columna de agua o 50 psi) y cuyas juntas eran reforzadas con abrazaderas de hierro (James, W. 1998). También se utilizaron tuberías de plomo en el siglo XV” (Martínez, 2006: Pág. II-49).*

En la tradición anglosajona, los vecinos obtenían el agua desde cisternas públicas – denominadas “conduit houses” – situadas en las intersecciones de las calles de la ciudad o de transportistas autorizados, a veces pertenecientes a congregaciones religiosas, a quienes se les pagaba el servicio de acarreo (Hansen, R. WaterHistory.org, s/f). Un problema bastante común consistía en la separación de las cisternas de los sitios de acumulación de desechos, lo cual dio lugar a exigentes regulaciones. Hacia el siglo XIV, se promulgaron normas sanitarias que controlaban la descarga de excretas y aguas negras hacia las calles y obligaban a los vecinos a limpiar el frente de sus viviendas al menos dos veces por semana, para evitar la acumulación de desechos (Martínez, 2006: Pág. II-49).

En cuanto a los excusados, hacia finales de la Edad Media empezaron a usarse en Europa, primero, excavaciones subterráneas privadas y, más tarde, letrinas públicas. Cuando éstas estaban llenas, unos obreros vaciaban el lugar y el contenido de los pozos negros se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas (Hansen, R WaterHistory.org, s/f). El uso de letrinas en terrenos adyacentes a pozos o aljibes fue muy común en esta época y se prolongaría hasta el siglo XVIII, lo cual explica la propagación de epidemias de cólera. (Martínez, 2006: Pág. II-49).

En la época medieval, Londres poseía pocas letrinas públicas construidas a lo largo de cursos pequeños y de los ríos, que fueron construidas por la necesidad de ofrecer esta facilidad a los inquilinos de viviendas que no disponían de esta facilidad en los cuartos y viviendas que habitaban. Para 1579 unas 57 viviendas colectivas (households), disponían sólo de tres baños y algunos no lo poseían, lo que obligaba a que las excretas humanas fueran expulsadas la mayoría de las veces a la calle, ocasionando molestias a los peatones. Muy pocos privilegiados habitantes disponían de letrinas a su disposición. Los lodos de los sépticos eran eventualmente vaciados y enviados a un relleno o a las riberas de los ríos. En ocasiones eran acumulados y transportados a los sitios de cultivo para ser utilizados como abono. A pesar de estar contaminado, el Támesis era utilizado frecuentemente como agua para uso culinario. Su contaminación provenía de distintas fuentes: pilas de estiércol, descarga de embarcaciones, efluentes que descargaban al río y escurrimiento de la ciudad. También los londinenses lavaban sus prendas de vestir en las riberas y su desagradable olor impregnaba sus prendas (Hansen, R. WaterHistory.org, s/f).

Durante la Edad Media, los ríos Walbrook y Fleet eran utilizados como sitios de descarga de desechos. El Walbrook fue objeto de numerosas campañas de limpieza de su cauce y de ordenanzas que impedían la descarga. Hacia el siglo XIV constituyó una práctica común la



colocación de letrinas en sus márgenes; algunos propietarios de viviendas en alquiler practicaron la construcción de letrinas cuyo derecho de uso debía ser cancelado a ellos, práctica que duró varios siglos hasta la reforma sanitaria del siglo XVIII (Hansen, R WaterHistory.org, s/f).

Respecto a la limpieza urbana, era una costumbre común arrojar desperdicios sólidos y líquidos a las calles; paulatinamente, a partir del siglo XIV se fueron adoptando medidas para evitarlo, que consistían de advertencias y multas a quienes arrojaran desechos en las calles; este tipo de ordenanzas era frecuentemente desobedecido (James, W. 1998). Los desechos acumulados en las calles atraían a las ratas, lo cual ocasionó numerosas víctimas por la peste. Hacia 1349, una tercera parte de la población de Londres falleció como consecuencia de esta plaga (Hansen, R WaterHistory.org, s/f).

En el caso de España, existen abundantes datos acerca de intervenciones públicas para el abastecimiento para el riego agrícola. Las ciudades se proveían de agua para su consumo desde pozos excavados en el subsuelo y de canalizaciones de rieras (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 34).

En el caso de Barcelona, algunas intervenciones públicas realizadas para el desvío de los cursos superficiales, permitieron la posterior expansión de la ciudad y fueron estableciendo una paulatina cultura de limpieza urbana. En efecto, hacia el siglo XIV *“La riera Cagadel, actualmente la Rambla, fue una frontera en el crecimiento urbano de Barcelona. En la construcción de la segunda muralla, iniciada bajo los auspicios de Jaume I, se canalizó parte de su recorrido, desde el Pla de la Boqueria hasta casi la altura de Les Drassanes (Las Atarazanas) desde donde discurría a cielo abierto hasta su desembocadura... (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 36).* Respecto al abastecimiento de aguas, hacia el siglo X el conde Mir mandó a reconstruir el acueducto romano que traía agua desde el Besós; a este acueducto se le dio el nombre de Rec Comtal. La tradición romana fue proseguida en Barcelona al punto de que hasta el siglo XVIII, el Ayuntamiento exigía que, a costa de los propietarios de los inmuebles adyacentes, se construyeran las obras de alcantarillado y viales antes de la edificación, siguiendo las pautas del Derecho Romano. (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 36).

En el caso de Madrid, desde su fundación por los musulmanes en el siglo XI y hasta bien entrado el siglo XIX, el abastecimiento de agua dependía de pozos y manantiales que eran abundantes en la geografía de la ciudad, condición que etimológicamente dio lugar a la denominación de la ciudad, gracias a la unión de la palabra árabe “Magra” o “Madra” que significa “curso de agua”, y el sufijo “it”, que significa “abundante” (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 36). La falta de preocupación por la higiene urbana implicó que hasta el siglo XVIII Madrid careciera de un sistema de alcantarillado, lo que repercutió en una suciedad casi permanente en sus calles. Se realizaron intentos de construir una red de alcantarillado desde 1717, pero sólo se vieron fructificados hacia



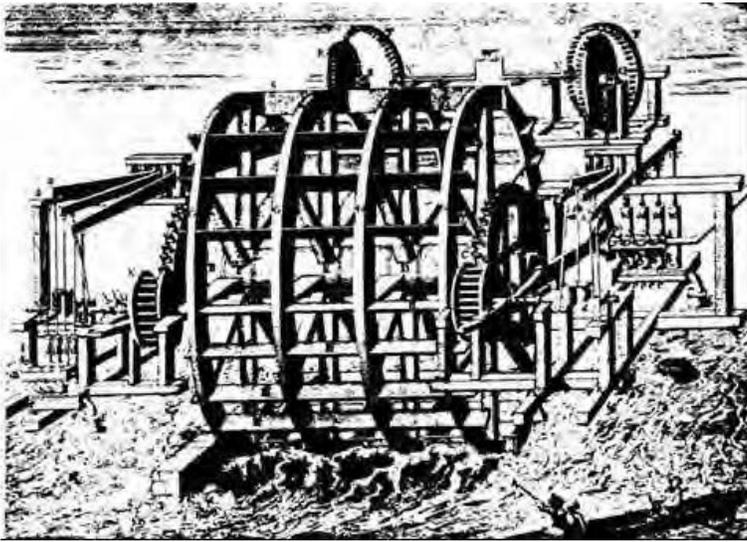
1884 cuando, mediante ordenanzas, se obligó a que todos los inmuebles se empotraran a las calles que contaban con colectores y que, donde no existían, las fosas sépticas fueran impermeables. En gran medida, la incidencia del cólera en la pérdida de vidas humanas fue el detonante para adoptar estas estrictas disposiciones, tal como ocurrió previamente en Londres y París, durante la revolución industrial. (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 48).

### 3.3.2 Ciudades europeas durante el Renacimiento

*“El Renacimiento comprende un período histórico que abarca los siglos XV y XVI, en el cual se vuelve al estudio de los antiguos códigos de edificación y se analizan las ruinas de las antiguas ciudades griegas y romanas. Aunque este período es más renombrado por los cambios en la arquitectura de las edificaciones, antes que por el urbanismo de las ciudades (Chueca; Pág. 108), se producen algunos avances que comienzan a aplicarse con mayor profusión en la empresa colonizadora del Nuevo Mundo, donde la tarea de urbanización apenas comenzaba” (Martínez, 2006: Pág. II-52).*

*“Respecto a las innovaciones, durante el siglo XVII en algunas ciudades compañías privadas ofrecieron como servicio el bombeo de agua desde los reservorios hacia algunos domicilios, entendiéndose que tal servicio era una comodidad a la que sólo tenían derecho algunos privilegiados. La aparición del hierro colado hizo económicamente posible el uso de este material para construir tuberías principales de agua, las cuales se hicieron de uso común hacia mediados del siglo XIX. Fue muy lenta la vuelta hacia la concepción vitrubiana de entender como una obligación de los gobernantes la construcción de acueductos y la distribución de las aguas frescas para atender a la población desposeída, lo cual se alcanzó con grandes obstáculos a partir del siglo XIX” (Martínez, 2006: Pág. II-53).*

En Londres, la conducción de agua desde la fuente hasta las distintas pilas públicas se hizo por gravedad hasta 1580, cuando un empresario alemán de nombre Peter Morice solicitó permiso a las autoridades locales para construir una noria debajo de uno de los arcos del puente de Londres que permitiría bombear el agua para el consumo hasta la “conduit house” situada en Leadenhall. Las demostraciones de Morice impresionaron de tal modo a los oficiales de la ciudad que obtuvo un derecho de utilización por 500 años para instalar dicha noria y posteriormente obtuvo derechos para instalar dos norias adicionales bajo el mismo puente (Hansen, R WaterHistory.org, s/f: Pág. 6).



**Figura 3-13:** Grabado que muestra el diseño de la noria instalada por Peter Morice bajo uno de los arcos del puente de Londres hacia finales del siglo XVI.

Fuente:  
[http://www.IndustrialCities-Sanitation-WaterSITES\WaterHistory\\_org.London.htm](http://www.IndustrialCities-Sanitation-WaterSITES\WaterHistory_org.London.htm)

A pesar de que estas norias fueron destruidas por el incendio que devoró a Londres en 1666, fueron reconstruidas por el nieto de Morice y se mantuvieron hasta inicios del siglo XIX. Las tres norias daban fuerza a 52 bombas que enviaban 167 lps a una presión de 36 metros de columna de agua (Hansen, R WaterHistory.org, s/f: Pág. 6).

Otra iniciativa privada que logró mejorar el suministro de agua a Londres fue la de Sir Hugh Myddelton quien construyó un acueducto de 60 kilómetros de longitud desde la fuente de Herfordshire en Chadwell and Amwell hasta Londres. Consistía en un canal de 3 metros de ancho por 1,2 metros de alto que ofreció agua fresca a los londinenses que pagaran por el servicio. Su construcción tuvo muchos tropiezos y tuvo que contar con el apoyo real para culminar el proyecto, debido a las dificultades de lidiar con propietarios de tierra por derechos de paso y por el sabotaje de quienes estaban en contra de la iniciativa. Después de superados los tropiezos de su construcción, iniciada en 1609, el canal entró en operación en 1613 y funcionó hasta 1904, cuando el Estado, a través del Metropolitan Water Board, asumió el suministro de agua. La compañía creada por Myddelton, la New River Company, floreció y fue una de las más grandes empresas londinenses (Hansen, R WaterHistory.org, s/f: Pág. 6).



### 3.4 CIUDADES PRECOLOMBINAS Y LAS DEL NUEVO MUNDO (SIGLOS XVII AL XVIII)

#### 3.4.1 Ciudades de la civilización azteca

Antes de la llegada de los españoles, las civilizaciones precolombinas hicieron uso del agua para su provecho con gran éxito. Uno de los casos más singulares por la forma como se adaptó la necesidad del asentamiento humano respecto a la condición de ciénaga que predominaba en el paisaje circundante, es el de la ciudad de Tenochtitlán, fundada por los mexicas en 1325 y conquistada por los españoles en 1521.

Según nos relata Ma. Cristina Montoya Rivero (Montoya R., M.C. Mexicodesconocido, 1999): *“Fue en la época prehispánica, en el siglo XIV, cuando los mexicas llegaron al Valle de México y se establecieron en el islote de Tenochtitlán. Como sabemos éste se encontraba en uno de los cinco lagos que formaban la zona lacustre de lo que es hoy este Valle. La cuenca-cerrada- se alimentaba de las lluvias, de los ríos procedentes de las sierras y de pequeños manantiales. Tal ubicación y características ocasionaron desde entonces inundaciones constantes en las épocas de continuas precipitaciones. Los antepasados, ante semejantes contingencias, dieron muestra de sus conocimientos de ingeniería al emprender obras con el fin de controlar las aguas; principalmente construyeron albardones o diques, como lo relatan los cronistas españoles, quienes quedaron sorprendidos por los sistemas empleados”.*

La zona lacustre cubría unos ocho mil kilómetros cuadrados y llegó a albergar más de 300 mil habitantes para el momento de la conquista por Hernán Cortes, un conglomerado humano varias veces mayor que Madrid, que apenas alcanzó 80 mil habitantes a finales del siglo XVI. El agua se utilizó para la circulación de miles de canoas, trajineras y diversas embarcaciones que llevaban productos hacia el centro del valle y distribuían más de un millón de peces al año, batracios, y otras especies lacustres. (Martínez, 2006: Pág. II-58).

*“Las lagunas, aunque intercomunicadas por canales y acequias no formaban un macizo uniforme. Primero los grupos indígenas buscaron el control de crecientes y la regulación de las aguas, desarrollando una variedad de obras de hidrología, que abarcaban calzadas-dique, albardones, obras de contención de crecientes, trabajos de drenaje, chinampas (suelos artificiales semiflotantes y flotantes para agricultura), canales de agua dulce, acequias, acueductos, lagunas, pantanos artificiales, entre otras. Con las obras, se impedía la mezcla de aguas dulces y salobres, se controlaba el nivel de canales y lagunas, se canalizaba el drenaje, se regaban tierras, se regulaba y aseguraba la navegación de más de setenta mil canoas, que permitían el transporte y la guerra. Más de cuarenta ciudades se intercomunicaban de esta manera, dependiendo del sistema hidrológico. (Montoya R., M.C. Mexicodesconocido, 1999).*



**Figura 3-14:** Ilustración de la ciudad azteca de Tenochtitlan. La presencia de islotes configuraba una trama que era accesible por vía acuática. La posterior fundación de la ciudad de México interrumpió este equilibrio del asentamiento prehispánico con el ciclo hidrológico del valle e implicó una lucha contra el drenaje natural del área que aún perdura.

Fuente: [http://faculty.smu.edu/rkemper/cf\\_3333/cf\\_3333\\_fall\\_2005\\_covey\\_Inca\\_Aztec.htm](http://faculty.smu.edu/rkemper/cf_3333/cf_3333_fall_2005_covey_Inca_Aztec.htm)

*En 1521, México-Tenochtitlán cayó en poder de los españoles; así se inició una nueva etapa, que se prolongaría hasta 1821. Una de las primeras ideas de Cortés fue buscar un nuevo asiento para fundar la capital de la Nueva España, pero finalmente se tomó la decisión de reconstruir la ciudad azteca, a pesar del peligro constante de las inundaciones, pues todas las corrientes se dirigían hacia el valle. Pronto los constructores se vieron en la necesidad de buscar soluciones. En 1555 ocurrió la primera gran inundación del México colonial y, entre otras medidas, siguiendo las técnicas indígenas, se reconstruyó el albardón prehispánico, que, aunque brindó cierta ayuda, no bastó para solucionar del todo dicho problema”*

Después del triunfo español, se impuso un modelo de "civilización y urbanismo" que nada tenía que ver con el sistema hidráulico prehispánico que se adaptaba mejor al entorno. De acuerdo a la nueva forma de ocupación, había que desecar los terrenos y evacuar las aguas artificialmente, pues las aguas estorbaban para la circulación de caballos, para el movimiento de carretas, para el asentamiento de viviendas y construcciones, para la agricultura sobre suelo firme, es decir, para un modo de urbanización muy distinto al que el paisaje geográfico demandaba. La construcción de



sistemas artificiales de drenaje para evacuar las aguas de escurrimiento del valle de México se inició en 1604 y han implicado una lucha de 4 siglos que aún continúa.<sup>6</sup>

### 3.4.2 Ciudades de la civilización incaica

Respecto a la civilización incaica, el manejo hidráulico también constituyó uno de sus principales avances tecnológicos. En Machu Picchu, el clima tropical lluvioso predominante y la geografía montañosa obligó a los incas a desarrollar sistemas de drenaje de aguas de escurrimiento que evitaran la erosión y que facilitaran la captación de aguas para consumo y para el riego de cultivos ubicados en terrazas difícilmente logradas en una topografía abrupta. Se construyeron canales y torrenteras con rocas talladas, ensamblándolos sin uso de argamasa con una geometría regular; andenes para el cultivo, entre las obras más relevantes.

---

<sup>6</sup> Inicialmente fue necesario construir un canal y un túnel de 7 km para drenar los excedentes de ríos situados al norte, sobre todo del río Cuautitlán, hacia la cuenca del río Tula, evitando así que la laguna de Zumpango se desbordara hacia el lago de Texcoco y éste hacia la ciudad. Estas obras, el canal de Huehuetoca y el túnel de Nochistongo, se iniciaron en 1604 y finalizaron dos siglos después. En este período hubo inundaciones de gran magnitud, entre las que destaca la de 1629-1635, en la cual murieron unas 30 mil personas y un número similar salió de la ciudad, dando pie a la idea de trasladar la ciudad a otro sitio, pero prevaleció la de mantener la fundación de la ciudad en el mismo sitio.

Posteriormente fue necesario emprender otras obras de drenaje de mayor magnitud. Para controlar las aportaciones de las cuencas situadas al sur y oriente, y facilitar la descarga del lago de Texcoco fuera del valle de México, se concibió la idea de construir el "Gran Canal" o "Canal del Desagüe". La obra se inició hasta 1866 y fue terminada en el año 1900, un canal de 39.5 km que iniciaba en el lago de Texcoco y culminaba con el túnel de Tequixquiac, de casi 10 km. La obra constituyó la segunda salida artificial para el drenaje del valle de México, con lo que se pensó que se había dado una solución definitiva a las inundaciones de la ciudad.

Pero en 1925 se volvieron a producir inundaciones de gran magnitud que obligaron a nuevas obras. El crecimiento de la población se hizo explosivo a partir de 1930, año para el que se calcula que la ciudad estaba habitada por un millón de personas, que se incrementaron a dos millones en 1940, tres en 1950 y más de cinco en 1960. A lo largo de esos años se construyeron miles de kilómetros de diversos conductos para el drenaje, se inició la construcción de un sistema de presas para la regulación de las avenidas en el Oeste de la ciudad, de grandes plantas de bombeo de los colectores principales al Gran Canal, se incrementó la capacidad de éste mediante la ampliación de las secciones, y se construyó un segundo túnel de Tequixquiac, que se terminó en 1954.

Entre 1954 y 1967 se construyeron nuevamente miles de kilómetros de colectores, plantas de bombeo con capacidad acumulada de más de 100 m<sup>3</sup>/s, el interceptor del poniente, el entubamiento de los ríos Churubusco, de la Piedad, Consulado, entre otros, pero estas obras y otras muchas, seguían resultando insuficientes por el crecimiento acelerado de la mancha urbana y, sobre todo, por el hundimiento de la ciudad que, debido a la desecación del terreno y a la extracción de agua de los acuíferos para el suministro, ocasionó hundimientos diferenciales que afectaron la pendiente de muchos colectores de drenaje. Se inició entonces, en 1967, el Sistema de Drenaje Profundo. Esta obra constaba, en el proyecto original, de dos interceptores de 5 m de diámetro y 18 km de longitud conjunta, con una profundidad que varía de 30 a 50 m. Los interceptores descargan al Emissor Profundo, de 6.5 m de diámetro y 50 km de longitud. La obra, considerada como "definitiva", se inauguró en 1975. No obstante, el continuo crecimiento de la ciudad, la dificultad de realizar obras de mantenimiento y los hundimientos que afectan la capacidad del sistema de drenaje, implican una permanente actualización de los planes de drenaje de la ciudad.

Síntesis del artículo intitulado "Las Inundaciones en la Ciudad de México. Problemática y Alternativas de Solución" del Dr. Ramón Domínguez Mora. UNAM. Revista Digital Universitaria. Vol.1 No.2. México DF. Octubre de 2000. Recuperado el 28 de abril de 2012 desde <http://www.revista.unam.mx/vol.1/num2/proyec1/>.



**Foto 3-6:** Andenes de cultivo en el sector agrícola de Machu Picchu.

Fuente: <http://www.viajablog.com/viaje/machu-picchu/>

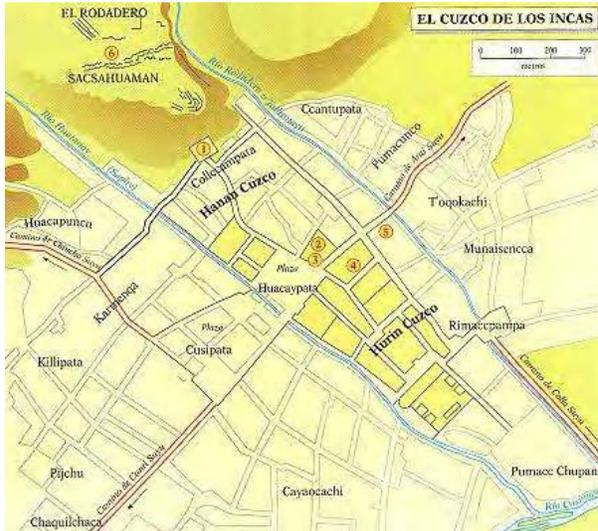
En la región de Cusco también son muy relevantes las obras hidráulicas de Tipón, compuestas por un sistema de andenes y canales adaptado a la topografía con el fin de evitar el efecto erosivo del agua y canalizarla para su provecho y disfrute escénico, el cual se encuentra aún en funcionamiento.



**Foto 3-7 y 3-8:** sistema de Andenes y canales de drenaje en Tipón.

Fuente: <http://hidraulicainca.com/cusco/tipon/>

En la propia ciudad del Cusco, el encauzamiento de las quebradas Tullumayo y Saphi, que hoy pasa embovedada y adyacente a la plaza central de la ciudad, también constituyen una evidencia de la capacidad de concebir obras correctivas de drenaje primario para facilitar la ocupación urbana. Otras obras situadas en Ancash (sistema de irrigación de Huirucatac y represa Ricococha), Cajamarca (Canal de Cumbemayo), Lima (sistema de Amunas) e Ica (acueducto de Nazca) constituyen otros importantes testimonios de las destrezas de los ingenieros incaicos en la concepción y manejo de obras hidráulicas (Ancajima, R., 2011).



**Figura 3-15:** Posición de los ríos Saphi y Tullumayo, canalizados a su paso por el casco de cusco en la época incaica.

Fuente:

<http://www.cuscoweb.com/cuscoinfo/cuscoinfo01.html>

### 3.4.3 Ciudades de la civilización maya

La civilización maya también tuvo importantes avances en materia de infraestructura hidráulica para el soporte urbano. La composición calcárea de los suelos en la península de Yucatán donde esta civilización tuvo asiento en forma más relevante, proveyó materiales para la construcción de palacios y pirámides. Las canteras fueron inteligentemente utilizadas como sitios de almacenamiento de aguas provenientes de lluvias estacionales, lo cual constituyó una respuesta ante la ausencia cercana de fuentes de agua. Ello es particularmente relevante en Tikal, donde el abastecimiento de la ciudad dependió exclusivamente de entregas almacenadas de lluvias estacionales.

De acuerdo con la Dra Vilma Fialko:

*“El crecimiento urbano pudo haberse programado en base a un procedimiento constructivo que significó inicialmente la extracción de bloques de piedra de canteras seleccionadas, y luego la construcción de calzadas improvisadas que facilitaron el traslado de las piedras hacia el área de construcción. Posteriormente, las oquedades de las canteras fueron profundizadas y ampliadas para convertirlas en reservorios o depósitos de agua, los cuales fueron alimentados con canales o drenajes construidos a los lados de las calzadas para facilitar el desplazamiento del agua”.* (Fialko, V. 2000: Pág. 557)



**Figura 3-16:** Plano del área central de Tikal. Las grandes aguadas periféricas ubicadas en la parte baja de la colina a casi 2 km del bajo Santa Fe (remarcadas en color oscuro), se surtieron directamente con escorrentía derivada de arquitectura mayor del epicentro, mediante un sistema de cuencas o vertientes, drenadas por canales que se desprendieron de las diversas calzadas.

Fuente: Fialko, V. Recursos hidráulicos en Tikal y sus periferias. En XIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1999.

Los centros ceremoniales de El Mirador, Chichen Itzá, Tikal, Palenque, Calakmut, entre otras ciudades, también poseen ingeniosos sistemas de drenaje dentro de los conjuntos ceremoniales. La sobre explotación de áreas boscosas para producir cal y para el aprovechamiento agrícola exacerbó los efectos de una prolongada sequía, ocasionando el colapso de la civilización.



#### 3.4.4 Ciudades coloniales del Nuevo Mundo

Durante la colonización americana, la amplitud del espacio, la necesidad de establecer asentamientos de población y la inexistencia previa de ciudades en algunas áreas, permiten experimentar con cierta libertad modelos de urbanización distintos a los de las antiguas ciudades europeas, tratando de realizar un trazado pragmático, que tiende a imitar la retícula propia de las colonias romanas, un trazado regular, fácil de replantear a regla y cordel. En otras áreas, de acuerdo a Gasparini, la traza hispánica imitó y aprovechó la ya reticular de algunas ciudades preexistentes, como ocurrió en Tenochtitlán, Cholula, Huejotzingo, Tlaxcala, Texupa, Texcoco, Patzcuaro y muchos casos más en México, y como también parece haber ocurrido en El Collao, Chucuito, Hatunqolla, Paucarqolla y Ollantaytambo en Perú. Pareciera que los trazados reticulares son propios de las empresas coloniales de distintas civilizaciones, y, sumando su utilización en el tiempo, ya tendrían unos 30 siglos de vigencia (Gasparini en Brewer Carías, A. 2006: Pág. 22 y 23).

Aunque es poco lo escrito respecto a la obtención de agua fresca y la recolección de aguas residuales en estos asentamientos, probablemente la tradición medieval de la construcción de pozos o aljibes dentro de los patios de las casas, y la propia arquitectura mudéjar, que favorecía la presencia del agua dentro de las viviendas, se mantuvo con gran profusión en la fundación de ciudades coloniales españolas. Las Leyes de Indias publicadas por Felipe II en 1573, señalan algunas consideraciones a que hubo lugar respecto a la fundación de poblaciones respecto a las aguas: (Leyes de Indias, Título 7. De la población de las ciudades, villas, y pueblos).

*“Habiéndose hecho el descubrimiento por Mar ó Tierra, ... y elegida la provincia y comarca, que se hubiere de poblar .... guarden la forma siguiente: En la costa o mar sea el sitio levantado, sano, y fuerte, teniendo consideración al abrigo, fondo y defensa del puerto, y si fuere posible no tenga el mar al mediodía, ni poniente: ...cuando hagan la planta del Lugar, repártanlo por sus Plazas, calles y solares a cordel de regla, comenzando desde la Plaza mayor .... Procuren tener el agua cerca, y que se pueda conducir al pueblo y heredades, derivándola si fuere posible, para mejor aprovecharse de ella, ...No elijan sitio para poblar en lugares muy altos, por la molestia de los vientos y dificultad del servicio y acarreo, ni en lugares muy bajos, por que suelen ser enfermos: ...Y en caso de edificar a la rivera de algún rio, disponga la población de forma que saliendo el sol dé primero en el pueblo que en el agua.”*

En el capítulo 4 de, presente trabajo se aborda la evolución de Caracas durante la Colonia; por lo tanto, no desarrollaremos este caso aquí.



### 3.5 LA CIUDAD PREINDUSTRIAL (SIGLOS XVIII Y XIX)

Tal como señalé en un trabajo anterior (Martínez, 2006: Pág. II-64) *“Los siglos XVIII y XIX registran un cambio profundo en la ocupación territorial humana, que promueve la ocupación concentrada en áreas urbanas, motorizada por los cambios económicos asociados a la aparición de la máquina y a la producción en serie de bienes intermedios y finales, sustituyendo los modos de producción artesanales conocidos hasta entonces. Se reconoce que durante estos siglos se inicia en Europa una fuerte migración de ingentes cantidades de personas del campo que ya no tiene vuelta atrás, haciendo de la ciudad el hábitat humano por excelencia hasta nuestros días.*

*Desde el punto de vista de la historia sanitaria, esta concentración de la población en las ciudades repercutió en forma determinante en la consolidación de la construcción y la gestión de los sistemas sanitarios urbanos. Esta “revolución higienista”, como suele llamarse, no apareció espontáneamente, sino que fue cristalizando poco a poco, como respuesta a graves problemas de salud pública, a la convicción casi filantrópica de algunos administradores públicos acerca de la responsabilidad del Estado en esta materia, a la racionalidad de algunos ingenieros e investigadores que permitió encontrar respuestas a las epidemias que dieztaban a la población, y al ejemplo de las civilizaciones anteriores que sirvieron de inspiración y modelo para las técnicas modernas de saneamiento que comenzaron a practicarse a mediados del siglo XIX, es decir, hace apenas un siglo y medio; un lapso de tiempo relativamente breve.*

*Los casos de las ciudades preindustriales de Inglaterra, Francia y España son paradigmáticos de este proceso, y su análisis permite obtener referentes de las prácticas de programación, diseño y gestión de las redes de infraestructura sanitarias actuales.”*

#### 3.5.1 Londres Preindustrial

Tal como señalamos en los capítulos 1 y 2, el caso de Inglaterra es particularmente ilustrativo en este período de la historia del urbanismo y de las redes de infraestructura hidráulica, porque fue allí donde, como consecuencia de la Revolución Industrial, comenzaron a transformarse las ciudades producto de las migraciones, ocasionando un importante hacinamiento y una serie de demandas de servicios sanitarios que no existían, lo cual tuvo consecuencias adversas en materia de salud pública; ello repercutió en las mejoras que sobrevendrían posteriormente.



En efecto, *“las deplorables condiciones de vida de las familias obreras de estas crecientes urbes inglesas<sup>7</sup>, aunado a la inexistencia de sistemas sanitarios y de una administración municipal que aún no se hacía responsable por esta tarea, resultaron en numerosas epidemias que causaron conmoción en la opinión pública y originaron a posteriori importantes reformas en la gestión municipal en cuanto al agua potable y al saneamiento, de las cuales son herederas la mayoría de las administraciones municipales de la actualidad”* (Martínez, 2006: Pág. 65).

El término “borough” deriva de “burgh”, o burgo, un pueblo fortificado, de modo que la huella medieval aún estaba vigente a inicios del siglo XIX; además, el concepto de *laissez – faire* servía con frecuencia de argumento para evitar la intromisión del gobierno en materias tales como la salud pública. Como consecuencia, durante los primeros años del siglo XIX, ningún gobierno o administración local se preocupaba demasiado por materias ambientales, ni por las condiciones de vida de los pobres. Antes de las modificaciones en la legislación sanitaria que se sucederían a partir de la década de 1840, sólo existían unas leyes de molestias, “Law of nuisance”, cuya disposición más relevante se limitaba a evitar la descarga de desechos humanos en los cursos de agua (Cherry, G., 1992: Pág. 18), de modo que la atención de las administraciones locales frente a los problemas de salud pública, era incierta y vacilante. Como consecuencia de ello, las respuestas a los problemas sanitarios que se presentaban fueron tardías, lo que ocasionó muchas víctimas. (Martínez, 2006: Pág. 65).

Tal como comentamos en el capítulo 2, fueron los cambios políticos y una actitud de reforma promovida por movimientos humanitarios de asidero religioso y filosófico, lo que paulatinamente condujo cambios sustanciales en el abordaje de la salud pública como un problema del Estado y, concretamente, como una competencia municipal a partir de 1830 <sup>8</sup>. Una ley inglesa sobre corporaciones municipales (Municipal Corporations Act) de 1835 constituyó una reforma comprehensiva del gobierno local, fortaleciendo a los municipios y reasignando competencias a los boroughs. Ello repercutió en forma indirecta en obligaciones para atender las condiciones de salud, higiene y ambiente. Como consecuencia de la Ley de 1830 unos 178 municipios fueron reformados, estableciendo por primera vez a las corporaciones municipales competencias concretas en cuanto a pavimentación, iluminación, limpieza urbana, vigilancia, regulación de las edificaciones y suministro de agua limpia (Cherry, G., 1992: Pág. 20 y 21).

<sup>7</sup> Se reconoce en la obra literaria de Charles Dickens un registro de las deplorables condiciones de vida de las clases sociales más bajas de Londres en esta época. Bajo el seudónimo de Boz, Dickens escribió varios artículos inspirados en la vida diaria de Londres acompañados de ilustraciones.

<sup>8</sup> La actividad política de Lord Ashley de Shaftesbury, un prominente parlamentario reformista del partido conservador, constituye una referencia del espíritu filantrópico que asumió una importante porción de los parlamentarios ingleses de la época, quienes promovieron mayores obligaciones del Estado en cuanto a la elevación de las condiciones de vida de la población más pobre.



En vista de que en capítulos anteriores ya hemos señalado las circunstancias epidemiológicas, los basamentos científicos, las propuestas y los cambios institucionales que caracterizaron este período de la historia de Londres, en este capítulo nos referiremos preferentemente a la descripción somera de la ciudad y de las instalaciones existentes.

Durante el siglo XIX, Londres pasó de un millón a más de 6 millones y medio de habitantes al inicio del siglo XX<sup>9</sup>, de modo que la revolución industrial implicó que la ciudad creciera más de 5 millones de personas en una centuria. Ello pudo alcanzarse gracias a los hallazgos tecnológicos y científicos que consolidaron el crecimiento vegetativo y migratorio, principalmente hacia la segunda mitad del siglo XIX. Londres se convirtió en este período en la más importante metrópolis del mundo, cuya importancia política, financiera y comercial sobrepasó a las restantes ciudades del mundo hasta finales del siglo XIX, cuando París y Nueva York comenzaron a rivalizar con ella.

Para 1858, la población de Londres era un poco superior a los 3 millones de habitantes. Además del ya comentado informe de Edwin Chadwick de 1842, en el año 1854 un concluyente informe elaborado por el Dr. John Snow, determinó que las 500 muertes por cólera registradas ese año en una calle en Soho, un barrio de Londres, estaban asociadas a la fuente de agua de beber de estas víctimas, concentradas en una bomba localizada en la calle “Broad Street” de este sector.



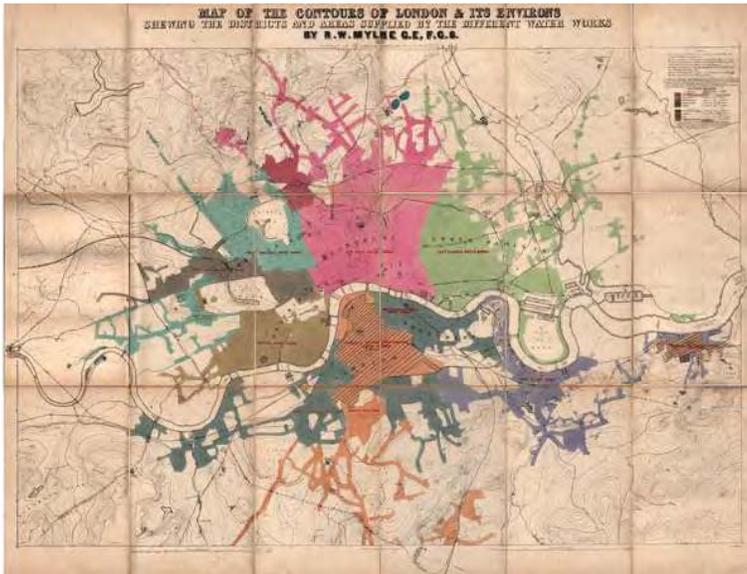
**Figura 3-17:** Ubicación de la toma de agua en Broad Street, en el barrio de Soho, Londres, Los puntos oscuros representan las víctimas de la epidemia de Cólera de 1854, y su situación cercana al sitio de la bomba administrada por la Southwark and Vauxhall Water Company (resaltado nuestro).

Fuente:  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Snow-cholera-map-1.jpg>

<sup>9</sup> De acuerdo al Censo, en 1801, la población de Londres se estimó en 1.096.784 habitantes (Inner London: 959.310; Outer boroughs: 137.474), mientras que en 1901, se estimó en 6.506.889 habitantes (Inner London: 4.536.267; outer boroughs: 1.970.622). Recuperado el 23 de abril de 2012 desde: <http://www.demographia.com/dm-lon31.htm>



El agua era suministrada por una compañía privada (Southwark and Vauxhall Water Company). Esta y otras evidencias allanaron el camino hacia la preocupación gubernamental por garantizar el suministro de agua limpia y recoger las aguas residuales. El servicio de acueducto era prestado entonces por 9 empresas privadas, las cuales fueron sectorizadas en distintas áreas de prestación. La iniciativa privada también intervino en la construcción de grandes obras de captación y transporte de agua para consumo. La prestación del servicio de acueducto de manera privada tenía antecedentes históricos muy relevantes, entre los cuales destacan los trabajos realizados por Peter Morice en el Renacimiento.



**Figura 3-18:** Plano de las compañías de suministro de agua de Londres en 1856. Puede apreciarse que para ese momento, el servicio estaba distribuido en unas 9 compañías, una de las cuales era la Southwark and Vauxhall Water Company. La distribución a sitios públicos como la Trafalgar Square, el Palacio de Buckingham, la Casa del Parlamento, y varios departamentos gubernamentales en Whitehall, dependía de la compañía Orange Street Works, una empresa pública

Fuente:  
[http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/watermap1856/watermap\\_1856.html](http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/watermap1856/watermap_1856.html)

Sin embargo, el servicio de alcantarillado no era algo que interesara a la iniciativa privada. Hasta entonces, el sistema empleado para la eliminación de excretas eran fosas sépticas no estancas que contaminaban el agua de abastecimiento, que, en gran parte, se obtenía del subsuelo de la propia casa.

El influyente informe de Chadwick de 1842, las epidemias de cólera que azotaron a Londres en los años 1832, 1849 y 1854, la errónea creencia de la teoría de los miasmas, el colapso de los pozos sépticos que se desbordaban por el exceso de descarga de aguas residuales, y como colofón, la ocurrencia de la gran pestilencia (The Great Stink), que afectó a la ciudad en 1858 con desagradables hedores provenientes del Támesis y de muchas calles de la ciudad por donde escurrían aguas sucias, concurren en 1858 para que el Parlamento se decidiera de una vez a reformar todo el sistema de alcantarillado sanitario de Londres (Canales, E. Carbajal, A., 2012: Pág. 129 y 130).



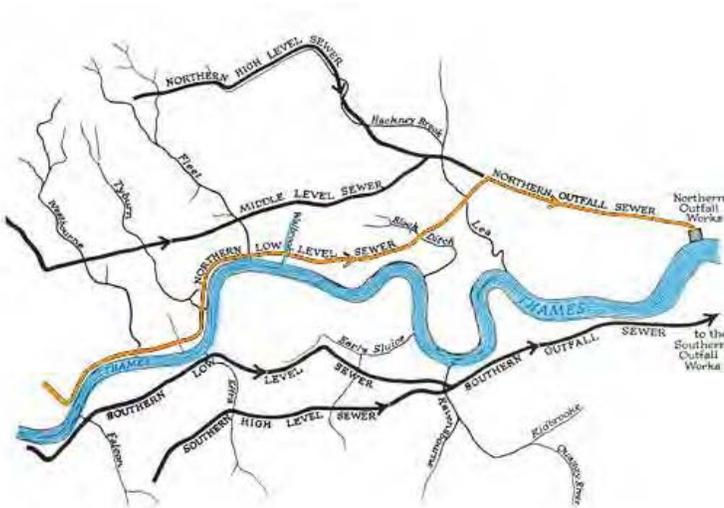
Previamente existía la Comisión Metropolitana de Alcantarillados (Metropolitan Commission of Sewers), establecida en 1848, creada a propósito de los esfuerzos de Chadwick. Esta Comisión devino en la posterior Comisión Metropolitana de Obras Públicas (Metropolitan Board of Works, MBW), fundada en 1855 y que perduró hasta 1889. Fue esta entidad la que abordó la construcción del nuevo alcantarillado.

La “Public Health Act”, obligó a suprimir las fosas sépticas y a conectar la bajante de aguas negras de cada casa al colector público. Se adoptan las recomendaciones de Chadwick (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 39): *“En 1840 el ingeniero higienista Edwin Chadwick propone el “uso continuo del agua”, lo que supone la ejecución tanto de la red de abastecimiento como la de alcantarillado. Éste está constituido por tubos cerámicos (máxima impermeabilización) por los que el agua, procedente del abastecimiento, transportaría lo más lejos posible de la ciudad las materias fecales. Para justificar este método de saneamiento frente al tradicional base de fosas sépticas, teorizó que los olores, y no el contagio por contacto, eran los causantes de las infecciones. Propuso utilizar las aguas negras, una vez fuera del ámbito urbano, para riego y abono de campos agrícolas, lo cual, además, permitiría ir amortizando el coste de este nuevo sistema”*

El diseño y construcción de la mayoría de las obras del sistema de alcantarillado construido a partir de 1859 fue una obra atribuida al ingeniero Joseph Bazalgette, quien había sido designado Ingeniero Jefe de la MBW a partir de 1858. Durante su gestión tuvo que construir más de 130 kilómetros de colectores primarios de grandes dimensiones, 1770 kilómetros de colectores secundarios y casi 21 mil kilómetros de colectores terciarios o condominiales, todos subterráneos. La obra de Bazalgette es reconocida mundialmente por su impacto y sus previsiones futuras. En 8 años de gestión, desde 1859 hasta 1866, logró construir casi todo el alcantarillado de Londres, el cual está aún en funcionamiento. En relación a la capacidad de los conductos, partió de la premisa de que cualquiera que fuese el gasto, debía doblarse la capacidad de conducción requerida por la demanda, lo cual ha facilitado que muchos colectores sean capaces para una población mucho mayor, aún hoy (Grace’guide. 2012: Búsqueda “Joseph Bazalgette”).

El sistema de Bazalgette consistía en tres colectores primarios al norte del Támesis (Northern High, Middle and Low level sewers), que discurrían en sentido oeste – este en una trayectoria paralela al río Támesis, y descargaban en un solo colector emisario (Northern outfall sewer), impulsado por la estación de bombeo Abbey Mills (Abbey Mills Pumping Station), que se convirtió en un ícono de las obras de saneamiento. Al sur del Támesis, el sistema contaba con dos colectores primarios (Southern High and Low level sewers), que descargaban en otro colector emisario (Southern outfall sewer), impulsado por otra estación de Bombeo, gemela a la de Abbey Mills, la estación Crossness (Crossness Pumping Station). Estas dos estaciones de bombeo constituyen obras iconográficas de la arquitectura victoriana; ambas fueron encargadas por Bazalgette al arquitecto británico Charles

Henry Driver (1832-1900), quien fuera un pionero en el uso ornamental del acero como material de construcción,



**Figura 3-19:** Colectores principales de la red de alcantarillado de Londres hacia 1903.

Fuente:  
<http://historyday.coldray.com/PDF/sewermap.pdf>

Los colectores emisarios descargaban en el área estuarina del río Támesis, a través de sendas estaciones de impulsión y depuración en Beckton, al norte, y en Crossnet, al sur. Estas descargas permanecen aún<sup>10</sup>. De hecho, a pesar de algunas mejoras, el sistema de alcantarillado actual de Londres es, en esencia, igual al construido por Bazalgette.

El alcantarillado londinense se diferenció de otros de su época, porque las galerías sólo acogían los servicios de transporte de las aguas domésticas sucias y las de lluvia. Como consecuencia de ello, no toda la red es visitable. De hecho, la altura de los conductos varía desde escasos centímetros (0,15 cm) hasta 3 metros en las grandes tuberías colectoras.

<sup>10</sup> Actualmente existen varios proyectos para la depuración de las aguas del Támesis. Uno de ellos consiste en la construcción de un túnel para captar el exceso de escurrimiento

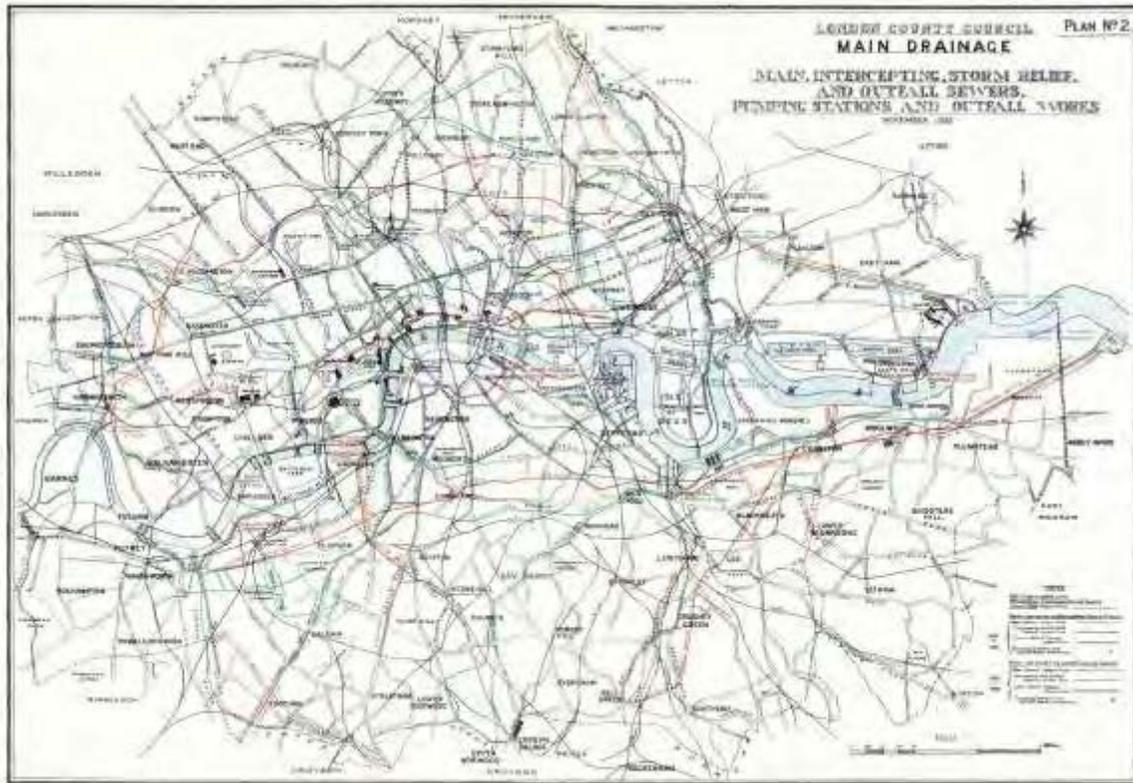


Figura 3-20: Cobertura de la red de alcantarillado de Londres hacia 1903.

Fuente: <http://historyday.coldray.com/PDF/sewermap.pdf>



Foto 3-9: detalle de la construcción del colector emisario del norte (Northern Outfall Sewer), aguas abajo de la estación de Bombeo de Abbey Mills, una de las obras de alcantarillado propuesta por Joseph Bazalgette

Fuente: [http://news.bbc.co.uk/local/london/hi/people\\_and\\_places/history/newsid\\_8993000/8993921.stm](http://news.bbc.co.uk/local/london/hi/people_and_places/history/newsid_8993000/8993921.stm)



### 3.5.2 París preindustrial

Desde la época de los romanos, la ciudad era abastecida por acueductos, aunque a una escala mucho menor que la de Roma. Hacia la Edad Media, los parisienses obtenían agua de norias y manantiales. A inicios del siglo XVII se instaló la primera bomba hidráulica en el puente “Pont Neuf”<sup>11</sup>, la cual se construyó principalmente para abastecer de agua a los palacios del Louvre y de las Tullerías, así como a los jardines adyacentes. La atención sobre los sistemas sanitarios de París fue precaria durante el siglo XVII y hasta finales del siglo XVIII; en contraposición, en el mismo período fue muy privilegiada la atención que recibió el Palacio de Versalles, donde se instalaron complejos sistemas hidráulicos para abastecer las numerosas fuentes que adornaban sus jardines.

A raíz de la Revolución Francesa y durante el gobierno napoleónico, se mejoró sustancialmente el abastecimiento y la distribución de agua de París, entendiéndolos como servicios públicos a cargo de la prefectura del Sena. Napoleón decidió la construcción del canal l’Ourcq, completado en 1825, que era capaz de abastecer 80.000 metros cúbicos diarios, y la perforación de acuíferos artesianos en Grenelle. Ello fue acompañado de la instalación de numerosas fuentes públicas para la distribución a los ciudadanos. Sin embargo, la calidad del agua para el consumo humano era muy pobre: al igual que en el caso de Londres, estas fuentes ocasionaron numerosas enfermedades de origen hídrico, tales como el cólera y el tifus.

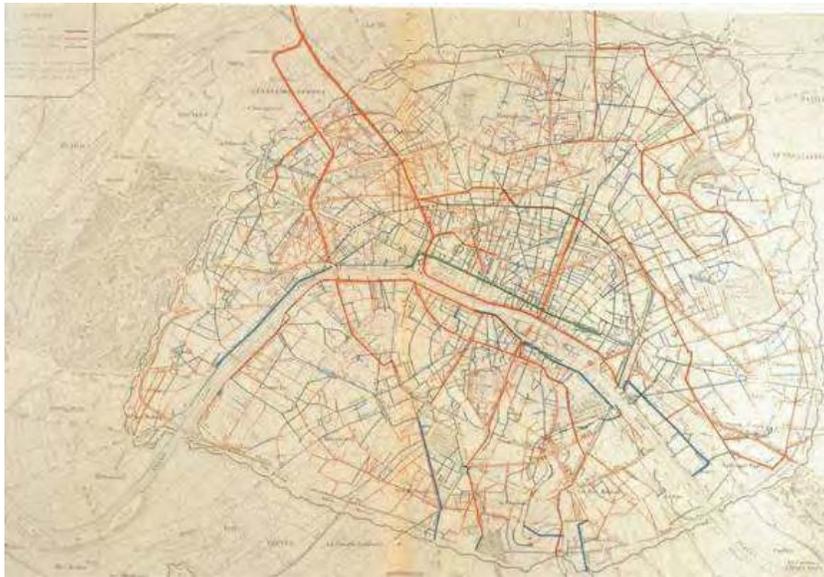
Para mediados del siglo XIX aún se observaba cierta resistencia respecto a adoptar como obligación estatal la provisión y mantenimiento de los sistemas de acueducto, cloacas y drenajes, a pesar de su comprobada eficacia en la reducción de las epidemias que diezmaron la población. A mediados del siglo XIX, Napoleón III se empeñó en proporcionar a París de un eficiente y confiable sistema de abastecimiento de aguas blancas y de alcantarillado. La reforma urbana implantada por el barón Haussman fue complementada por el Ingeniero Eugène Belgrand, quien para la época era Ingeniero Director de Aguas y Alcantarillas de París y del Servicio Hidrométrico de la Cuenca de París (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 39). Se acudió al ingeniero Belgrand para que, a la par de dotar una red subterránea de gas para la iluminación de las calles, se aprovechara la oportunidad para instalar una red de alcantarillado sanitario y de aguas blancas.

Inspirado por el diseño unitario de recolección de aguas pluviales y residuales que aplicaron los romanos, Belgrand implantó un sistema mixto completamente visitable, que se diferenció del sistema instalado en Londres que no era accesible en su totalidad. Proyecta verdaderas galerías de servicios de redes para el trazado de la red de gas, de aguas blancas y para el transporte mediante

<sup>11</sup> La instalación fue denominada “La Samaritaine”, debido a un bajo relieve que adornaba la edificación donde se encontraba la bomba hidráulica. La imagen representa el pasaje bíblico donde Jesús recibe una copa de agua de una mujer samaritana.

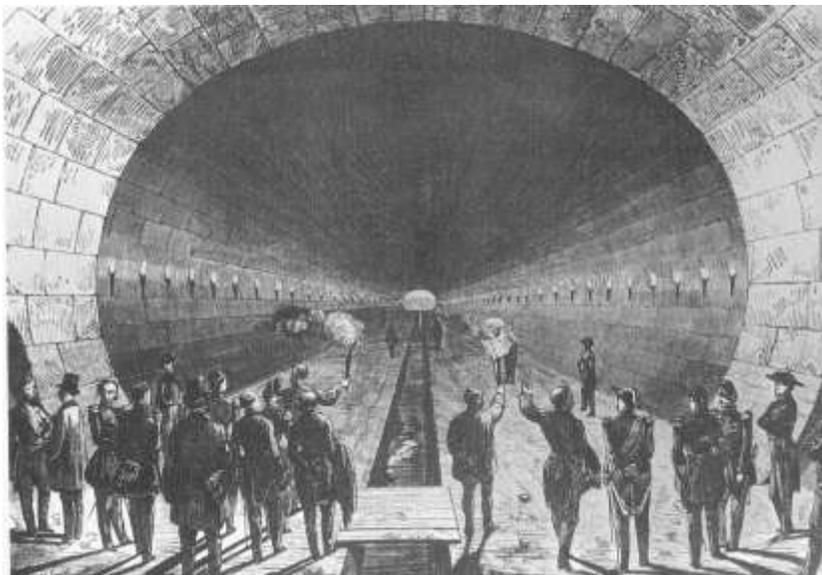


barcazas de los lodos de las fosas sépticas y desechos sólidos, en una operación que se realizaba 3 veces a la semana. Esta galería subterránea de servicios de infraestructura es aún utilizada en la actualidad. El resultado es una red de alcantarillado de grandes dimensiones. Por ejemplo, en el caso de la colectora de Asnières, la sección típica llega a dimensiones que *"en palabras de García Fària sobrepujaban las de la Cloaca Máxima de Roma"* (más de 4 metros de la clave a la solera y un ancho de 5,6 metros) (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 42).



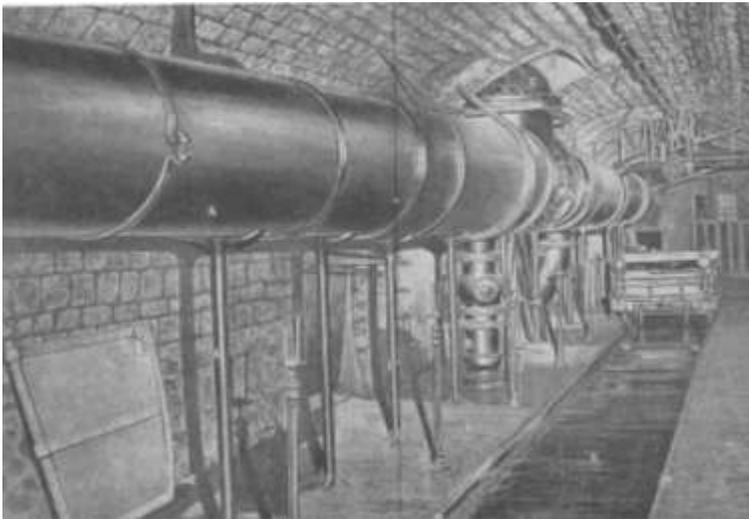
**Figura 3-21:** Plano de la cobertura del alcantarillado de París entre 1865 y 1888.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 43



**Figura 3-22:** Ilustración del Colector Sebastopol en París.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 43



**Figura 3-23:** Ilustración de uno de los túneles diseñados por Eugéne Belgrand para París, donde puede apreciarse la diversidad de instalaciones de servicios de infraestructura acomodados en estas galerías.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 44.

*Belgrand dejó como legado la construcción de las obras de captación de aguas de la ciudad de París, garantizando una dotación de 200 lpd, la construcción de numerosos acueductos y la ampliación de la red de alcantarillado, de 136 km a 1040 km. Vale destacar que la construcción de estas obras coincidieron con la fundación de la Compagnie Générale des Eaux, una empresa privada que a lo largo de los años se ha convertido en una gran multinacional de servicios de agua potable y saneamiento ambiental<sup>12</sup>. (Martínez, 2006: Pág. II- 76). Sin embargo, a partir de 2010 la municipalidad de París decidió que el servicio de agua de París dependiera de un único operador público: Eau de Paris.*

*“Otro aporte de Belgrand tiene que ver con su labor en defensa del uso las aguas residuales para la fertilización de campos de cultivo próximos, lo cual demostró empleando una bomba de vapor y convirtiendo en cultivables unos arenales formados en el río Sena, (Genevilliers). Sin embargo, el Sena se mantuvo muy contaminado hasta el siglo XX, cuanto mediante la construcción de grandes plantas de tratamiento en las afueras de la ciudad se logró su depuración.*

*Respecto a la red de aguas blancas, las más puras provenían de pozos artesianos profundos, que eran insuficientes para la población de París, que alcanzaba más de 1,7 millones de habitantes. El primer acueducto moderno fue construido entre 1863-1865, captando agua de un pequeño río*

<sup>12</sup> Esa compañía privada evolucionó durante 150 años hasta convertirse una gran empresa que aún ahora es una de las proveedoras de los servicios de agua potable y saneamiento de la ciudad de París. La Compagnie Générale des Eaux derivó primero en “Vivendi Water” y luego en “Veolia Environnement”, el nuevo nombre del grupo, y presta sus servicios de saneamiento incluso en Venezuela (Grupo Cotécnica – Onnyx). Otra compañía, la Lyonnaise des Eaux, comparte el servicio de agua potable de París a cada lado del río Sena, una atendiendo la margen derecha y la otra la izquierda, pero bajo la supervisión del gobierno de la ciudad, el cual mantiene el control de los embalses y de las aducciones a la ciudad mediante la SAGEP (Société Anonyme de Gestion des Eaux de Paris).



tributario del río Marne situado a 130 kilómetros y almacenado en un embalse en las montañas Ménil. Posteriormente se construyó un segundo acueducto de una longitud de 156 km, captando las aguas de un río tributario del río Yonne y almacenándolas en el embalse Montesori, el más grande de París ([http://www.diplomatie.gouv.fr/label\\_france/52/es/16.html](http://www.diplomatie.gouv.fr/label_france/52/es/16.html))

El agua de estos acueductos era distribuida a presión mediante tuberías de plomo directamente a las viviendas. En cuanto a las fuentes públicas, estas son muy numerosas y datan de distintas épocas; sin embargo, son particularmente recordadas en la ciudad las donadas por Sir Richard Wallace<sup>13</sup>, un benefactor de la ciudad las cuales son conservadas en la actualidad como monumentos históricos". (Martínez, 2006: Pág. II- 76). La localización de estas fuentes públicas también fue confiada a Belgrand.

### 3.5.3 Barcelona y las redes sanitarias del Ensanche

Las reformas urbanas en Barcelona comienzan con el derribo de los muros medievales. Tras diversos intentos reclamando al gobierno central su demolición, entre julio y agosto de 1854 el Ayuntamiento tomó la iniciativa de derrumbarlos, en medio de una grave epidemia de cólera que provocó el cierre de fábricas, y movilizaciones obreras contra las modernas máquinas textiles de vapor que redujeron la demanda de mano de obra. Se trataba de tener ocupada a una masa obrera ociosa, pero, a la vez, de aprovechar la circunstancia para ordenar el crecimiento de la ciudad, en aras de adaptarla a modernas necesidades de espacio y de transporte. Para ese fin se convoca a un concurso en el cual se concibieran ideas. Aunque la propuesta de Idelfons Cerdá no resulta ganadora, es la que resulta beneficiada por el gobierno central.

Las bases del concurso señalan (Punto 11):

*"Las aguas de la Riera de Malla y las que concurren al oeste de la ciudad podrán dirigirse hacia la casa Antúnez, y todas las rieras situadas al este de Gracia por un nuevo cauce al este de Pueblo Nuevo"* (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 50).

Y en cuanto a los sistemas de agua potable saneamiento y otras infraestructuras subterráneas, señalan las bases (punto 12):

*"como obras subterráneas deben proyectarse:*

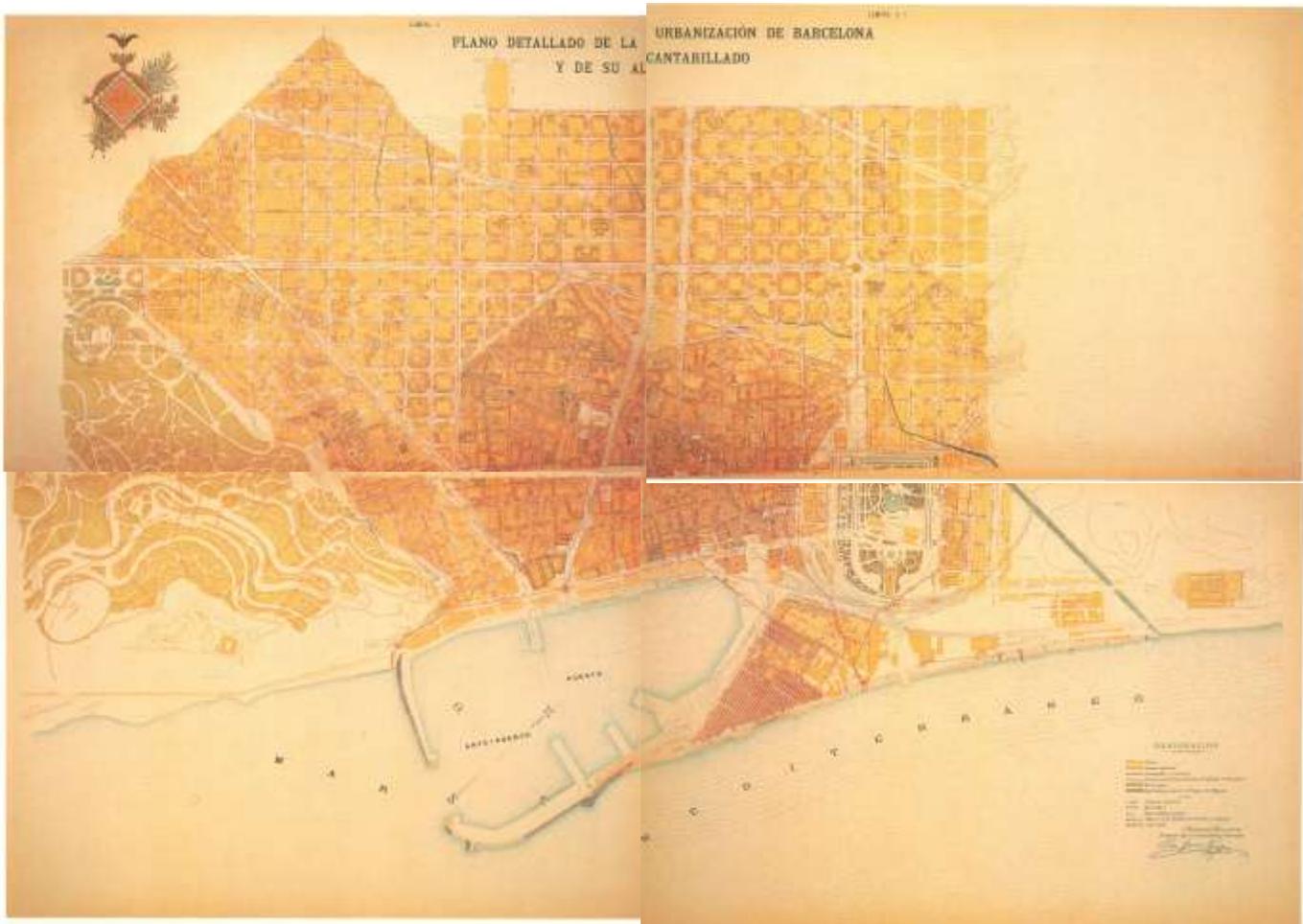
*1° Las que se crean necesarias, haciendo inútil el perjudicialísimo sistema de letrinas*

*2° Las que se crean necesarias para la conducción de agua potable y gas"* (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 50).

<sup>13</sup> efectuada por Sir Richard Wallace en 1871, como gesto filantrópico a la ciudad, a propósito de haber vivido el sitio de París durante la guerra franco prusiana.



*“En vista de que para el momento de la preparación del proyecto de ensanche no existían normas específicas acerca del agua potable y saneamiento, Cerdá no incluye en su proyecto un sistema de alcantarillado, pero no por ello deja de estar consciente de la necesidad de incorporarlo en las obras de urbanización. En el Tomo I de sus “Principios de Urbanización”, se refiere a la doble necesidad de abastecimiento y evacuación de cada célula (vivienda) del tejido urbano, describiendo la red como “el sistema venario de algún ser misterioso de dimensiones colosales (...) puesto que este conjunto tubulario (...) está destinado a la exportación de aguas sobrantes y nocivas, otra parte a la importación de las potables y útiles, otra a la importación del gas de alumbrado y (...) circulación del fluido eléctrico” (Ayuntamiento de Barcelona, 1991: Pág. 51)” (Martínez, 2006: Pág. II- 79).*



**Figura 3-27.** Ensanche de Barcelona y sistema de alcantarillado para 1861. El ensanche de Barcelona posteriormente dio pie para una intervención muy importante en materia de agua potable y saneamiento, diseñada por el ingeniero y arquitecto Pedro García Faría, a través de un proyecto denominado “Saneamiento del Subsuelo de Barcelona”, aprobado por el Ayuntamiento de Barcelona en junio de 1891.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991.



*“Hacia 1885, el Ayuntamiento de Barcelona considera los inconvenientes de las frecuentes epidemias de cólera que en 1865 y 1885 habían ocasionado importantes pérdidas humanas. El ejemplo de las acciones de saneamiento que se habían desarrollado con éxito en Londres y París y la proximidad de la Exposición Universal que se llevaría a cabo en 1888, inducen al Ayuntamiento a promover el saneamiento definitivo de la ciudad, para lo cual se le encarga al Ingeniero Pedro García Faría, para entonces Ingeniero Jefe del Ayuntamiento de Barcelona, la redacción del proyecto de alcantarillado, que fue llamado “Proyecto de saneamiento del subsuelo de Barcelona”. Este proyecto, aprobado en 1891, toma en consideración los referentes de Londres y París, considera la localización de los problemas de morbilidad urbana, las características topográficas, hidrológicas, pluviométricas del sitio, el trazado urbano, y la concepción general de utilizar el agua residual depurada para el riego agrícola del llano de Llobregat “. (Martínez, 2006: Pág. II- 79).*



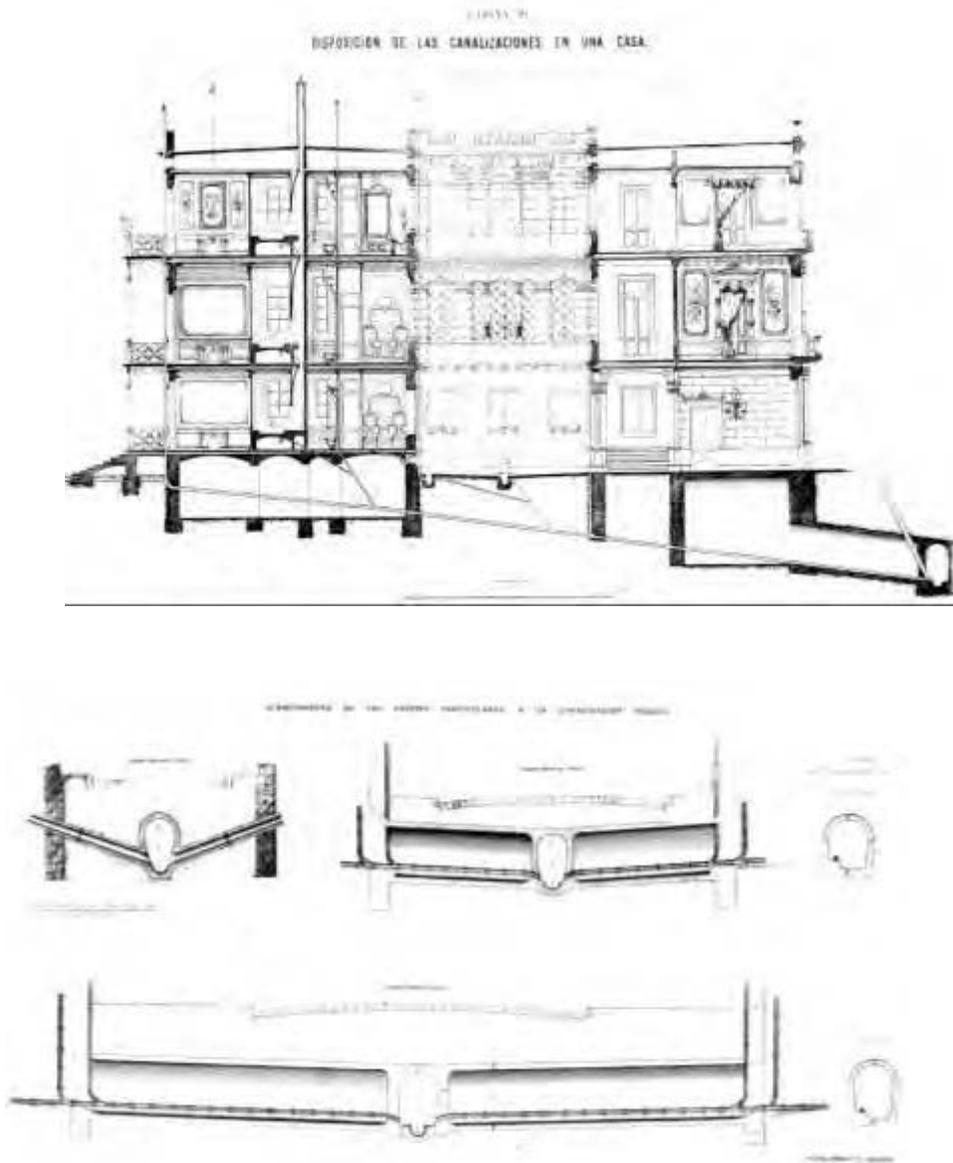
**Figura 3-25:** Plano de Barcelona y Emisario hacia el Llano de Llobregat. El plano de conjunto preparado por Pedro García Faría en 1891 indica su propuesta de construir un colector emisario hacia el oeste de Barcelona, para irrigar las llanuras del río Llobregat. Además, se aprecia la propuesta de rectificar el cauce de este río, lo que permitiría el mejor aprovechamiento de las tierras adyacentes a la ciudad.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991.

*“García Faría sigue el ejemplo de París al diseñar la red de forma completamente visitable. Es un sistema unitario que recoge tanto las aguas residuales como las pluviales, que consta de aliviaderos en varios sitios para disminuir el caudal, descargando el exceso de las aguas pluviales en los cursos que atraviesan Barcelona; a través de un emisario envía las aguas sucias al llano de Llobregat, para su uso para el riego de áreas agrícolas. Es una concepción del sistema muy moderna, que aún supera en mucho a las concepciones de los sistemas de saneamiento de varias ciudades del siglo XXI y que además, comprendía también la recolección de desechos sólidos, al*



*disponer de una furgonetas sobre rieles para el transporte, en una red que abarca 212 km. Las furgonetas contaban con dispositivos para limpiar los colectores que discurrían por debajo de ellos". (Martínez, 2006: Pág. II- 79).*



**Figura 3-26:** Acometidas al sistema de alcantarillado sanitario en Barcelona. La figura superior muestra las conexiones de la vivienda con la red de alcantarillado sanitario. La figura inferior muestra la sección típica de las calles, con bombeo a ambos lados, a diferencia del bombeo central o de arroyo, característico hasta ese entonces. Se muestran como se empotran las conexiones de la vivienda.

Fuente: Ayuntamiento de Barcelona, 1991



### 3.6 CONSIDERACIONES FINALES

La revisión de casos paradigmáticos de la evolución urbana permite señalar que las redes de infraestructura hidráulica han incidido en las ciudades de acuerdo a un proceso histórico-cultural donde se conjugan aspectos ambientales, sociales, tecnológicos e institucionales que han venido cambiando. Aunque en la revisión no se ha detectado cuál fue el detonante que provocó los cambios en cada caso, sí es posible “... verificar cuán relacionado está el tema sanitario con el emplazamiento y ordenamiento de ciudades y cómo, a lo largo del tiempo, se desarrolló una cultura sanitaria que si bien tuvo reveses, estableció una práctica de salubridad urbana de la que será muy difícil retroceder.” (Martínez, 2006: Pág. II- 84).

Una primera consideración tiene que ver con las características naturales y ambientales del emplazamiento en relación al agua, su manejo y su incidencia en la planificación de las ciudades. Tal como señalamos anteriormente, “una rápida revisión retrospectiva permite constatar como las civilizaciones antiguas establecieron enseñanzas acerca de la ocupación en territorios anegadizos y la canalización de aguas con fines de riego. Respecto a las civilizaciones establecidas en el Mar Egeo y en Grecia, destaca la relevancia de la trama urbana como organizadora de los sistemas de recorrido de aguas.” (Martínez, 2006: Pág. II- 85). La influencia del ambiente natural como modelador de la ciudad es apreciable en el caso de las antiguas ciudades de Babilonia y de Kahun, donde la presencia de ríos y la posibilidad de inundación generaron un sistema de protección hidráulico en la traza urbana. En el caso de la ciudad azteca de Tenochtitlán y de varias ciudades incas, como Tipón y Machu Picchu, las condicionantes naturales relativas al agua fueron cuidadosamente incorporadas en la configuración de sus asentamientos humanos. También la necesidad de aprovisionamiento de agua desde fuentes alejadas originó ingeniosos sistemas de abastecimiento, tal como se aprecia en Roma y en las ciudades mayas.

Ante las necesidades de atención hidráulica, son las posibilidades de comprensión e intervención que brindan la ciencia y la tecnología con las cuales cuenta una civilización en un determinado momento histórico, las que posibilitan concebir sistemas hidráulicos como soporte infraestructural. Así, la capacidad ingenieril de los ingenieros romanos hizo posible abastecer y distribuir agua a un millón de habitantes, mientras que la impulsión de agua a presión fue posible con la introducción de bombas hidráulicas. El limitado conocimiento de los procesos epidemiológicos con los cuales se explicaron las epidemias de cólera durante el siglo XIX, fueron enfrentadas mediante la construcción de obras hidráulicas que permitieron el saneamiento urbano en las ciudades industriales europeas. También es interesante constatar como las primeras iniciativas de saneamiento de ciudades industriales ya concebían la depuración y aprovechamiento de las aguas residuales para fines agrícolas, lo cual anunciaba preocupaciones de sostenibilidad ambiental que nos aquejan hoy.



Tal como señaláramos en el documento anterior *“es indudable que el ingenio humano se las ha arreglado en el pasado para convivir en forma armoniosa con el agua, aún en condiciones aparentemente muy adversas. En el caso de Roma, la historia evidencia cómo pudo edificarse el Foro Romano en un ambiente cenagoso, gracias al drenaje que posteriormente formará parte de la Cloaca Máxima. El caso de los asentamientos aztecas en Tenochtitlán y sus comunidades aledañas dentro del valle de México, constituye una importante evidencia de que una cultura pudo establecerse cerca de 200 años en un ambiente acuático, alcanzando una población cercana a los 300 mil habitantes. ¿Habría podido desarrollarse en México una civilización que compatibilizara su existencia con el ambiente natural que la rodeaba, sin crear los graves desajustes ecológicos que caracterizan a la ciudad de hoy?”* (Martínez, 2006: Pág. II-85).

Pero, la atención de las necesidades humanas de agua, la adaptación del hombre a las condicionantes naturales, y las posibilidades que brindaron según el caso la ciencia y la tecnología, requieren de la presencia de un sustrato cultural propicio, que tome en consideración la importancia del agua para la vida en la ciudad. La “cultura urbana” en una determinada sociedad – entendiendo “cultura urbana” en un sentido más amplio que el acuñado por Louis Wirth, circunscrito a la sociedad urbana industrial - debe ser proclive a la valoración del agua como recurso para que ésta sea incorporada en la concepción urbana; sólo así es explicable que el agua tuviera la incidencia que se manifestó en las ciudades de Mohenjo-Daro, Tipón o Tenochtitlán, entre los casos revisados.

Es esta valoración cultural hacia el agua y el saneamiento, compartida dentro de una determinada sociedad, la que debe haber influido para que posteriormente aparecieran resoluciones políticas e institucionales. Hay que advertir que tal valoración no parece ser intrínseca al ser humano, pues es evidente que en ciertas épocas (v. gr. en la mayoría de las ciudades europeas de la Edad Media), esta preocupación fue desatendida y, si se quiere, hasta adversa.

La capacidad científica y tecnológica de cada sociedad para atender necesidades hidráulicas, auspiciada por un sustrato cultural que valoró – o no - al agua, alentó la acción pública. Cuando las consideraciones culturales fueron auspiciosas, el gobierno de las ciudades se organizó en pro de satisfacer las necesidades de agua y saneamiento como servicios públicos, como ocurrió en Roma y en las ciudades precolombinas. Igualmente cuando la presión social produjo cambios intempestivos en el orden institucional, como ocurrió con la Revolución Francesa y con la Revolución Industrial, estos cambios se reflejaron en actuaciones en materia hidráulica y sanitaria. Tal fue el caso de las inversiones hidráulicas realizadas en el París durante la época de Napoleón, que se distanciaron mucho de la indiferencia sanitaria que caracterizó a la monarquía francesa, y de los aportes de Chadwick y Bazalguette, a raíz de las epidemias de cólera y la hediondez del Támesis en el Londres preindustrial.



Asimismo, las posturas institucionales en relación a las obligaciones estatales en relación al agua y al saneamiento urbano han variado a través de los siglos, desde un total abandono a un rol vacilante, como pudo apreciarse durante la Revolución Industrial, y a una postura decidida, como parece haber ocurrido en Roma. Desde el punto de vista de la técnica de la administración pública, estas posturas han incidido en consideraciones de planificación urbana que pretendían establecer un tamaño óptimo para el crecimiento de la ciudad, como se pretendió en la Grecia de Platón, en las pautas para la fundación de ciudades señaladas en las Leyes de Indias para la empresa colonial, e incluso en la técnica de urbanización utilizada en occidente como herencia de las prácticas romanas.

Como puede observarse, en este tema de la historia humana se han producido avances y retrocesos, y es posible que en la época actual esta disyuntiva esté presente, a pesar de las declaratorias mundiales que abogan por la universalización del agua y el saneamiento. No en balde “... los problemas de agua potable y saneamiento distan mucho de estar resueltos hoy. La cantidad de habitantes que no tienen acceso al agua potable y saneamiento, y las frecuentes pérdidas humanas y materiales ocasionadas por inundaciones, hacen del tema uno de los más importantes retos para garantizar la sostenibilidad del hábitat humano”. (Martínez, 2006: Pág. II-84). Pero, mirando la evolución de este proceso de manera optimista, el futuro podría ser prometedor. En efecto, “... a pesar de que las prácticas contemporáneas de abastecimiento de agua y saneamiento están fundamentadas en concepciones bastante antiguas, llama la atención el hecho de que la revolución higienista se desarrolló hace apenas unos 150 años. Es decir que los códigos de urbanización en materia sanitaria que forman parte del urbanismo de hoy, se comienzan a elaborar a mediados del siglo XIX, por lo que es mucho lo que puede esperarse a futuro. En retrospectiva, si comparamos lo que Roma pudo hacer en un lapso de casi 2.000 años, es muy prometedor lo que las sociedades contemporáneas de hoy pueden llegar a hacer en un lapso mucho más corto, pensando en las oportunidades que nos brinda el creciente conocimiento científico, la velocidad de los avances tecnológicos y la difusión de la información acerca de las mejores prácticas” (Martínez, 2006: Pág. II-84).

“Todavía está pendiente una muy importante tarea: la de mitigar - o, de ser posible, resolver - los problemas ambientales que ocasiona el hombre hacia su entorno. La magnitud del daño de las amenazas antropogénicas en el medio subacuático, en áreas continentales, ocasionadas por la dañina intervención del hombre en el ciclo hidrológico, aún no está totalmente determinada y, lo que es peor, no está siendo debidamente atendida, al menos no con la magnitud del daño ocasionado principalmente a partir de la Revolución Industrial. Si bien contamos con la tecnología y los recursos para hacer algo al respecto – de hecho, la depuración y reuso de aguas residuales con fines agrícolas era ya una medida recomendada a finales del siglo XIX -, la actuación de la mayoría de los Estados Nacionales no parece identificar esto como una prioridad. Sólo a partir de



*1992, con la Cumbre de la Tierra, Las Naciones Unidas han señalado como una preocupación mundial compartida la atención de los problemas ambientales que ocasionamos en el entorno natural que nos rodea. En países en desarrollo, como el nuestro, constituye todo un reto incrementar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, y mitigar los efectos adversos de la amenaza de inundación. Como hemos visto, otros países han recorrido ya antes este camino y han logrado notorios avances en la actualidad. La mejora en la gestión de estos servicios y el diseño de soluciones ingeniosas para atender las demandas de la población, forman parte del camino por recorrer por nosotros en Venezuela” (Martínez, 2006: Pág. II- 86).*

En los capítulos subsiguientes revisaremos el caso de Caracas, donde el proceso histórico de gestión del agua como soporte urbano contiene matices particulares que explican el presente y presenta desafíos futuros.



## **4 EVOLUCIÓN URBANA DE CARACAS Y DE SUS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.**

---



## TABLA DE CONTENIDO

<b>4</b>	<b>EVOLUCIÓN URBANA DE CARACAS Y DE SUS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA. ....</b>	<b>4-1</b>
4.1	CARACAS COLONIAL, SIGLO XVI AL XVII (1567-1578).....	4-2
4.1.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-2
4.1.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-4
4.1.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-8
4.1.4	Estructura político - institucional.....	4-9
4.2	CARACAS COLONIAL, SIGLOS XVI AL XIX (1700-1810) .....	4-11
4.2.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-11
4.2.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-13
4.2.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-15
4.2.4	Estructura político - institucional.....	4-17
4.3	CARACAS REPUBLICANA, SIGLO XIX (1810-1870) .....	4-18
4.3.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-18
4.3.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-19
4.3.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-22
4.3.4	Estructura político - institucional.....	4-23
4.4	CARACAS GUZMANCISTA, SIGLO XIX (1870-1888).....	4-24
4.4.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-24
4.4.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-25
4.4.3	Contexto científico, social y cultural .....	4-36
4.4.4	Estructura político - institucional.....	4-37
4.5	CARACAS PREMODERNA, SIGLOS XIX Y XX (1888-1930).....	4-38
4.5.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-38
4.5.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-41
4.5.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-50
4.5.4	Estructura político - institucional.....	4-52
4.6	CARACAS MODERNA, SIGLO XX (1930- 1950) .....	4-53
4.6.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-53
4.6.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-55
4.6.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-60
4.6.4	Estructura político - institucional.....	4-62
4.7	CARACAS MODERNA, SIGLO XX (1950 - 1970).....	4-63
4.7.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-63
4.7.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-66
4.7.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-81
4.7.4	Estructura político - institucional.....	4-82
4.8	CARACAS POSTMODERNA. AUJE Y DECLIVE DEL INOS, SIGLO XX (1970-1990).....	4-84
4.8.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-84
4.8.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-90
4.8.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-108
4.8.4	Estructura político - institucional.....	4-110
4.9	CARACAS A INICIOS DEL SIGLO XXI, (1990-2011).....	4-113
4.9.1	Breve descripción de la ciudad.....	4-113
4.9.2	Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica .....	4-116
4.9.3	Contexto científico, social y cultural.....	4-128
4.9.4	Estructura político - institucional.....	4-129



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4-1: Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1950.....	4-58
Cuadro 4-2: Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1970.....	4-69
Cuadro 4-3: Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1990.....	4-99
Cuadro 4-4: Población de la Región Metropolitana de Caracas y sus componentes. Comparación años 1990 y 2007.....	4-115
Cuadro 4-5: Sistema Metropolitano. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.....	4-117
Cuadro 4-6: Sistema Litoral. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.....	4-118
Cuadro 4-7: Sistema Fajardo. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.....	4-118
Cuadro 4-8: Sistema Losada-Ocumarito. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.....	4-119
Cuadro 4-9: Sistema Panamericano. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.....	4-120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Primer plano de Santiago de León de Caracas, levantado por el gobernador Juan de Pimentel en 1578.....	4-3
Figura 4-2: Posible recorrido de la quebrada Catuchecua y derivaciones de las acequias desde la caja de agua ubicada de Jesuitas a Veroes.....	4-6
Figura 4-3: Tipos de acequias y ductos de mampostería para la distribución de agua en Caracas, siglos XVI al XVIII.....	4-7
Figura 4-4: Plano de Caracas de 1772, levantado por Don Juan Vicente Bolívar.....	4-11
Figura 4-5: Plano de Caracas de 1810, según interpretación de E. Mendoza Solar de 1910.....	4-18
Figura 4-6: Plano de Caracas de 1874, preparado por orden de Guzmán Blanco para servir al Censo y Estadística del Dto Federal.....	4-24
Figura 4-7: Hoya del Río Macarao, según interpretación del MOP en 1914.....	4-28
Figura 4-8: Plano del acueducto de Macarao, dibujado por Felipe Serrano y Esteban Ricart.....	4-28
Figura 4-9: Paseo Guzmán Blanco, con la ubicación del Estanque, en forma de “v”.....	4-30
Figura 4-10: Plano de la red de distribución de agua en 1875, proyectado por el Ing Víctor Martín.....	4-31
Figura 4-11: Sección de Puente Hierro, según un dibujo de la época.....	4-35
Figura 4-12: Plano de Caracas hacia 1897, según Ricardo Razetti.....	4-38
Figura 4-13: Plano de Caracas hacia 1933, según la “Guía Comercial y Administrativa de Caracas”.....	4-39
Figura 4-14: Acequia y tubería de Macarao hacia 1895, según MOP.....	4-42
Figura 4-15: Plano de la red de distribución superior media de Caracas, hacia 1932.....	4-43
Figura 4-16: Plano de Caracas hacia 1934, según Eduardo Röhl.....	4-53
Figura 4-17: Plano Regulador de Caracas de 1951, de la CNU.....	4-54
Figura 4-18: Acueductos de Caracas hacia 1938.....	4-56
Figura 4-19: Delimitación de la Región Capital, de la Subregión Metropolitana y del Área metropolitana de Caracas, según decreto presidencial n° 72 de 1969.....	4-64
Figura 4-20: Plano de Caracas hacia 1967.....	4-65
Figura 4-21: Fuentes de Abastecimiento del Acueducto de Caracas. Aducciones existentes y futuras en 1965.....	4-67
Figura 4-22: Acueducto de Caracas. Red de Distribución en 1950.....	4-70
Figura 4-23: Representación gráfica del sistema de distribución existente versus el sistema lastrado.....	4-72
Figura 4-24: Alimentadores principales del sistema de distribución lastrado, propuesto por Adolfo Yanes en 1966.....	4-73
Figura 4-25: Trazado y detalle de nodos de los alimentadores Norte, Sur y Este.....	4-73



Figura 4-26: Detalle de la propuesta de distribución a partir de los estanques Calvario y Maripérez. ....	4-74
Figura 4-27: Identificación de los colectores existentes en 1970. Se resalta la localización de la quebrada La Vega y la localización de la confluencia de los colectores de la Av. O'Higgins con el colector marginal del río Guaire para identificar la ubicación de las figuras posteriores. ....	4-75
Figura 4-28: Embaulamiento de la quebrada La Vega y conexión con el colector marginal derecho del río Guaire. ....	4-77
Figura 4-29: Perfil longitudinal del colector de alivio al colector marginal derecho del Guaire.....	4-77
Figura 4-30: Perfil longitudinal colector de alivio al colector marginal derecho del Guaire. ....	4-78
Figura 4-31: Aliviadero de fondo del embovedado de la quebrada La Vega, para el desvío de aguas residuales hacia el colector del Guaire.....	4-78
Figura 4-32: Análisis de perfiles hidráulico de río Guaire.....	4-79
Figura 4-33: Perfil de gastos de creciente para diseño del caudal. ....	4-79
Figura 4-34: Secciones del modelo a escala de la canalización de los ríos San Pedro y Macarao .....	4-80
Figura 4-35: División político administrativa del Área Metropolitana de Caracas.....	4-85
Figura 4-36: Caracas, Tuy Medio y Litoral Central, según la consideración de los sistemas que abastecen agua potable.....	4-86
Figura 4-37: Propuesta de Usos del Suelo para Caracas en 1990.....	4-87
Figura 4-38: Propuesta de Usos del Suelo para Caracas en 2000.....	4-87
Figura 4-39: Estimaciones de crecimiento para 1980, de acuerdo a PP Azpúrua y G. Rovati. ....	4-88
Figura 4-40: Sistema de abastecimiento de Caracas y poblaciones adyacentes, hacia 1970.....	4-90
Figura 4-41: Sistema de abastecimiento Tuy I y Tuy II.....	4-91
Figura 4-42: Sistema de abastecimiento de Caracas y poblaciones adyacentes, hacia 1970.....	4-93
Figura 4-43: Planta y corte del Dique de Camatagua sobre el río Guárico.....	4-94
Figura 4-44: Planta y secciones de la torre - toma del embalse de Camatagua. ....	4-95
Figura 4-45: Planta del dique Ocumarito. ....	4-96
Figura 4-46: Recorrido de la aducción Camatagua – Ocumarito. Características de entrada y salida del tunel Las Ollas. ....	4-97
Figura 4-47: Recorrido de la aducción Ocumarito - Lagartijo. Trazado y perfil piezométrico para distinto material de la tubería. ....	4-98
Figura 4-48: Extensión de la mancha urbana en la Subregión Metropolitana hacia 2010.....	4-113
Figura 4-49: Usos del suelo en el Área Metropolitana Interna y el Litoral Vargas hacia 2010. ....	4-114
Figura 4-50: Localización del embalse Cuira y trazado aproximado de la línea del Tuy IV.....	4-121
Figura 4-51: Red de Distribución del AMC. Las líneas más gruesas señalan el trazado de los alimentadores ..	4-123
Figura 4-52: Registro del Oxígeno disuelto en 1949 y 1950, resaltando el incremento en el tramo Encantado –Lira debido a la existencia de saltos naturales que oxigenan al río Guaire. ....	4-125
Figura 4-53: Ubicación de los colectores marginales a rehabilitar e identificación del sitio El Encantado, escogido para la construcción de la Planta General de Tratamiento. ....	4-126
Figura 4-54: Sistema actual de colectores principales del AMC en 2011.....	4-127



## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 4-1: Tubos de barro cocido para el envío de agua utilizados en Caracas durante la época colonial .....	4-5
Foto 4-2: Antigua fuente de Muñoz, instalada en 1942 en el Museo de Arte Colonial. ....	4-14
Foto 4-3: Canal de Macarao, según fotografía tomada por Centeno Grau en 1916.....	4-29
Foto 4-4: Esquina de Mercaderes hacia 1870, vista desde el Norte. Se nota el embaldosado de aceras con lajas de piedra, y la ausencia de elementos de drenaje. El sistema fue sustituido por el cemento romano en algunos tramos de la vialidad caraqueña.....	4-33
Foto 4-5: Puente de Abril, que colapsó en vísperas de su inauguración.....	4-34
Foto 4-6: Puente Hierro, vista desde el sur.....	4-35
Foto 4-7: Plano de la Delimitación de las hoyas de la red de alcantarillado de Caracas hacia 1928. ....	4-44
Foto 4-8: Detalle de la sección transversal de un tubo ovoide, y de una tabla donde aparecen cálculos de los elementos hidráulicos, según la fórmula de Chezy. ....	4-45
Foto 4-9: Construcción de un colector de sección ovoidal en el sector la Esmeralda de Caracas hacia 1928. .... .....	4-46
Foto 4-10: Detalle de la solución para tramos con velocidades superiores a 5 m/seg. ....	4-46
Foto 4-11: Construcción del colector de la Hoya Luzón (Los Padrones), entre las esquinas de Pepe Alemán y Las Delicias. ....	4-47
Foto 4-12: Colectores marginales de la quebrada Caroata, a la entrada del puente Bolívar, hacia la parte Norte del Puente. ....	4-47
Foto 4-13, 4-14, 4-15: Aliviadero del colector marginal del Guaire, en las proximidades de su confluencia con la quebrada Cienfuegos. ....	4-48
Foto 4-16: Modelo de la sección parabólica auto limpiante, confeccionada por el equipo del Laboratorio de Hidráulica "Ernesto León Delgado". ....	4-80



#### **4 EVOLUCIÓN URBANA DE CARACAS Y DE SUS REDES DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.**

En este capítulo se realiza un repaso a los cambios que se han registrado en Caracas y en sus redes de infraestructura hidráulica desde la fundación de la ciudad hasta la época actual. Tal como se señaló en el Capítulo 1, la premisa que subyace al elaborar esta retrospectiva es que los cambios tienen su fundamento en variables demográficas, económicas, culturales, sociales e institucionales, y que existen “detonantes” que los explican. Si bien muchos de los datos y apreciaciones que utilizamos aquí no constituyen en sí mismos temas inéditos, pues afortunadamente existe una extensa bibliografía que aporta valiosa información al respecto, quizás sí lo sea el propósito de “amalgamar” mediante un nuevo hilo conductor el conjunto de datos y circunstancias estudiadas, así como el intento de identificar los “detonantes”.

En efecto, al explicar cómo han incidido las redes de infraestructura hidráulica en el desarrollo urbano de Caracas, se conjugan datos de diversas fuentes que ofrecen una nueva perspectiva de este proceso histórico. Así, se reivindican circunstancias que explican y valorizan a la ciudad y sus redes en cada momento, y que también ofrecen luces acerca de hacia dónde va la ciudad y qué se podría hacer hoy respecto a estos servicios. A fin de cuentas, la ciudad es una construcción humana, susceptible a los cambios que le hagamos – y a los que le dejemos de hacer -, tal como lo demuestra nuestra historia pasada y reciente.

Para este relato hemos dividido la historia de Caracas en nueve períodos, tratando de evidenciar los cambios más relevantes:

- Caracas Colonial. Siglos XVI al XVII (1567 – circa 1700)
- Caracas Colonial. Siglos XVIII al XIX (circa 1700 – 1810)
- Caracas Republicana. Siglo XIX (1810 – 1870)
- Caracas Guzmancista. Siglo XIX (1870 – 1888)
- Caracas Pre moderna. Siglos XIX y XX (1888 – 1930)
- Caracas Moderna. Siglo XX (1930 – 1950)
- Caracas Moderna. Siglo XX (1950 – 1970)
- Caracas Postmoderna. Siglo XX (1970 – 1990)
- Caracas Postmoderna. Siglos XX y XXI (1990 – 2011)

Aunque en la disertación se incluyen datos históricos, la aproximación no sigue un rigor historicista. Aquí se utilizan elementos de la historia para construir una versión de lo sucedido, sesgada por el enfoque del trabajo, donde constantemente se compara la ciudad con los sistemas



de infraestructura hidráulica que posee, y que pretende explicar la situación que prevaleció, con miras a clarificar la situación que existe hoy.

A pesar del esfuerzo realizado en acopiar los documentos más relevantes, es posible que existan valiosas piezas de información que no hayan sido incluidas, bien sea por el desconocimiento de su existencia por parte del autor o por la imposibilidad de acceder a ellas, de modo que no se presume que éste sea un esfuerzo exhaustivo ni tampoco culminado. En descargo de esta debilidad, creemos que las conclusiones finales no se verían sensiblemente alteradas.

Por último, este capítulo está basado en gran medida en el esfuerzo previo de otros investigadores. En tal sentido, es necesario reconocer y agradecer los acuciosos trabajos de muchos especialistas en los temas de historia de la ciudad, de la arquitectura y de las obras públicas de Caracas, debidamente citados en la bibliografía, que constituyen valiosos aportes que permitieron realizar la aproximación que intentamos aquí.

#### **4.1 CARACAS COLONIAL, SIGLO XVI AL XVII (1567-1578)**

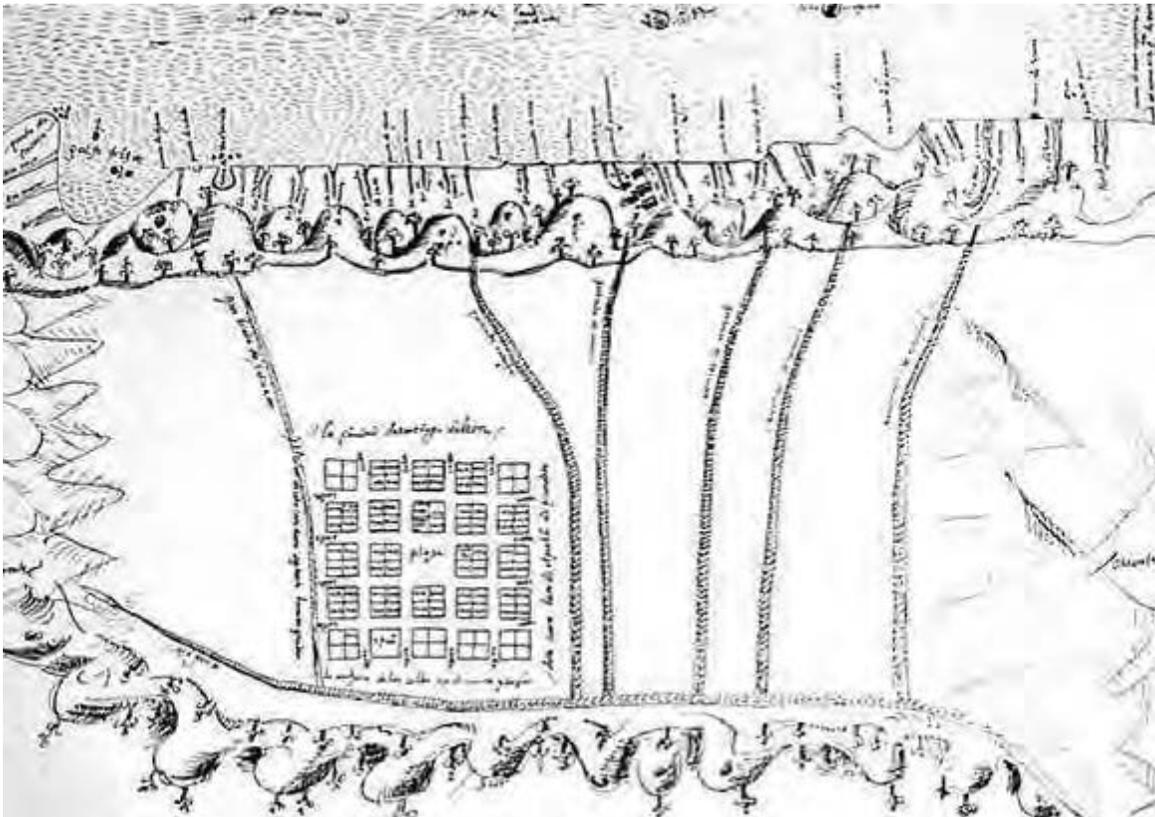
##### **4.1.1 Breve descripción de la ciudad**

El Valle de San Francisco, topónimo atribuido a la existencia del predecesor Hato San Francisco, de Juan Rodríguez Suárez, fue el lugar elegido por Diego de Losada para reedificar un nuevo asentamiento por órdenes del Gobernador Pedro Ponce de León. Aunque existen discrepancias, generalmente se acepta que el 25 de julio de 1567 es la fecha de la fundación de la ciudad, que recibió el nombre de Santiago de León de Caracas.

La ciudad estaba destinada a apuntalar la estrategia de conquista y pacificación de territorios por parte de la corona española. Anteriormente a 1567, Francisco Fajardo, a través de Rodríguez Suárez, había intentado establecerse en el valle de Los Caracas, fundando el Hato San Francisco en 1561, pero el sitio fue abandonado en 1562 a la muerte de Rodríguez Suarez. Con igual propósito de colonización se fundaron posteriormente las poblaciones de San José de Chacao (1597), y se establecieron los pueblos de encomienda Baruta (1591), El Buen Jesús de Petare (1621), Turgua (1621), La Vega (1621), Antímano (1621), Macarao (1649) y El Hatillo (1784) (Brewer Carías, A. 2006: Pág. 407 – 409).

La primera referencia cartográfica la constituye el plano de la ciudad ordenado por el gobernador Juan de Pimentel en 1578, a 11 años de la fundación. Para entonces, la ciudad posee una población aproximada de 2.000 habitantes. Reinterpretando el dibujo con cartografía más reciente (Morales T., Valery, R. Valltmijana, M. 1990: Plano 10 en Anexo) se pudo determinar que el primigenio asentamiento ocupó un emplazamiento de 30 hectáreas y su trama fue relativamente

densa y compacta, registrando unos 67 hab/ha. Sus veinticuatro manzanas alrededor de la Plaza están inscritas en un radio no mayor de 300 metros; se localizó entre las quebradas Catuche, al Este, y Caroata, al Oeste, entre la cota 905 y la cota 935, lo que representó un desnivel de 30 metros. La localización de la cuadrícula pone de inmediato en evidencia la consideración de la cercanía de fuentes de agua, pero tratando de ubicar un sitio de fácil drenaje, no amenazado por desbordamiento de los cursos



**Figura 4-1:**Primer plano de Santiago de León de Caracas, levantado por el gobernador Juan de Pimentel en 1578..

Fuente: Alcaldía Metropolitana de Caracas. "Caracas: Un Movimiento Continuo". Caracas, 2000.

Según la descripción de Don Juan de Pimentel, para la fundación entraron con Diego de Losada 136 españoles; once años después, en 1578, a Caracas la poblaban 2.000 personas. También señala la existencia de otros asentamientos indígenas en los alrededores, refiriendo que sus accesos son tortuosos y su terreno montañoso. No existe acuerdo acerca del número de indígenas



que habitaban el valle, pero el número osciló entre 8.000 y 30 mil indígenas, localizados en asentamientos adyacentes de Baruta, Chacao y Petare. Es decir, inicialmente se trata de una estructura social bastante simple, segregada entre los colonizadores y los indígenas que aún permanecían en el área; posteriormente la estructura social se iría diversificando con la aparición del clero, de las autoridades coloniales, de los colonos y de los mestizos de diversa índole que fueron apareciendo en la medida que evolucionó la mezcla étnica entre españoles, negros e indígenas

#### **4.1.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica**

Una población de 2000 habitantes, para una dotación máxima de 50 litros/persona/día (lpd) <sup>1</sup>, propia de asentamientos que deben acudir a pilas o sitios de recogida para acarrear el agua, demandaría una cantidad no mayor de 100 mil litros diarios, un gasto del orden de 1,16 lps. Este suministro podía ser fácilmente abastecido por las fuentes propias de la ciudad, pues aforos realizados mucho más tarde demuestran que el río Catuche producía no menos de 14 lps en época de estiaje. El desnivel topográfico contribuyó a la distribución de las aguas de consumo.

La Caja de Agua fue la obra de captación que facilitó la toma desde la quebrada Catuche, a unas cinco cuadras al norte de la Plaza Mayor, probablemente en la cota 950 msnm, un desnivel de 45 metros respecto a los sitios más bajos que requerían el suministro. Imaginamos que la Caja de Agua se trató de una obra hecha de piedra y argamasa que permitía almacenar el agua y reposarla, para luego distribuirla mediante acequias abiertas a los distintos inmuebles, sistema que posteriormente fue sustituido por caños cerrados.

De acuerdo al Diccionario Multimedia de Historia de Venezuela de la Fundación Polar (búsqueda acueductos):

*El acueducto de Caracas no correspondió a un proyecto con sujeción al cual se fuesen ejecutando las diferentes partes de la obra, y se realizó por etapas que no respondieron tampoco a plan alguno. Tratándose de una ciudad de nueva fundación y en una época en que la técnica urbanística estaba dando sus primeros pasos, el solo hecho de poner al alcance de sus pobladores el agua de los ríos inmediatos, significaba un avance urbanístico, sobre todo si se piensa que sus constructores no eran ingenieros. Se construyó primero la «Caja de Agua» y de ella partió una red de distribución por medio de acequias abiertas que corrían por las calles y estanquillas que permitían llevar el líquido al interior de las viviendas mediante cañerías y más tarde, mediante tubos de barro cocido. No había transcurrido un cuarto de siglo, y ya el sistema pareció insatisfactorio y el Cabildo de Caracas, en 1609, decidió sacar a remate (que hoy llamamos licitación) el encañado de esas acequias cubriéndolas con piedra y argamasa, debiendo otorgarse a la más baja postura.*

<sup>1</sup> En períodos históricos posteriores se registra que para abastecer a Caracas algunos ingenieros señalaron una dotación menor, de 35 litros/persona/día.

*Significaba esto la modernización del sistema y una medida de salubridad pues evitaba la contaminación de las aguas. Además, este encañado debía sujetarse a un plan formulado por personas entendidas, y a plazos de ejecución. En 22 meses el trabajo quedó concluido y en adelante, se hicieron extensiones de las cañerías en la medida en que la ciudad crecía, y trabajos de conservación.*



**Foto 4-1:** Tubos de barro cocido para el envío de agua utilizados en Caracas durante la época colonial

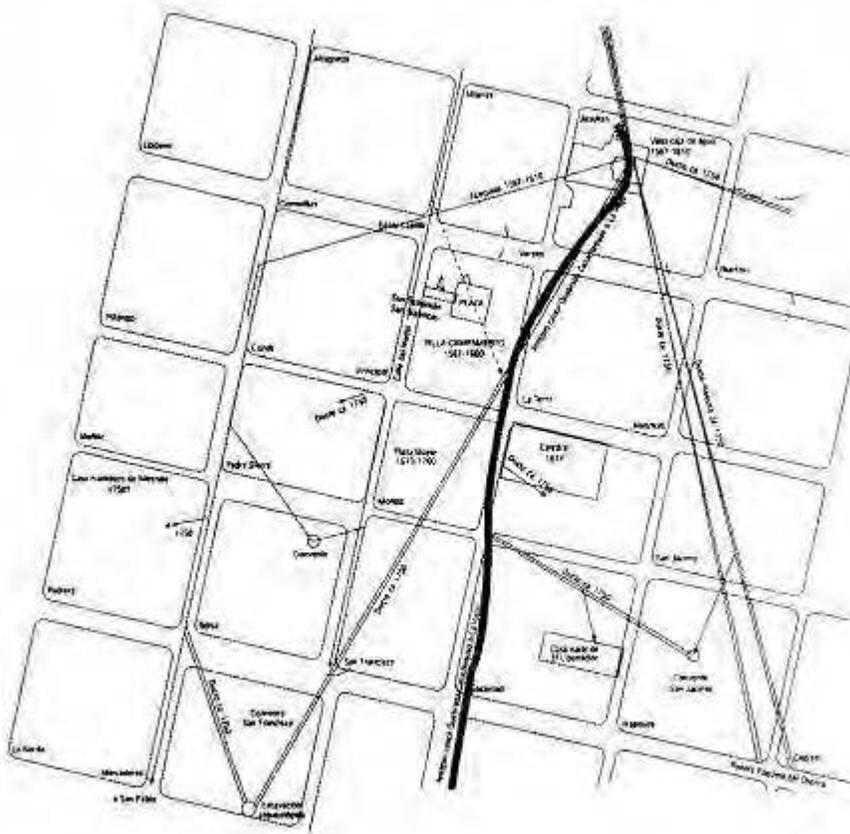
Fuente: Arcila Farías, E. 1961. Pág 208.

El trabajo fue realizado por el albañil Domingo Álvarez en un plazo menor a dos años, y el costo de las obras se prorrateó entre las distintas viviendas, “conforme al solar y el sitio que tuviere”, de acuerdo a lo establecido por el procurador Nicolás de Peñalosa. Era este el sistema usual para el financiamiento de las obras de utilidad pública municipales, utilizado originariamente por los romanos y que fue ampliamente aplicado después del redescubrimiento de sus prácticas.

Una tesis más reciente, basada en hallazgos arqueológicos, señala que el primigenio asentamiento que constituyó Caracas al momento de la fundación por parte de Diego de Losada debe haber sido

una villa-campamento servida por “una quebrada de aguas limpias, posible efluente del río Catuche, cuyo cauce principal discurría norte-sureste hacia el río Guaire” (Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Pág. 151).

Este pequeño curso que los profesores Mario Sanoja e Irida Vargas-Arenas identifican con el nombre de *Catuchecua*, tendría unos 10 metros de ancho y sus aguas probablemente habría sido captadas en una caja de agua situada en los alrededores de las esquinas de Jesuitas y Veroes, donde excavaciones realizadas por el arqueólogo Luis Román revelaron la existencia de un estanque de 300 a 500 m<sup>3</sup> a 4 metros de profundidad respecto a la topografía actual del sector. Dicha quebrada alimentaría un sistema de acequias abiertas localizadas al interior de cada cuadra, permitiendo que lateralmente cada solar se nutriera del recurso (Acosta Saignes, 1969, vol. N: Pág. 817-823. Citado por Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Pág. 152).

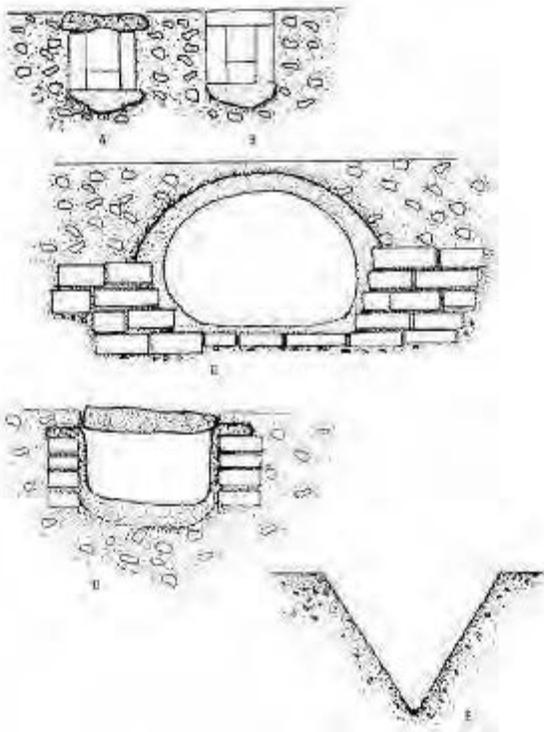


**Figura 4-2:** Posible recorrido de la quebrada Catuchecua y derivaciones de las acequias desde la caja de agua ubicada de Jesuitas a Veroes.

Fuente: Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Pág. 152.

Este sistema habría prestado servicio entre 1568 y 1675, cuando se puso en práctica un sistema mejorado que captaba el agua directamente desde el río Catuche y lo distribuía mediante

encañado a diferentes pilas públicas y a edificaciones particulares. Este nuevo sistema dependería de una nueva Caja de Agua situado en las actuales esquinas de Las Mercedes y Caja de Agua, a unos 150 o 200 metros al noroeste del anterior ubicado en la Casa Mendoza, de Jesuitas a Veroes. A partir de este punto, en sentido diagonal sureste y hasta la esquina El Chorro se habría construido un ducto de mampostería de 70 cm de ancho por 60 cm de alto, desde el cual derivó otro en sentido sur, hacia las esquinas de Veroes, Torre, Gradillas, pasando entre la iglesia Catedral y la Plaza Bolívar. Excavaciones posteriores han soportado la hipótesis de la existencia de una red de conductos diagonales que atravesaban las manzanas para atender el convento de San Jacinto, la iglesia de Altigracia, el reducto de San Pablo, y varias viviendas particulares.



**Figura 4-3:** Tipos de acequias y ductos de mampostería para la distribución de agua en Caracas, siglos XVI al XVIII.

Fuente: Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Pág. 182.

De acuerdo a los análisis que realizan los profesores Sanoja y Vargas-Arenas, la necesidad de regularizar el servicio de acueducto a partir de 1675 constituyó el estímulo para ordenar la traza urbana en forma reticulada que exhibe el casco histórico, siguiendo el trazado insinuado en el Plano del Gobernador Juan Pimentel, dibujada en 1578. Según estos análisis, la trama dibujada en 1578 sería más bien una propuesta de organización espacial cuya construcción se habría postergado hasta que, por la necesidad de mejorar la distribución del acueducto, ésta fue finalmente adoptada:



*“...en 1675 habría quedado refrendado el primer proceso importante de intervención urbana de la ciudad de Caracas, ya que la construcción del sistema de conducción de aguas por cañerías subterráneas hacía imperativo que el cabildo de Caracas ... ordenase rediseñar la traza urbana “aún si fuere necesario mudar algunas calles...”. La puesta en práctica de dicho ordenamiento implicó no sólo la reestructuración y la reubicación de las calles, sino también de los solares y las casas mismas, modificándose en consecuencia la estructura de la propiedad territorial urbana”*

...

*“como se puede inferir de la lectura de las actas del Cabildo de Caracas, los integrantes de ese cuerpo no tenían inicialmente una visión orgánica del crecimiento de la ciudad. El otorgamiento de solares al sur del enclave original de la villa campamento, al parecer sin atender a un plano ordenador del territorio, parece haber sido caótico: no existió una nomenclatura urbana definida hasta finales del siglo XVII; no se mencionan calles, sino que se hace referencia a topónimos: al lado del solar de tal persona, sobre la vega del río o de la quebrada tal. Es solamente a mediados del siglo XVII, al hacerse imperativa la construcción de un acueducto, que se comienza a poner en vigencia la propuesta urbana de Pimentel del año 1578, rectificando los hitos y ejes viales que se habían establecido de manera no planificada” (Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Págs. 168 - 170)*

Respecto a la disposición de las aguas después del consumo, esto se resolvió de forma individual, en los solares de las viviendas. Contribuyó a ello el hecho de que los solares eran grandes y permitían disponer internamente el exceso de agua utilizada en cada hogar. Al respecto, según señala una descripción que aparece en el Diccionario de Historia de Venezuela de la Fundación Polar (búsqueda “Acueductos”), las disposiciones del Cabildo de Caracas permiten imaginar los problemas que se presentaban:

*“En la sesión del Cabildo de Caracas del 3 de octubre de 1573, fue aprobada por mayoría de votos una resolución mediante la cual se acordaba repartir el agua por los solares de los vecinos «para que el agua que corría por las acequias no se vertiera en las calles»; más tarde, en 1610, se asienta en las actas del Cabildo «que los vecinos limpien las acequias so pena de multa” (Fundación Polar, 2000).*

Respecto a la red de aguas de lluvia, éstas no se construyeron hasta bien entrado el siglo XX. Las calles servían como canales recolectores de las aguas de lluvia y las escurrían hacia los drenajes naturales que atravesaban la ciudad, los cuales empezaron a embaularse por tramos a finales del siglo XIX.

#### **4.1.3 Contexto científico, social y cultural**

Hacia el siglo XVI, no existían aportes tecnológicos importantes en la depuración y conducción de aguas para consumo humano; tampoco existían referencias científicas acerca de los males que acarrearía la adyacencia de aguas sucias en la propagación de enfermedades. El sistema de



acequias abiertas fue utilizado en muchas ciudades europeas. En Madrid, por ejemplo, se utilizó un sistema de canales subterráneos, aprovechando los acuíferos de la ciudad debido al escaso caudal del río Manzanares. En el caso de Caracas, desde ese punto de vista, la localización fue más favorable, pues el caudal de la quebrada Catuche era suficiente para abastecer el consumo y el abastecimiento podía obtenerse fácilmente por gravedad desde una fuente superficial. Sin embargo, era apreciable a simple vista el grado de contaminación de las aguas de consumo que provenía de acequias abiertas, por lo cual se practicó su “encañado” o canalización por tuberías en algunos tramos. Adicionalmente la filtración en el hogar, a través de tinajeros o aguadores de uso en la cocina, fue ampliamente utilizada.

La disponibilidad de cañerías de barro cocido que conducían el agua a las viviendas fue durante mucho tiempo un privilegio de las familias más importantes de la ciudad, lo que da cuenta de un acceso discriminatorio al agua. A pesar de que en principio todos tenían igual derecho al acceso al recurso, la mayor disponibilidad de bienes permitió a algunas familias y a conventos religiosos hacerse de un mejor servicio de suministro. Tal como lo reseña Esther Marcano (Marcano, E.: 1993. Pág 32):

*“Hasta 1812, la principal fuente de abastecimiento de la ciudad (el estanque Caja de Agua) era controlada por los frailes franciscanos, quienes aducían poseer los títulos de derechos de agua, gracias a la construcción de un caño de cal y canto que allí hicieron, para almacenar el agua que consumía el convento a tal punto que en marzo de 1700 (Nuñez 1963, p. 67) los franciscanos almacenan gran cantidad de agua mientras que escasea en las demás acequias y conductos de la ciudad. El control de esas fuentes era tal que en 1793, cuando Caracas tuvo su primera gran falta de agua, los propietarios de las fuentes de agua prefirieron destruir el estanque antes de abastecerla, a pesar que el mismo tenía agua suficiente para abastecer a toda la ciudad, lo que trajo consecuencias graves para la mayor parte de la población.”*

#### **4.1.4 Estructura político - institucional**

Desde un punto de vista institucional, durante la mayor parte del período colonial las aguas pertenecieron al dominio comunal, siendo el Cabildo la principal autoridad autorizada para manejar las aguas, repartir tierras, y regular la traza urbana. La obtención y repartición de agua fresca fue una de las decisiones más relevantes del Cabildo, como lo revelan sus Actas a lo largo del período.



El 27 de mayo de 1675, ante una solicitud del presbítero Domingo Pérez Hurtado, actuando como representante del obispo Antonio González de Acuña, el Cabildo considera y aprueba nuevamente <sup>2</sup> la propuesta de captar directamente agua desde el río Catuche y conducirla *“mediante conductos de calycanto y cañería separada de las acequias comunes, con caja separada hecha de calycanto y con todas las fuerzas y albañilería necesarias para su perpetuidad, hasta la plaza mayor de esta ciudad...”* (extracto del acta del Cabildo de Caracas del 27 de mayo de 1675, citado por Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Pág. 168). *“El conducto principal vendría derecha hasta la plazuela de Altigracia, donde se construiría un pilón a costa de la Iglesia. Pasaría luego a la esquina de la plaza y casas del capitán Manuel Felipe de Tovar, y de ahí seguiría a las del capitán Diego de Guevara, donde el canal se dividiría en dos ramales: uno seguiría hasta el centro de la Plaza Mayor, a costa de la ciudad si ésta quisiera aprovechar el agua, y luego continuaría hacia San Jacinto donde se haría a su costa otro pilón para el suministro del convento y de su vecindad. El segundo ramal partiría de las casas del capitán Guevara hacia el Colegio Seminario, Monjas Concepciones, Convento de San Francisco y Hospital San Pablo. También se construirían fuentes en estos dos últimos sitios para distribuir agua al vecindario”* (Arcila Farías, E. 1962. Tomo I: Pág. 74 y 75).

Estas obras, de mejor construcción que las realizadas hasta entonces, son consideradas por Mario Sanoja e Iraida Vargas-Arenas el primer acueducto de Caracas, y fueron realizadas a expensas de la Iglesia y de las familias más pudientes. El abastecimiento directo de aguas a partir de este acueducto agregaría valor a los solares de la ciudad, razón por la cual *“la distribución de las casas de los mantuanos caraqueños, de las iglesias y conventos principales en el casco histórico de la ciudad estaba directamente vinculada con la capacidad de captar suficiente cantidad de agua para satisfacer sus necesidades domésticas”*. (Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Págs. 168 - 173).

*“La inversión en obras públicas de la ciudad, particularmente las que tenían que ver con el mantenimiento del sistema de acequias y, posteriormente, el encañamiento (ductos subterráneos) de las aguas, corría a cargo de los usuarios de las mismas... Quizás por esta razón los ciudadanos más ricos podían pagar los trabajos de aducción de agua, beneficiándose tanto del trazado de los mismos como de la cantidad de agua que les correspondía”* (Sanoja, M. Vargas-Arenas, I. 2002: Pág. 175).

---

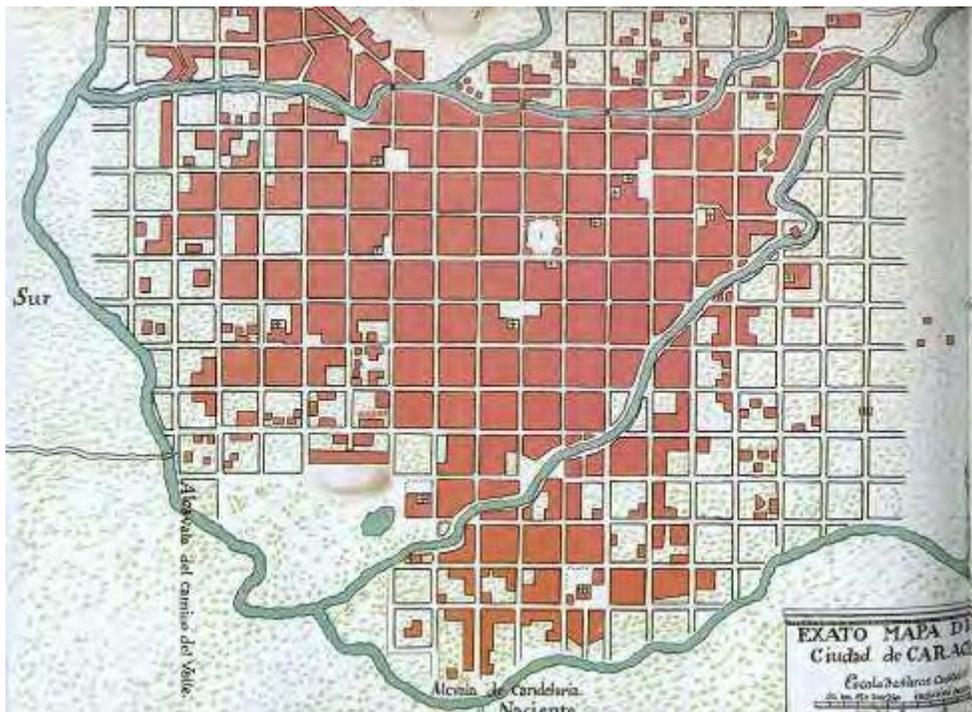
<sup>2</sup> De acuerdo a Eduardo Arcila Farías, esta solicitud ya había sido considerada anteriormente por el Cabildo de Caracas en 1658, y la solicitud fue concedida: *“Refiere el antiguo cronista de la ciudad que el Cabildo les concedió el caño solicitado, con la sola obligación de dejarla correr primero para los pobres, ya fuera en la plazuela o en algún lugar público, pero que tres años más tarde expusieron que la concesión de nada les había valido, pues siendo la plazuela demasiado baja no podía subir de nuevo hasta el convento”*. (Arcila Farías, E. 1962. Tomo I: Pág. 74). La obra quedó paralizada y en 1675 el obispo Fray Antonio González de Acuña, en el marco de un Cabildo Eclesiástico, resolvió la constitución de un “bolso común” entre las distintas congregaciones religiosas de la ciudad, y solicitar nuevamente la realización de la obra, modificando su alcance.

Entonces, si bien las decisiones acerca de la repartición y destino de aguas correspondía al Cabildo, la influencia y capacidad económica de las familias con mayores recursos económicos y de la Iglesia significó una estructura institucional que aseguraba privilegios en el control de los recursos y de los bienes a las clases más pudientes, particularmente el de hacerse de agua útil llevada hasta su residencia.

## 4.2 CARACAS COLONIAL, SIGLOS XVI AL XIX (1700-1810)

### 4.2.1 Breve descripción de la ciudad

La ciudad de Caracas, que contaba con 2000 habitantes en 1578, culminó este período con cerca de 50 mil habitantes para 1810. Una buena referencia del crecimiento de Caracas hacia mediados de este largo período, está representada por el segundo plano de la ciudad ordenado por las autoridades coloniales en 1772, a 205 años de la fundación. Aunque el plano presenta el error de confundir la trayectoria del río Guaire con la de la quebrada Anaucó, puede apreciarse la extensión del conjunto de manzanas.



**Figura 4-4:** Plano de Caracas de 1772, levantado por Don Juan Vicente Bolívar

Fuente: Ovelar, S. Atlas Visual de la República Bolivariana de Venezuela. s/f. Pág. 133.



Para ese año, a poco más de un cuarto de siglo para finalizar el siglo XVIII, Caracas contaba con 18.669 habitantes y su superficie era de 160 hectáreas, una densidad de 116 hab/Ha, lo que da cuenta de una ciudad bastante densa, incluso si se compara con ciudades venezolanas contemporáneas del siglo XXI que poseen este tamaño poblacional. Esta densificación se reflejó en la estructura parcelaria de las manzanas, originalmente repartidas en cuatro solares, para pasar a dividirse hacia finales del período en varios solares de estrecho frente y gran profundidad (Gasparini, G. Posani, J. P. 1998: Pág. 9). Su trama se ha expandido hacia las riberas del Guaire, al sur, alcanzando la cota 875, y hacia el norte se expande por encima de la Caja de Agua, pero no sobrepasa la cota 975, de modo que el desnivel es de 100 metros.

Un elemento característico de la ciudad de entonces fue lo accidentado de su topografía, lo cual marcó su imagen urbana hasta bien entrado el siglo XX. Según relata Arcila Farías (Arcila F. 1961. Tomo I: Pág. 75). *“Caracas era una ciudad rodeada por doquiera de profundos barrancos, que han ido desapareciendo tras un largo proceso de cuatrocientos años...”*. No obstante, ello no impidió que el crecimiento de la ciudad se desarrollara y visualizara como una malla cuadriculada. Al observar el plano de 1772, es curioso observar al Norte (a la derecha de la imagen, debido a que la orientación superior del plano es hacia el Oeste), la demarcación de gran cantidad de manzanas aún desocupadas, y otras cuantas al sur, este y oeste, sugiriendo que, a pesar de la topografía, la concepción prevaleciente era que la ciudad se expandiría siguiendo el patrón de damero. Otro aspecto que puede resaltarse en este mismo sentido es el acomodo de las manzanas respecto a la trayectoria de las quebradas Catuche y Caroata. La cuadrícula se interrumpe para dejar paso a la trayectoria de ambas quebradas, pero cada vez que es posible, el trazado reticular es retomado. Sólo el camino a la Guaira y el camino de Antímamo reflejan una estructura de manzanas alargadas que se acomodan a la topografía. Otro plano, el de 1776 (De Sola, I. 1967: Pág. 46), extrema este empeño por figurar a la ciudad y su crecimiento siguiendo un patrón reticular.

La estructura espacial está bastante marcada por el culto religioso, que demarca parroquias a cargo de templos localizados en distintos puntos de la cuadrícula colonial (Morales, Valtmijana, Valery. 1990: Pág. 61):

*“En 1750, los templos de San Pablo, Altagracia y la Candelaria, hasta ese momento ayudas de la Iglesia Mayor, fueron erigidos en parroquias. Luego siguieron Santa Rosalía y San Juan, en 1795, cuyas respectivas jurisdicciones fueron desmembradas de la parroquia San Pablo.*

*Esto fijó la organización espacial de Caracas durante la época colonial. La ubicación de los templos dio la pauta para el ordenamiento de los barrios y las zonas residenciales, presentando la ciudad una estructura asimilable a la de las unidades vecinales, que se vio más adelante reforzada por la aparición de las jefaturas civiles y algunos servicios”*.



Si bien la población creció a 50 mil habitantes a finales de este período, se trata de una ciudad con un crecimiento lento, vacilante, afectado por catástrofes naturales y epidemias que diezmaron a la población, cuya recuperación obedeció al empeño de sus autoridades, de sus habitantes, y a circunstancias económicas que en algunos períodos favorecieron el crecimiento.

De acuerdo a la revisión que realiza Graziano Gasparini (Gasparini, Posani, 1998: Pág. 21), entre los principales contratiempos que marcaron el crecimiento de Caracas se tiene, primeramente, el terremoto de 1641, el de San Bernabé, que obligó a rehacer toda la ciudad, e incluso planteó la discusión de mudar la capital a la sabana de Chacao, propuesta que fue rechazada. Posteriormente varias epidemias afectaron el crecimiento de la población; la primera que se reportó, una epidemia de peste (1658), causó bajas sensibles en la población y redujo una quinta parte de sus habitantes. En 1667 una invasión de langostas seguida por otra de ratones, afectaron los cultivos y el almacenamiento de alimentos. En 1687 una epidemia de viruela se propagó en la ciudad; posteriormente entre 1764 y 1766 una nueva epidemia, mucho más virulenta que la primera, redujo la población de 26.340 reportados en 1764 a 18.669 en 1774. Un nuevo terremoto en 1766 castigó a la población, aunque causó estragos menores que los del sismo de 1641 (Gasparini, Posani, 1969: Pág 37). Posteriormente no se registraron eventos tan impactantes hasta 1812, cuando el terremoto del 26 de marzo ocasionó 10 mil muertos.

#### **4.2.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica**

Para una población de 19 mil habitantes y una dotación de 50 lpd, la demanda de agua a través del sistema de pilas públicas sería alrededor de 11 lps, de modo que por muchos años la quebrada Catuche siguió siendo una fuente capaz, pero para una de 50 mil ello implicaba una demanda del orden de casi 30 lps, mucho más de lo que Catuche podía garantizar en sequía, por lo que el suministro desde esta fuente debió ser insuficiente en algunos períodos, tal como ocurrió en 1793, según se relató en el punto 4.1.3.

Una característica de la ciudad entonces era la abundancia y buena calidad del agua de sus quebradas, de modo que Catuche no debió ser la única fuente utilizada, al menos por el común de la gente. Las aguas de los ríos Caroata y Anaucó también eran cristalinas y, aunque no contaban con un sistema de captación y distribución, pudieron ser acarreadas por los habitantes de las zonas periféricas hasta sus viviendas. Las familias más pudientes solicitaban agua del río Valle, por considerarlas más puras. *"Beben en Caracas el agua del río Catuche; pero las personas acomodadas hacen traer agua del Valle, villa situada a una legua al sur. Creen que son muy saludables, porque corren sobre las raíces de la zarzaparrilla"* (Alejandro de Humboldt, citado por Gasparini, Posani, 1998: Pág. 46).

En un escenario de escasez de recursos para obras públicas como el que predominó durante la Colonia, la distribución de agua constituyó un problema crucial. Tal como se señaló en la descripción del período anterior (4.1.2 y 4.1.4), las clases más influyentes, el clero, los criollos y los blancos peninsulares, se aseguraron el suministro del recurso, construyendo a partir de 1675 el sistema que les privilegió el suministro, pero que también suministraba agua a fuentes o pilas públicas, constituyéndose este mecanismo en el principal suplidor de agua hasta 1870.

Refiere Eduardo Arcila Farías que estas fuentes públicas *“Tenían en su mayoría forma de estanques semicirculares. Estaban situados en las plazas, los mercados, en fin, en sitios donde habitualmente se reunía gran número de personas, y en posiciones equidistantes de manera que hubiera alguna de ellas en los barrios, y a distancia cómoda, para que a nadie le faltase el líquido que solía acarrear sobre los hombros en grandes botijas de barro cocido, y más tarde en los envases de hojalata de mayor capacidad y más liviano peso”* (Arcila Farías, E. 1961. Tomo II: Pág. 356).



**Foto 4-2:** Antigua fuente de Muñoz, instalada en 1942 en el Museo de Arte Colonial.

Fuente: Morales, A. Vallmitjana, M. Valery, R. 1990: Pág. 62.



*“...las crónicas hablan de la preocupación del Cabildo por proveer agua a la población, para lo cual se ordena la construcción de una caja de agua que almacene la de Catuche, que a su vez será repartida , primero por medio de acequias, y luego por cañerías de barro cocido. Las familias pudientes la hacen conducir hasta sus propias casas, pero para la generalidad de la población, existen las pilas públicas, de los cuales los planos de 1801 y 1810 muestran un total de diecinueve, número que parece generoso para la Caracas de entonces. La disposición de las aguas negras se hace ( y se hará por muchísimo tiempo), por el rudimentario sistema de letrinas, y las demás aguas servidas simplemente se arrojarán a los patios interiores.” (Morales, Vallmitjana, Valery, 1990: Pág. 63).*

Las quebradas no son aún intervenidas, aunque la construcción de puentes es una preocupación cada vez mayor. Según relata Eduardo Arcila Farías (Arcila Farías, E. 1961. Tomo I: Pág. 77):

*“... En 1784 el Procurador General de la ciudad calculaba que se necesitaban por lo menos veinticinco puentes para salvar los barrancos, pero no existían sino cinco que eran: el de la Pastora, mejor conocido por el nombre de Puente Carlos III, el de La Trinidad, el de San Pablo, el de Punceres y el de Candelaria”*

El drenaje de las calles parece haber sido favorable. Tal como narra Oviedo y Baños *“...sus calles son anchas, largas y derechas, con salida y correspondencia en igual proporción a todas partes; y como están pendientes y empedradas, ni mantienen polvo ni consienten lodo...”*(Gasparini, G. Posani; J.P. 1998: Pág. 24).

#### **4.2.3 Contexto científico, social y cultural**

Aparentemente no se produjeron, o no fueron relevantes, las muertes por cólera en la Colonia, lo cual habla bien de las condiciones de suministro de agua. Las condiciones topográficas que favorecían un fácil escurrimiento, la localización del sitio de toma aguas arriba del asentamiento de la población, y lo amplio de los solares puede haber contribuido a que los casos aislados que pudieron presentarse no se propagaran como en otras localidades del continente americano en la misma época.

Sin embargo, se produjeron epidemias de viruela que diezmaron especialmente a la población indígena y que afectaron el crecimiento poblacional de Caracas y de varias colonias americanas<sup>3</sup>. De las muchas epidemias que se registraron en este período, aparentemente la de 1764 fue la más

<sup>3</sup> “Recientes estimaciones epidemiológicas han llevado a postular que durante los primeros veinticinco años posteriores a la Conquista más de un tercio de la población indígena sucumbió a la viruela. Es probable que tal devastación natural haya contribuido en forma radical al establecimiento del régimen colonial,”  
[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/las\\_primeras\\_epidemias\\_de\\_la\\_historia.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bmn/las_primeras_epidemias_de_la_historia.pdf)



dura: “...Cuenta un manuscrito del franciscano fray José Antonio Domínguez... que hubo en el año 1764 más de mil muertes ; que casi toda la gente principal abandonó la ciudad; que a pesar de los muchos auxilios del Obispo, del Gobernador y de los vecinos pudientes, morían muchos enfermos por falta de recursos y que era tal la cantidad de cadáveres que no había tiempo de darles sepultura” (Gasparini, G. Posani; J.P. 1998: Pág. 44-45).

Humboldt, por su parte, estimó que a raíz de la epidemia de 1764, en 1766 la ciudad registró entre seis y ocho mil muertes (Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág. 45). También señala que desde 1804 se inició la inoculación de la vacuna, descubierta hacia 1800. La Real Expedición Filantrópica de la Vacuna, encabezada por médico español Francisco Xavier Balmis, y sufragada por la corona española en tiempos de Carlos IV, contribuyó decididamente a la disminución de la enfermedad a partir de 1804, y constituyó un evento muy celebrado por el Cabildo de Caracas y por los notables de la ciudad. Esta expedición es considerada como la primera gran campaña epidemiológica mundial, pues abarcó prácticamente todas las posesiones españolas en el nuevo mundo y en las Filipinas<sup>4</sup>. Tomaron parte muy relevante en la organización de la campaña en Caracas y en otras localidades de Venezuela el catalán Salvany y el venezolano Carlos del Pozo, considerado el primer inventor venezolano de la Colonia.

La lucha epidemiológica librada favorablemente en contra de la viruela, y los mayores beneficios económicos de los criollos relacionados con la extinción de los privilegios de comercialización otorgados a la compañía Guipuzcoana, significó un importante aumento de la población, hasta duplicarla en sólo 24 años.

Respecto a la estructura social, la descripción de José Agustín de Oviedo y Baños, según la transcripción de Gasparini (Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág. 24 y 28): “Fuera de la innumerable multitud de negros y mulatos, que la asisten, la habitan mil vecinos españoles, y entre ellos dos títulos de castilla que la ilustran y otros muchos caballeros de conocidas prosapias...la visión idílica y paradisíaca que Oviedo y Baños dejó para la posteridad, hay que tomarla con cierta reserva...En ella sólo se destaca lo que al autor le interesa destacar y, por eso mismo, excluye todo problema de carácter económico y social. Las condiciones de vida de los indígenas, el tráfico esclavista, la población rural enfeudada y la mano de obra esclavista y servil, son argumentos de ninguna o escasa importancia en la vida de la ciudad”

---

<sup>4</sup> Hay que hablar, entonces, de una primera etapa, en la cual la expedición es conjunta, que se inicia en La Coruña y finaliza en Venezuela y de una segunda etapa en la que se produce una subdivisión de los expedicionarios en dos rutas diferenciadas: la que, liderada por Balmis, pasó a México y de allí a las Islas Filipinas, y la segunda, a cargo de Salvany, que desciende hacia Sudamérica siguiendo inicialmente la ruta del río Magdalena”.

Balaguer Perigüell, E. Ballester, R. “En el nombre de los Niños. Real Expedición Filantrópica de la Vacuna 1803-1806”. 2003. Recuperado el 08/12/2012 desde: <http://www.aeped.es/documentos/en-nombre-los-ninos-real-expedicion-filantropica-vacuna-1803-180>



Mantuanos, criollos, esclavos e indígenas, ¿donde habitan? Es difícil precisar la distribución geográfica de la población de acuerdo a su composición étnica, pero, de acuerdo a los estudios realizados por Alberto Morales, Marta Vallmitjana y Rafael Valery (Plano 22), para 1810 los criollos y peninsulares más pudientes vivían en los alrededores de la Plaza Mayor, distribuyéndose alrededor de esta manzana y orientándose hacia el norte, a lo largo de la vía que conduce a la Guaira, concentrándose en las parroquias Altigracia y Catedral. Por su parte, los grupos más pobres aparentemente se situaron en la periferia: al Norte, en el camino a la Guaira, al Oeste, en la vía hacia Antímano (parroquia San Pablo), y en el Este, en la vía hacia Chacao (parroquia Candelaria). Observando esta descripción y comparándola con la descripción de las instalaciones de acueducto, es evidente que las clases más desfavorecidas económicamente también lo estaban desde el punto de vista de su acceso al recurso agua.

#### **4.2.4 Estructura político - institucional**

Respecto al acceso al recurso, una real cédula del 21 de julio de 1787 estableció la servidumbre legal del acueducto, siendo el uso de las aguas completamente libre. Más tarde, un reglamento del decreto de 12 de febrero de 1788, sancionado en Caracas el 19 de abril de ese año, eliminó el principio del dominio común de las aguas y estableció un régimen de propiedad sobre las aguas de riego, los bosques, los caminos y los ríos. Así concluyó en Venezuela el dominio comunal, consagrado durante mucho tiempo, estableciéndose la propiedad sobre el agua y las acequias (Arcila Farías, E. 1961. Tomo I: Pág. 211-226).

El Cabildo de Caracas se había consolidado como la institución clave para la gestión de la ciudad. Los mantuanos dominaban la composición del Cabildo, preservando así que las decisiones no afectaran sus intereses. Tal como lo señala el Dr. Arístides Medina Rubio (Liway Rodríguez, G. 2000. Tomo I: Pág. 131):

*“Por otra parte, es necesario destacar el predominio de la clase terrateniente, es decir, la oligarquía criolla en la composición de los cabildos venezolanos. Puede decirse con toda seguridad, que a partir del siglo XVII ningún Cabildo venezolano escapó de y del dominio de los dueños de la tierra. Siendo ellos los dueños de lo único capaz de generar riqueza - las haciendas, las plantaciones, los hatos y los establecimientos de comercio - mantenían un control absoluto de toda la red institucional y jurídico-administrativa de la Colonia... En síntesis, el Cabildo fue la representación más genuina de la oligarquía en el gobierno de las ciudades”.*

El comercio tuvo reveses y repuntes importantes: en 1730 se instala la compañía Guipuzcoana, que se ocupó de monopolizar el comercio desde Venezuela a la Metrópoli, lo cual condujo a una recesión importante. La abolición de la compañía hacia 1777 es mencionada como la causa de importantes progresos en la ciudad, y en un repunte del crecimiento demográfico.

### 4.3 CARACAS REPUBLICANA, SIGLO XIX (1810-1870)

#### 4.3.1 Breve descripción de la ciudad

La ciudad resultó muy afectada por el terremoto de 1812 y por la guerra de Independencia, lo cual arruinó a muchas de sus edificaciones y redujo drásticamente su población. De acuerdo con la apreciación de Humboldt, Caracas alcanzó en 1812 cerca de 50 mil habitantes, mientras que en 1825 registró 29.846 habitantes, es decir, disminuyó unos 20 mil habitantes en un lapso de trece años. Los años de deterioro que significaron el terremoto y la guerra no impidieron que posteriormente la ciudad volviese a recuperar su ritmo de crecimiento.

Hacia 1810 la cuadrícula colonial mantiene su impronta: aún no se ha sobrepasado la barrera del río Guaire y la ciudad se extiende de norte a sur desde el camino de la Guaira hasta la ribera izquierda del río Guaire, y de este a oeste desde el peaje de la Candelaria hasta la estribación montañosa que es rodeada por el camino a la Vega y a Antímano y el Camino de Catia. Las manzanas pretenden ser tan regulares como se visualizaban en 1772 y 1776, aunque una mayor precisión en los levantamientos deja ver su irregularidad.

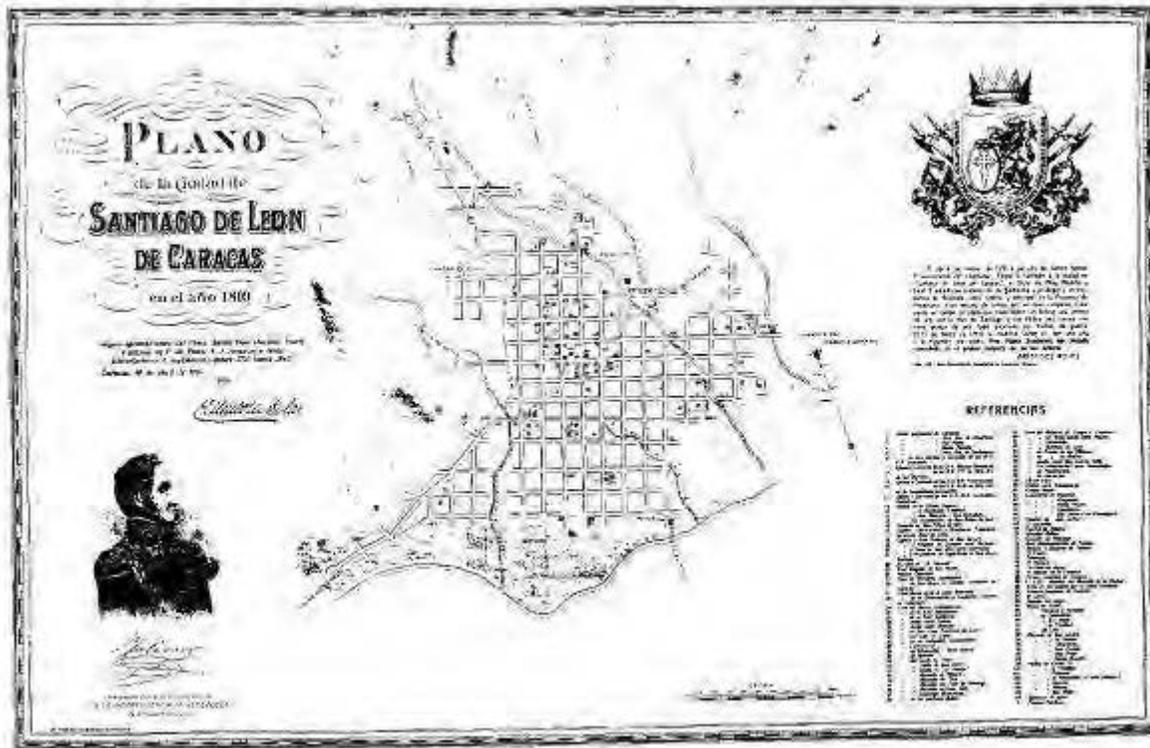


Figura 4-5: Plano de Caracas de 1810, según interpretación de E. Mendoza Solar de 1910.

Fuente: Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág. 62.



El plano de Mendoza Solar refleja la situación de la capital para 1810; la cuadrícula ocupaba una superficie de 190 hectáreas, similar a la superficie urbanizada en 1774, lo cual implica una densidad bruta de 260 habitantes por hectárea, mucho más densa que el período precedente, lo cual se asocia a un mayor fraccionamiento del parcelario (Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág 56). Sin embargo, los estragos del terremoto de 1812 y la pérdida de población que implicó la guerra de independencia, redujeron los habitantes a cerca de 29 mil, con lo cual esta densidad descendió a unos 150 habitantes por hectárea. Altimétricamente, para 1870 la ciudad se desarrolla desde la cota 880 a la cota 1.000 msnm.

Miguel Tejera, en su libro “Venezuela pintoresca e ilustrada”, publicado en 1875 como apología a la gestión de gobierno de Guzmán Blanco, hace una interesante descripción de estos vaivenes poblacionales, la cual es recogida por Graziano Gasparini:

*“Cerca de pues de cincuenta mil habitantes tenía la ciudad para 1810 en que comenzó la revolución de la independencia a hacer sentir sus estragos. Dos años más tarde un gran terremoto la arruinó dejando sepultados bajo los escombros de sus edificios como doce mil personas. Luego, la crudeza de la guerra en 1813 y 1814, y la grande emigración que hubo este último año, redujeron la población a menos de la mitad. De entonces hasta 1829 no aumentó casi nada, debido a las contingencias de la guerra. Para este año tenía la ciudad según Codazzi 29.320 habitantes y para 1830, según apreciación del señor Arístides Rojas, 30.000. En 1847, según el censo del doctor Sanabria tenía 34.165. En 1869, según censo practicado con mucho cuidado, alcanzó 47.013 habitantes. En 1872 el doctor Arístides Rojas le dio 48.291; y en 1873, el censo oficial que con la mayor exactitud se practicó en los días 7, 8 y 9 de noviembre alcanzó a 48.897 habitantes...”* (Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág. 170)

#### **4.3.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica**

La descripción de Robert Semple en 1810, citada por Gasparini y Posani (Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág. 69) -señala como se mantienen aún las instalaciones existentes desde la Colonia:

*“La ciudad está asentada hacia el norte y su terreno corre en declive hacia el Guaire, pequeño río que la limita por el sur. A este río afluyen tres arroyos y en conjunto forman un solo cauce a través de todo el valle...De los tres afluentes del Guaire, el más útil para los habitantes de la ciudad es el Catuche, pues de éste obtienen el principal suministro de aguas para las fuentes públicas, de las cuales hay varias, y también para las casas particulares, de las cuales algunas tienen tubería y depósitos o aljibes. Aparte de su inclinación hacia el sur el terreno está en declive también hacia el este, y en consecuencia resulta en todo bien escogido para la salubridad y conveniencia de una ciudad grande. Después de cada gran aguacero todas las calles descargan un torrente pantanoso*



*en el Guaire y en el Anauco, pero en pocos momentos vuelve a quedar seco el piso y la ciudad recobra un aspecto de rigurosa limpieza, que no tendría otra carente de la misma topografía”*

La descripción del diplomático brasileño Lisboa, citada por Eduardo Arcila Faría (Arcila Faría, E. 1961. Tomo II: Pág. 359) -señala como son las instalaciones de agua fresca existentes hacia 1862:

*“Los caraqueños – escribe – beben agua del río Catuche, recogida en un depósito que hay cerca de la entrada de la población, en el camino de la Guaira, hacia la sierra: es distribuida después por conductos de barro cocido por las varias fuentes públicas de la ciudad y por las casas particulares. Se multiplicaron las fuentes en los últimos años; en cuanto a las particulares, los propietarios que lo solicitan costean la conducción y pagan el servicio mediante un tanto anual a favor del Municipio. El agua del Katuche, sin embargo, tal vez porque pierde su pureza al tener que pasar por un largo acueducto y estar expuesta al sol en un depósito en donde, con los rayos salutíferos del astro entra todo lo que los vientos quieren, no es tan buena como la que se recoge en los arroyos de la sierra y en Anauco; por eso los ciudadanos de la capital suelen filtrarla...”.*

De acuerdo a la descripción de Eduardo Arcila Farías (Arcila Farías, E., 1961: Pág. 355)

*“Hacia finales del siglo pasado, el sistema de distribución de aguas en la ciudad tenía su fundamento en las fuentes públicas cuyo origen se remonta a los primeros tiempos del período colonial. En el año 1870 había en Caracas veintidós fuentes públicas que servían para el surtimiento de agua de la mayoría de la población...”.*

A finales del período, la magnitud de la población de Caracas y la creciente demanda de agua, hacen evidente la insuficiencia del Carroata, por lo cual se proponen varios proyectos de abastecimiento. De acuerdo a lo señalado por el profesor Leszek Zawisza (Zawisza, L. 1989. Tomo 3: Pág. 107 a 116), en 1868 el Concejo Municipal de Caracas abre a concurso público el proyecto de acueducto de la ciudad.

Se presentaron 4 proposiciones, preparadas por los ingenieros Vizcarrondo, Lutowski, Bailly y Gordils. Adicionalmente, el Colegio de Ingenieros, consultado por el Concejo Municipal para escoger entre los proyectos presentados, sugiere la escogencia de otro proyecto distinto, preparado por los ingenieros Olegario José Meneses y Lino Revenga, egresados de la Academia de Matemáticas. Entre los aspectos que señala la descripción que hace Zawisza de este proyecto, llama la atención la discusión de los aforos practicados a las posibles fuentes y la demanda de agua de la ciudad. Los aforos de los ríos Catuche y Coticita – este último afluente del Anauco-, considerados por el proyecto de Meneses - Revenga para abastecer a la ciudad, registran en conjunto un mínimo de 33 lps, y un máximo de 55 lps. Respecto a las demandas de la ciudad, después de considerar que el consumo doméstico por persona no debía ser menor de 20 litros por persona y por día, se deciden por una dotación de 35 litros por persona y por día, similar al



consumo doméstico de París<sup>5</sup>. Para la población estimada de unos 46 mil habitantes, esta dotación implicaba una demanda de 18,63 litros por segundo, de donde deducen los ingenieros que las aguas del Catuche, podían por sí solas satisfacer los requerimientos de la ciudad de aquel momento; no obstante, recomiendan captar las aguas de la quebrada Coticita para así prever futuras necesidades por el crecimiento de la población.

Aparentemente este proyecto fue mejor concebido que los restantes desde el punto de vista ingenieril. Previeron la necesidad de almacenar unos 1.400 metros cúbicos, equivalente según sus cálculos a un día de las necesidades de agua de la población de 1868<sup>6</sup>, y se deciden por establecer una distribución compuesta por dos redes: una alta, que sería abastecida por Coticita, y otra baja, que se mantendría abastecida por el Catuche. La zona de La Pastora (o El Teque), que era la más alta, es estudiada cuidadosamente para determinar presiones de servicio. Los cálculos hidráulicos los realizan utilizando la ecuación de Darcy<sup>7</sup>. Los cómputos reflejan la discriminación de las tuberías matrices (entre 250 y 160 mm), las tuberías de los brazos o de relleno (entre 135 y 80 mm), así como el número de surtidores o plumas en cada tramo de la red. No obstante, no consideran la necesidad de filtrar el agua, aspecto que sí había sido considerado por el proyecto de Lutowski, quien alegó entre las virtudes de su proyecto, *“que nadie ofrece filtros o agua destilada o corregida sino yo, para que no se rayen ni se obstruyan los tubos y para que no se necesiten más los tanques de depósito de barro, que son muy costosos y lidiosos para abrir y cerrar con el objeto de vaciarlos y limpiarlos, costo inútil e interrupciones del servicio que yo enteramente excluyo...”* (Zawisza, L. 1989. Tomo 3: Pág. 111 – 112).

A pesar de sus bondades, ninguno de los proyectos del concurso ni el presentado por los ingenieros Meneses y Revenga fue construido, pues como se verá posteriormente, en 1870 el presidente Guzmán Blanco encargaría a los ingenieros Luciano y Eleazar Urdaneta la realización del proyecto y construcción del acueducto de Macarao. A la postre, ello constituyó la decisión más acertada, pues las fuentes de Catuche y Coticita serían insuficientes para las futuras demandas.

Otro aspecto resaltante de la precaria infraestructura hidráulica de la ciudad se refleja en sus puentes, necesarios para la ampliación del área urbana y extensión de las redes. Estos fueron escasos en este período, pues fue después de 1870 cuando se realizó un esfuerzo importante en

<sup>5</sup> Ello al descontar el consumo de servicios, que implicaba 55 lpd, para una dotación total de 90 lpd en la capital francesa en aquel tiempo.

<sup>6</sup> Pero, 46 mil habitantes, a una dotación de 35 lpd, implica una dotación total diaria de 1.610 metros cúbicos.

<sup>7</sup> La ecuación de Darcy, perfeccionada posteriormente por Julius Weisbach, es ampliamente utilizada en la actualidad (ecuación Darcy-Weisbach) para estimar pérdidas de carga en conductos incompresibles que trabajan a presión. Su formulación es:

$$H_f = f \times L/D \times v^2/2g$$

donde:  $H_f$  = pérdida de carga debida a la fricción;  $f$  = factor de fricción de Darcy;  $L$  = longitud de la tubería;  $D$  = diámetro de la tubería;  $v$  = velocidad media del fluido;  $g$  = aceleración de la gravedad:  $g = 9,81 \text{ m/seg}^2$ .



esta materia: Para 1810 sólo existieron siete puentes, cinco más que los existentes en 1772. (Morales, Vallmitjana, Valery. 1990: Pág. 87): *“La conexión de las vías regionales con las vías urbanas y la propia red urbana se llevó a cabo con la construcción de una serie de puentes que permitieron atravesar los riachuelos y quebradas que surcaban el valle. Para 1784 sólo existían cinco: el de La Pastora (Puente de Carlos III), el de la Trinidad, el de San Pablo, el de Punceres y el de Candelaria. El puente sobre el Anauco se concluyó en 1812”*.

#### **4.3.3 Contexto científico, social y cultural**

Hacia 1800 la vacuna contra la viruela ya había sido descubierta y aplicada con éxito en Venezuela, de modo que ello contribuyó a que este flagelo no impactara nuevamente en Caracas como lo hizo antes. Por otra parte, no se produjeron terremotos de importancia en el período, lo que contribuyó a una lenta recuperación demográfica, a pesar de la guerra de independencia y los posteriores movimientos revolucionarios. En el año 1855 se registra una epidemia de cólera, aparentemente traída por buques a Ciudad Bolívar y que luego se extendió al norte del país, afectando especialmente a Caracas, La Guaira y Valencia. Sin embargo, aparentemente este hecho no tuvo la incidencia de la viruela en la reducción de la población de Caracas.

En este período, en otras latitudes y dentro de la Revolución Industrial, es cuando se inician los mayores avances en la salubridad urbana. En la década de 1840 a 1850 es cuando Inglaterra se debate en la cuestión higienista, y se decide intervenir a la ciudad por medio de las innovadoras propuestas de Chadwick, Bazalgette y Belgrand. La base científica de la ocurrencia de las epidemias de cólera que azotaron a París, Londres y a Barcelona, era la errada teoría de los miasmas, la cual justificó muchas de las intervenciones en aquellos países.

En Caracas apenas se había iniciado la etapa republicana, y la ciudad se encontraba inmersa dentro de la guerra de Independencia. Este hecho, aunado a las dificultades económicas y políticas que sobrevendrían después, impidieron que los avances científicos e institucionales registrados en Europa se reflejaran en el país, lo cual ocurrió hacia el último cuarto del siglo XIX, con los avances culturalistas que se introdujeron en la época de Guzmán Blanco.

Sin embargo, el germen de las mejoras tecnológicas que sobrevendrían después se inicia en este período, cuando se funda la Academia de Matemáticas, teniendo como primer Director a Juan Manuel Cajigal. Aunque la iniciativa tiene raíces que datan de 1800, es en 1831 cuando se establece la Academia, de la cual egresan en 1837 los primeros 4 ingenieros que luego se incorporarían como profesores de la misma. La actividad de la Academia de Matemáticas fue muy acertada y fructífera, siendo uno de sus egresados el Ingeniero Luciano Urdaneta, quien había ingresado a los 13 años de edad, y quien, tras completar sus estudios en la Escuela de Puentes y Calzadas de París, posteriormente diseñaría junto a Eleazar Urdaneta el acueducto Guzmán



Blanco, así como otras de gran relevancia en la época Guzmancista (Zawisza, L. 1989. Tomo 3: Pág. 176).

Desde el punto de vista social y económico, la guerra de independencia y el terremoto de 1812 repercutieron en un relativo abandono de la ciudad. La ciudad se mantuvo realista por varios períodos, hasta que la Independencia fue lograda. Con la separación de Venezuela de la Gran Colombia, hubo cambios hacia el federalismo, pero el poder de los cabildos quedó incólume.

En la distribución de la ciudad se mantiene la segregación social que imperó durante la Colonia. De acuerdo al plano elaborado por Morales, Vallmitjana y Valery, en 1810 existe la segregación espacial y en 1888, esa segregación espacial subsiste, aunque se registra un grupo de ingresos medios que ocupan zonas periféricas, pero que comienzan a ocupar el centro, que aparentemente se comienza a depauperar.

#### **4.3.4 Estructura político - institucional**

Se rompió con el sistema centralizado y se impulsó el *laissez faire* como política de Estado. El Cabildo de Caracas, principal expresión de la autoridad de los criollos, es la que emprende el proceso independentista, lo que permite deducir su relevancia. Desde 1810 hasta el final de la guerra, hay cambios en la designación del congreso, en las estructuras del poder territorial, defendiéndose el federalismo, el cual estuvo siempre supeditado a la influencia presidencial, pero se mantienen y respetan las atribuciones de los cabildos y la autonomía municipal.

Específicamente se mantiene el oficio de “Alcalde de Agua”, un funcionario a cargo del Cabildo, encargado de velar por el mantenimiento y operación del acueducto, así como de supervisar las fuentes. A este funcionario se le aseguran honorarios apropiados y se le solicita transferir sus conocimientos a ayudantes que posteriormente le sucederían en tan importante labor.

En 1834, la diputación provincial de Caracas, una persona pública territorial distinta al Cabildo, interviene en la gestión del agua redactando un reglamento para el abasto de agua de Caracas (Zawisza, Pág. 108 y 109). Entre las disposiciones de este reglamento, se prohíbe al Concejo Municipal expedir nuevas licencias para el abastecimiento particular de aguas, se establecen formas de utilizar estas fuentes particulares y se imponen penas y multas por desperdicio del recurso; se designan funcionarios para que cuiden las nacientes de la quebradas Catuche y las de otras que abastecían a otras poblaciones de la Provincia de Caracas; y se ordena la preparación de un plano de la red de distribución.

#### 4.4 CARACAS GUZMANCISTA, SIGLO XIX (1870-1888)

##### 4.4.1 Breve descripción de la ciudad

El plano ordenado por el presidente Guzmán Blanco en 1874, a 4 años de haberse iniciado su primer período de gobierno, permite apreciar la transformación inspirada en modelos transculturales. En 1870 la ciudad no era muy distinta a la extensión que tenía en 1810. De hecho, la población apenas alcanzó en 1873 el tamaño que había alcanzado antes del terremoto de 1812.

Pero, para 1888, la extensión de la ciudad fue de 345 hectáreas, incorporando unas 155 hectáreas y la población alcanzó cerca de 70 mil habitantes, incrementándose unos 20 mil en tan sólo 18 años. Un cambio sustancial si se compara con lo registrado antes. Por otra parte, las epidemias de viruela habían sido resueltas y no se habían registrado terremotos de importancia. A pesar de los sucesivos procesos revolucionarios, la ciudad de Caracas crecía paulatinamente observando su reconstrucción. Ya no habría retrocesos en su crecimiento poblacional.



**Figura 4-6:** Plano de Caracas de 1874, preparado por orden de Guzmán Blanco para servir al Censo y Estadística del Dto Federal.

Fuente: Ovelar, S. Atlas Visual de la República Bolivariana de Venezuela. S. F. Pág. 138.



La cartografía de años posteriores a 1870 refleja un incremento de la traza reticular al este de la quebrada Anauco, y al oeste, entre la Qda Los Padrones y la Qda Caroata, los cuales estaban desocupados en el plano de 1874. Otra característica es la distancia de las manzanas localizadas en las parroquias Santa Teresa y San Juan respecto al río Guaire. Sólo las manzanas al sur del sector Santa Rosalía se acercan a la ribera del Guaire, porque la topografía, más elevada respecto al cauce, así lo permite, sitio escogido para la construcción del “Puente Regeneración” o “Puente de Hierro”.

De esta manera, altiméricamente la ciudad va de la cota 880 a la 1030, un desnivel de 150 metros. Al sur se ha alcanzado entonces una restricción en la posibilidad de urbanización. Al este y oeste, comienza la expansión. El modelo reticular, después de trescientos años, sigue prevaleciendo.

Sin embargo, las intervenciones guzmancistas logran dos cambios relevantes. Uno se refiere a la recuperación de la ciudad después del terremoto de 1812, cuyos escombros aún permanecían en muchas partes de la ciudad (Gasparini, G. Posani, J.P. 1998: Pág 159). Otro cambio consiste en la aparición de nuevas edificaciones y espacios públicos que cambian la fisonomía “clerical” que aún imperaba en la ciudad; se crean nuevas “centralidades” laicas, que redistribuyen los puntos de interés, antes centrados alrededor de las iglesias y otras edificaciones religiosas. Tal como lo señalan Morales, Vallmitjana y Valery (Morales, Vallmitjana, Valery. 1990: Pág. 105):

*“El resultado espacial de este fenómeno quedó de manifiesto con la serie de construcciones nuevas en el área central: el Capitolio y sus bulevares, el mercado de San Jacinto (que centralizó el comercio de buhoneros y la venta de combustibles), la remodelación de la plaza Bolívar, la Universidad, el Teatro Municipal, la Iglesia de Santa Teresa, el parque del Calvario y la pavimentación e iluminación de las calles centrales, indican la voluntad de Guzmán de dar a esa zona comercial e institucional un aspecto más acorde con las funciones de centro motor de la capital”*

#### **4.4.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica**

Se había superado el “umbral” que permitía la quebrada Catuche, y se requería una nueva fuente. El censo de 1873 había arrojado la cifra cercana a los 50 mil habitantes en Caracas. Por otra parte, la premisa de Eleazar Urdaneta en 1873 es que se requieren transportar 50 lps desde el río Macarao, que en época de estiaje producía 400 lps, frente a los 19 lps que aseguraba Catuche.

Eduardo Arcila Farías describe las consideraciones iniciales de la construcción del Acueducto Guzmán Blanco (Arcila Farías, E. 1961. Tomo II: Pág. 360 y 361)



*“El 19 de febrero de 1873, dictó Guzmán Blanco el decreto de construcción de un acueducto y de un paseo en la colina de El Calvario, a los que después se les daría su nombre. Seis días más tarde, el 25 de febrero, el Ministro de Fomento, a cuyo cargo corrían las obras públicas, nombró director de este proyecto al Ingeniero Luciano Urdaneta y por auxiliar a su hermano el ingeniero Eleazar Urdaneta, hijos ambos del general Rafael Urdaneta. El general Juan Hernández fue designado inspector.*

*El ingeniero Eleazar Urdaneta elabora un informe que describe la magnitud de las obras a realizar: “...la toma de las aguas debía hacerse a 1.000 metros más arriba del pueblo de Macarao. Señala “En ese lugar medí el caudal de las aguas del río, y encontré que alcanzaban 400 litros por segundo. Para conducir 50 litros por segundo se necesitaba abrir un canal de un metro de ancho por cincuenta centímetros de profundidad y con el declive de medio milímetro por metro, contando todas las vueltas del terreno dicho canal tendría 35000 metros de longitud. En ese trayecto debían construirse diez puentes de ocho a veinte metros de longitud, por cuatro u ocho de altura, más veinticinco cañerías menores...” Advertía que en su mayor parte el terreno era de piedra de barreno, y en otras partes resultaba de fácil extracción”.*

Al comparar el dato del caudal que se propone conducir con la población existente de 48.897 habitantes según el censo de 1873, se obtiene una dotación per cápita de 88 litros por persona y por día, lo cual, dentro de los estándares de la época, que consideraban generoso los 90 lpd que ofrecía el acueducto de París, luce satisfactorio. Ahora bien, conocidas como son hoy las estadísticas de consumo de agua, es sabido que a través del sistema de pilas públicas, la dotación per cápita sería de 50 lpd, mientras que mediante conexiones directas, no bajaría de 100 lpd. El sistema preveía conexiones directas, de modo que la dotación cambiaría, requiriéndose más agua. La población de 48.897 mil habitantes de Caracas, demandaría sin duda un suministro superior a los 50 lps<sup>8</sup>.

Afortunadamente el canal de Macarao pudo transportar más agua, aspecto que fue previsto en el proyecto. A la luz de los datos aportados por la descripción de Miguel Tejera, y utilizando la fórmula de Manning al canal por construir, se puede concluir que dicho canal podría transportar no menos de 250 lps, cinco veces más del caudal supuesto de 50 lps. Los aforos realizados al río Macarao por Eleazar Urdaneta señalan que en época de estiaje, el río aforó 400 lps, de modo que era capaz de producir un caudal mayor. Por otra parte, en el plano de Irma Lovera de Sola, firmado por Felipe Serrano y E Ricart, se describen los parámetros básicos de la obra:

---

<sup>8</sup> Para una dotación de 100 lpd, una población de 48.897 mil habitantes demanda un gasto medio de 56 lps.



*“Longitud de la línea: 46.037 mts*

*Diferencia de nivel entre los dos extremos: 65,63 mts*

*Pendiente media entre la toma y el estanque de desarenar: (longitud 420 mts): 1,57%*

*Pendiente media entre el estanque de desarenar y el gran estanque del paseo Guzmán Blanco: 1,27%<sup>9</sup>*

*Anchura media del cauce: 0,8 mts*

*Profundidad media del cauce: 0,65 mts*

*Número de angulos de línea: 2162*

*Número de puentes: 57, de los 57 puentes, 9 pequeños están construidos sobre el acueducto para pasos de aguas de lluvia. Calculando por la dimensión y pendiente arriba expresadas, se obtienen para el gasto un resultado de más de 400 litros por segundo, pero en razón de las irregularidades de la línea, probablemente no llegarán a Caracas, por ahora, más de 300 litros. En cuanto a filtraciones, serán en gran parte compensadas por las vertientes que el acueducto atraviesa en varios puntos” (De Sola, I: 1967. Citada por Zawisza, L. 1988. Tomo 3: Pág. 203).*

Concluimos entonces que los cálculos hidráulicos y las estimaciones de las posibles pérdidas a lo largo del trayecto, resultaron bastante holgadas para el momento, en beneficio de la utilidad de la obra<sup>10</sup>.

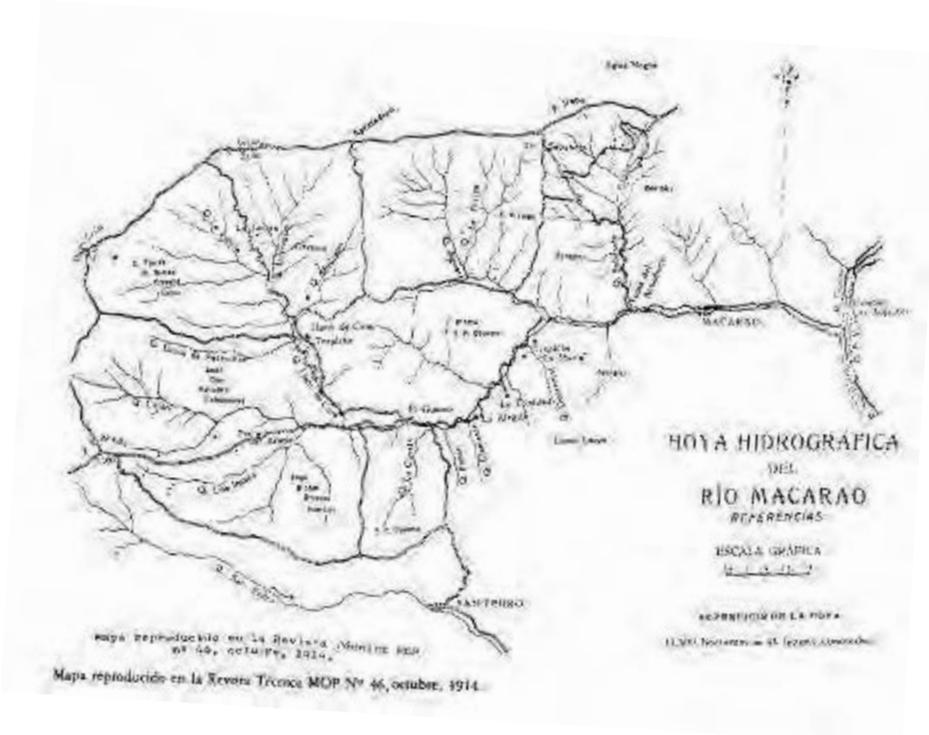
Por otra parte, el nuevo acueducto mantuvo el suministro desde el Catuche, lo cual complementaba la nueva provisión de agua fresca con la existente que, de acuerdo a los aforos para la época, no era inferior a 19 lps, aunque luego bajó a 14 lps. Ello permitió servir a cotas superiores a los 950 msnm (la cota de fondo del estanque del Calvario fue de 971 msnm), donde ya se desarrollaban los sectores de la Pastora.

Tal como lo apunta Zawisza, (Zawisza, L. 1988. Tomo 3: Pág. 204): *“Debemos observar que el acueducto no podía servir a toda la ciudad, ya que la cota de fondo del grande estanque de almacenamiento del Calvario llegaba a 971 msnm, mientras la mayoría del barrio La Pastora superaba esa altura; la plaza de la Iglesia tenía la cota de 982 msnm y la Puerta de Caracas llegaba a 1.000 msnm. Por esta razón fue necesario seguir usando, en la parte norte de la ciudad, las*

<sup>9</sup> Aquí debe haber un error, debe ser 1,27 por mil, no por ciento.

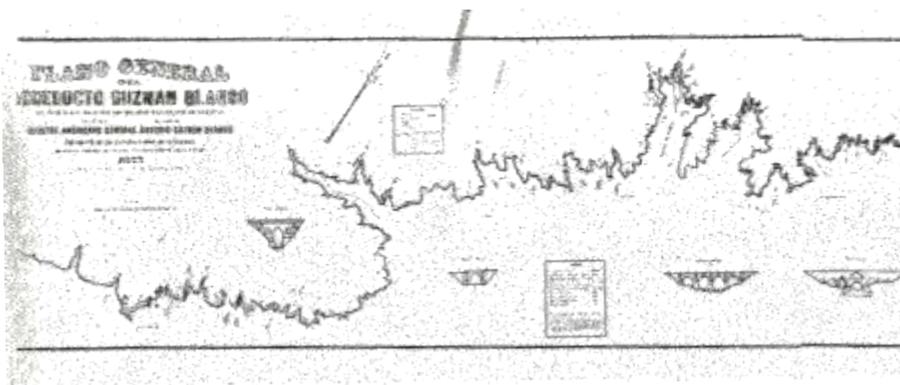
<sup>10</sup> Analizando estos datos, aparecen dudas respecto a la capacidad de transporte del canal, pues pareciera que no puede transportar 300 lps, aunque sí más de 50 lps, y debió presentar problemas de sedimentación, pues su velocidad pudo haber sido menor a 0,6 m/seg. En efecto, utilizando la fórmula de Manning a un canal rectangular de tierra con poca maleza, de rugosidad de 0,03, con dimensiones iguales a 1 metro de ancho, tirante de 50 cm y pendiente del 1,42 por mil (desnivel de 65,63 metros en 46.037 metros), puede verificarse que el caudal resultante es de 250 lps y una velocidad de 0,5 m/seg. Si se toma una pendiente promedio de 1,27 por mil y un ancho de cauce menor (0,8), el gasto y la velocidad son menores (174 lps y 0,43 m/seg, respectivamente).

*fuentes tradicionales provenientes del río Catuche, para las cuales se construyeron los estanques adicionales en El Polvorín y La Pastora”.*



**Figura 4-7:** Hoya del Río Macarao, según interpretación del MOP en 1914.

Fuente: Zawisza, L.. Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela. Siglo XIX. Tomo 3. Pág. 216. Caracas, 1988.



**Figura 4-8:** Plano del acueducto de Macarao, dibujado por Felipe Serrano y Esteban Ricart.

Fuente: Zawisza, L.. Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela. Siglo XIX. Tomo 3. Pág. 217. Caracas, 1988.



**Foto 4-3:** Canal de Macarao, según fotografía tomada por Centeno Grau en 1916.

Fuente: Zawisza, L.. Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela. Siglo XIX. Tomo 3. Pág 217. Caracas, 1988.

El acueducto se traza con una pendiente menor del 1 por ciento en dirección suroeste desde el cerro el Calvario a lo largo de la estribación montañosa donde se localiza el sector El Guarataro y prosigue hacia las poblaciones de Antímamo y Macarao. ¿Por qué se eligió Macarao y no otra fuente? Según aforos realizados años más tarde en época de estiaje (generalmente el mes de marzo), el río Macarao podía proveer 610 lps, pero decreció a 300 lps en 1909. Las fuentes utilizadas tradicionalmente, Catuche producía 14 lps, Anauco 16 lps, el Valle 290 lps, de modo que eran fuentes menos productivas. Pero el río San Pedro aforó en época de estiaje 1000 lps en el sitio Las Adjuntas, lo cual podría haber asegurado una fuente más generosa para la ciudad. Imaginamos que las dificultades topográficas de realizar una obra de conducción que permitiera atravesar el Guaire para realizar una toma desde el río San Pedro y llegar al Calvario, así como la existencia de centros poblados como Los Teques en la hoya del río, inclinaron la balanza a favor de la aducción de Macarao, que garantizaba aguas más puras y fáciles de transportar.

En su ejecución las obras resultaron más extensas y costosas que lo originalmente previsto, pues el canal de alimentación alcanzó un recorrido de 46 kilómetros en lugar de 35; además fue construido un puente de seis arcos sobre el cauce de La Majada, más otro puente de la misma longitud en la Legua. Otro puente fue erigido en Catia. Entre las obras realizadas en 1873 se citan un estanque desarenador y los puentes Capino, Zamural, Bello, Blanco, Angelino, y treinta y un puentes más. Las obras resultaron de un costo de unos 700 mil venezolanos, unos 3 millones y medio de bolívares de 1961, e incluyeron las otras de distribución, encargadas a otro ingeniero venezolano, Víctor Martín, cuyo plano y presupuesto fue aprobado por el Ejecutivo Nacional. Todas las obras fueron concluidas en 1874, un año después del decreto de construcción.

La descripción de Miguel Tejera de 1875 del sitio El Calvario, conocido entonces como Paseo Guzmán Blanco exalta esta nueva obra pública (Gasparini. G. Posani, J. P.1998: Pág. 161):

*“La planicie superior mide más de 15.000 metros cuadrados, y en ella se han tallado en la roca las grandes esclusas que han de contener las aguas del río Macarao, que por un acueducto de 50 kilómetros de longitud vendrá a surtir la ciudad de abundantes e inmejorables aguas. Estos estanques tienen una capacidad de doce millones de litros, son de forma de una herradura y están guarecidos de sólidas construcciones... el acueducto... ha costado más de tres millones de francos”.*



**Figura 4-9:** Paseo Guzmán Blanco, con la ubicación del Estanque, en forma de “v”.

Fuente: Zawisza, L.. Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela. Siglo XIX. Tomo 3. Pág 222. Caracas, 1988.

Vale destacar que la capacidad del almacenamiento constituyó otro acierto del proyecto. El proyecto previo que no fue construido, el de Meneses – Revenga, supuso que sería suficiente un almacenamiento de 1.400 metros cúbicos, mientras que el que se construyó fue mucho más grande, de 12.000 metros cúbicos. Ello garantizó que la distribución de agua permitiera compensar variaciones del consumo y garantizan agua por más de 2 días, aún con la dotación de 100 lpd.

La red de distribución se debe al Ingeniero Víctor Martín, quien en 1875 presentó al Gobierno una memoria y un presupuesto para realizar estas obras, los cuales fueron aceptados. La descripción que hace Zawisza del plano señala que un tubo de 250 mm baja desde el estanque del Calvario por las esquinas Piñango y Conde; desde la esquina de Conde un ramal se dirige al norte, hasta la Caja de Agua de La Pastora, y otro al sur, hasta la esquina de San Pablo, a lo largo de la Calle Comercio.

De norte a sur la nueva red utiliza el mismo recorrido de la anterior línea principal de distribución desde la Caja de Agua de la Pastora. En sentido Este-Oeste, una línea seguía hasta el antiguo Matadero localizado al Este, en los alrededores de la Qda Anauco, mientras que otra se dirigía al Oeste, atravesaba el puente sobre la Qda Caroata, y se desviaba al suroeste, por el Camino a Antímano, alimentando al Barrio San Juan. Los ramales secundarios eran de 80 y 100 mm.



**Figura 4-10:** Plano de la red de distribución de agua en 1875, proyectado por el Ing Víctor Martín

Fuente: Zawisza, L.. Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela. Siglo XIX. Tomo 3. Pág 218. Caracas, 1988.

El plano de Víctor Martín no ofrece detalles acerca del tipo de conexiones ni del mantenimiento de las pilas públicas que hasta ese momento habían sido la forma de distribución de la población de menores recursos. Según señala una síntesis de Eduardo Arcila Farías, hasta 1870 la República continuó construyendo pilas públicas:

*“Hasta esa fecha las fuentes más conocidas eran: la de La Pastora; las dos llamadas “Las Dos Pilitas”, en la esquina de su nombre; la del Puente de La Trinidad; la de Ferrenquín; la del frente de Altagracia, suprimida en 1868; las dos de la Plaza Mayor, hoy Plaza Bolívar, que existieron hasta el año de 1865; la de la Plaza de San Jacinto; la de San Lázaro, hoy Corazón de Jesús; la de la Cruz Verde; la de Santa Rosalía; la de Cuartel Viejo a Balconcito, llamada de Bejarano; la de Llaguno a Bolero; la de Muñoz, mudada a la esquina de Solís en 1851; la de San Pablo que fue instalada en*



1777, Y luego otra más de mármol erigida en 1847; la del Padre Rodríguez; la de Los Angelitos; la de San Juan, en el sitio donde se encuentra la estatua de Zamora”.

Con la decisión de construir un nuevo sistema de distribución, es probable que la población con mayores recursos pudiera conectarse al sistema, mientras que la población más pobre que habitaba en áreas periféricas debió mantener el uso de las pilas públicas.

Respecto a las obras de saneamiento, aquí se mantiene un gran rezago. En la descripción de la ciudad de Caracas en 1883 que hace el colombiano Alberto Urdaneta, quien describe la ciudad en ocasión de celebrarse entonces 100 años del natalicio del Libertador, citado por Gasparini, se destaca esta apreciación (Gasparini, G. Posani, J. P. 1998: Pág. 185):

*“El buen servicio del agua facilita el aseo, llevado hasta la exageración, del interior de las casas. La cocina se halla abierta sobre el patio interior, y lo que aún no está todavía bien establecido con relación al resto de la ciudad es el servicio de los desagües, los desperdicios...Afortunadamente su situación en declive y la abundancia y buena disposición de sus aguas tiende a salvar esta deficiencia.”*

Urdaneta también se refiere al tratamiento de aceras y calzadas, lo cual contribuye al drenaje urbano (Gasparini, G. Posani, J. P. 1998: Pág 187-188):

*“últimamente se ha introducido en Caracas el cemento romano para suplir en los embaldosados de las calles las antiguas lajas de todas formas y tamaños que generalmente los constituían, no en forma de losas cuadradas como las nuestras (se refiere a Bogotá, pues Urdaneta era colombiano), y no labradas a cincel para formar un piso plano y enteramente nivelado. Hoy casi todas las calles centrales se hallan perfectamente reformadas por medio de aquella preparación que tanto ayuda para el ornato como para llevar fácilmente a cabo gran parte de las construcciones y especialmente los embaldosados” (inciso nuestro).*

*“La materia prima de esta preparación se introduce en grandes barriles, me parece que de los Estados Unidos o de Puerto Rico, y uno de los elementos principales por su buena calidad es la mezcla con arena marina. Se prepara el bajo suelo para su construcción, después de pisarlo bien, con una capa grande de cascajo fino, y luego por encima se extiende en forma de argamasa espesa una mezcla del cemento y de la arena, que alisan con especie de planchas, y que cuando está más seca le van marcando con un instrumento que deja la forma de un ladrillo común. Al volver en las esquinas los enlosados afectan la forma circular con uno o dos metros de diámetro, guarnecidos, por arriba, con una gruesa plancha de hierro. Tienen de alto sobre el nivel de la calle de 20 a 25 centímetros. En los boulevares, alrededor de los edificios principales en el centro de la ciudad, los*

*enlosados son anchísimos. De 4 a 5 metros y el grueso de la capa de cemento será de dos centímetros”*



**Foto 4-4:** Esquina de Mercaderes hacia 1870, vista desde el Norte. Se nota el embaldosado de aceras con lajas de piedra, y la ausencia de elementos de drenaje. El sistema fue sustituido por el cemento romano en algunos tramos de la vialidad caraqueña

Fuente: Gasparini, G. Posani, J.P.  
1998: Pág. 72.

Los puentes constituyeron otro avance relevante en este período. El plano de Morales, Vallmitjana y Valery registra la existencia de 25 puentes para finales de 1888, lo cual contrasta con los siete que existían en 1810. En un plano de 1875 se relata la existencia de quince puentes: Puente de la Regeneración (Puente de Hierro, sobre el río Guaire), Puente Curamichate (sobre la quebrada Cienfuegos), Puente Anauco (sobre el río Anauco), Puente de Monroy (sobre quebrada Catuche), Puente Guzmán Blanco (sobre quebrada Catuche), Puente Romualda (sobre quebrada Catuche), Puente Puncelles (sobre quebrada Puncelles, justo antes de la confluencia con la quebrada Catuche), Puente de La Trinidad (sobre quebrada Catuche, al norte de la calle Carabobo, o Avenida Norte), Puente de Abril (sobre quebrada Catuche), Puente de La Pastora, Puente Caño Amarillo, Puente de San Pablo y Calzada, Puente Nuevo, Puente de Agua Salud.

La construcción de puentes fue fructífera, a pesar de que en ocasiones estuvo acompañada de incidentes adversos, quizás por el desconocimiento de características geotécnicas y de la

resistencia de materiales. Uno de estos incidentes lo constituyó el derrumbe del puente de Abril. De acuerdo a Eduardo Arcila (Arcila, E. 1961.Tomo II: Pág. 546):

*“debía ser, en su género, una de las más importantes obras de la República, con una longitud de setenta metros y una altura de 21 metros en la parte central. La función que le estaba señalada era la de unir la ciudad por la calle Lindo, con la zona Norte sobre el Catuche. Su estructura la formaban cinco ojivas, de las cuales la amplitud variaba de 9,5 metros a 12,35, para obtener en sus vértices una pendiente del cinco por ciento. Una sucesión de arcos de círculo apoyados en los vértices de las ojivas servirían para formar el piso del puente. Los planos fueron elaborados por Jesús Muñoz-Tébar. Los trabajos se iniciaron en julio de 1874, bajo la dirección de Antonio Malausena, después la tuvo Hurtado Manrique. Sin embargo, parece que en su etapa final asumió la dirección el propio Ministro de Obras Públicas, Roberto García. El puente se derrumbó poco antes de su inauguración, incidente silenciado en las memorias y otros documentos públicos. Una falla del terreno fue señalada como la principal causa del fracaso. Fue sustituido por un puente de estructura de hierro, hoy conocido con el nombre de “Puente del Guanábano”*



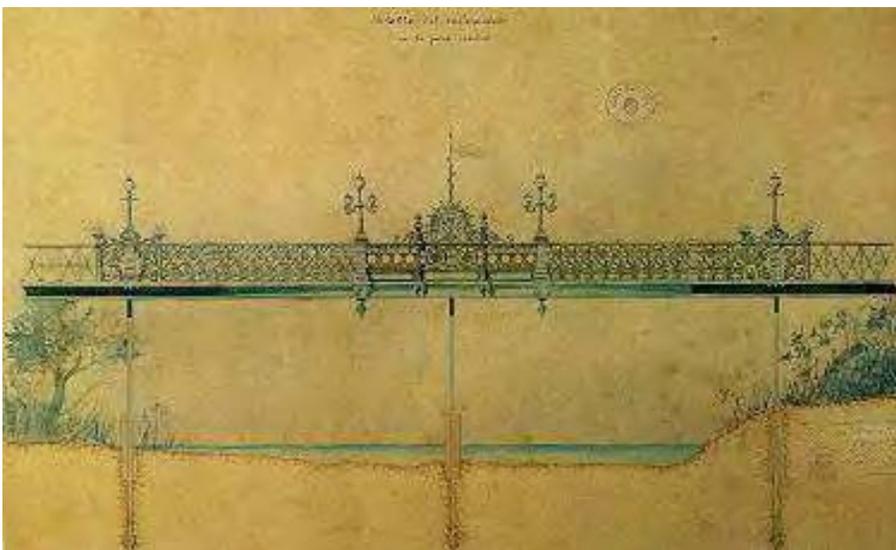
**Foto 4-5:** Puente de Abril, que colapsó en vísperas de su inauguración.

Fuente: Arcila Farías, E. 1961: Pág. 482.



**Foto 4-6:** Puente Hierro, vista desde el sur.

Fuente: Morales, A. Vallmitjana, M. Valery, R. 1990: Pág. 91.



**Figura 4-11:** Sección de Puente Hierro, según un dibujo de la época.

Fuente: Recuperado el 03 de febrero de 2012 desde <https://picasaweb.google.com/106532018880928386541/ViejasFotosParaComparar/tir02>.



#### 4.4.3 Contexto científico, social y cultural

En este período, la teoría de los miasmas se ha cuestionado. En 1854 el Dr. John Snow señala evidencias para apoyar la tesis del contagionismo, que luego el Dr. Koch confirmara hacia 1882 aislando las bacterias de la tuberculosis y luego la del cólera. Desde el punto de vista ingenieril se había avanzado mucho, tanto en la concepción de complejos sistemas de recolección, como en la impulsión del agua a través de estaciones de bombeo impulsadas a vapor, máquina introducida en la reciente revolución industrial.

Sin embargo, no se hace énfasis en la potabilización; ya era todo un logro proporcionar agua en cantidad suficiente. Tampoco había evidencias importantes de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada, las cuales serían aportadas después por Razzetti, Ayala y otros médicos a inicios del siglo XX.

El desarrollo de la ingeniería hidráulica era notorio y permitió estimar caudales, pendientes, diámetros de tuberías y pérdidas de carga. En 1850 en París se utilizaban las fórmulas de Darcy, que aún se utilizan hoy. No obstante, aún existían debilidades en la elaboración de proyectos, o en la inspección de obras, como lo demuestra el colapso del puente de Abril.

El pensamiento positivista y la influencia cultural europea constituyeron el sustrato sobre las que se apoyaron las ideas de orden y progreso que esgrimían Guzmán y sus seguidores como justificación de los cambios a realizar. Según el historiador Eduardo Cobos (Cobos, E. 2009: Pág. s/n ): *“Porque es a partir de 1870, que realmente se realiza un impulso sustancial para la profesionalización académica, entre los cuales, provenientes de la élite, se contaban a los que habían hecho estudios en ciudades europeas y en Venezuela, quienes serían los responsables de incorporar importantes modificaciones relacionadas, entre otras, con la educación y la salubridad pública. Estas nociones se vinculan, como se ha señalado, al pensamiento positivista, que tiene ejemplos notables de investigadores y pedagogos en Adolfo Ernst, Rafael Villavicencio o Vicente Marcano. Éstos fueron los primeros promotores de la doctrina, que, a su vez, contemplaba algunos tintes anticlericales”*

La propuesta gubernamental de Guzmán, dejando de lado el fuerte ingrediente personalista, está basada en la reciente filosofía positivista y en los patrones culturales europeos, en los que ante la influencia clerical de la sociedad, urge dejar huella seglar del ideal de Orden y Progreso, tomando distancia de la Iglesia. Se propulsaba así un nuevo orden que, inspirado en los principios de la Independencia, actualizaba sus métodos, tratando de aproximarse a las ideas y conceptos que revolucionaban al mundo con la Revolución Industrial y el auge de las nuevas potencias.



En relación a las características sociales, de acuerdo con los estudios de Morales Tucker, Vallmitjana y Valery (Plano 36), la distribución espacial de la población de acuerdo a sus ingresos había variado respecto a la situación existente en 1810. Los grupos de mayor ingreso se localizaban en las parroquias Catedral y Altagracia, pero ocupando manzanas que distaban dos cuadras de la Plaza mayor, ahora Plaza Bolívar.

Los grupos de menor ingresos se mantienen en la periferia, ocupando los sitios más escarpados de la topografía de la ciudad al Oeste, adyacentes a los cursos de quebrada de Leandro, Caño Amarillo, y Caroata, y al Este, en los alrededores de la quebrada Anauco.

Entre estos dos grupos aparecen grupos de capacidad económica media, principalmente en las parroquias de La Candelaria y Santa Rosalía.

#### **4.4.4 Estructura político - institucional**

El marco institucional comienza a enriquecerse con la aparición de nuevos actores institucionales. Como señalamos en el capítulo 2, la responsabilidad del acueducto y del saneamiento de aguas residuales fue siempre una reconocida atribución de los cabildos desde la Colonia, hasta que en 1863, con la creación del Ministerio de Fomento, se institucionalizó la atención centralizada por parte del Estado, mediante una sección destinada a “Vías de Comunicación, Acueductos y Obras Marítimas”. Ello cambió en 1874, con la creación del MOP, donde aparece la dirección de “Vías de Comunicación Fluviales y Terrestres y de Acueductos”.

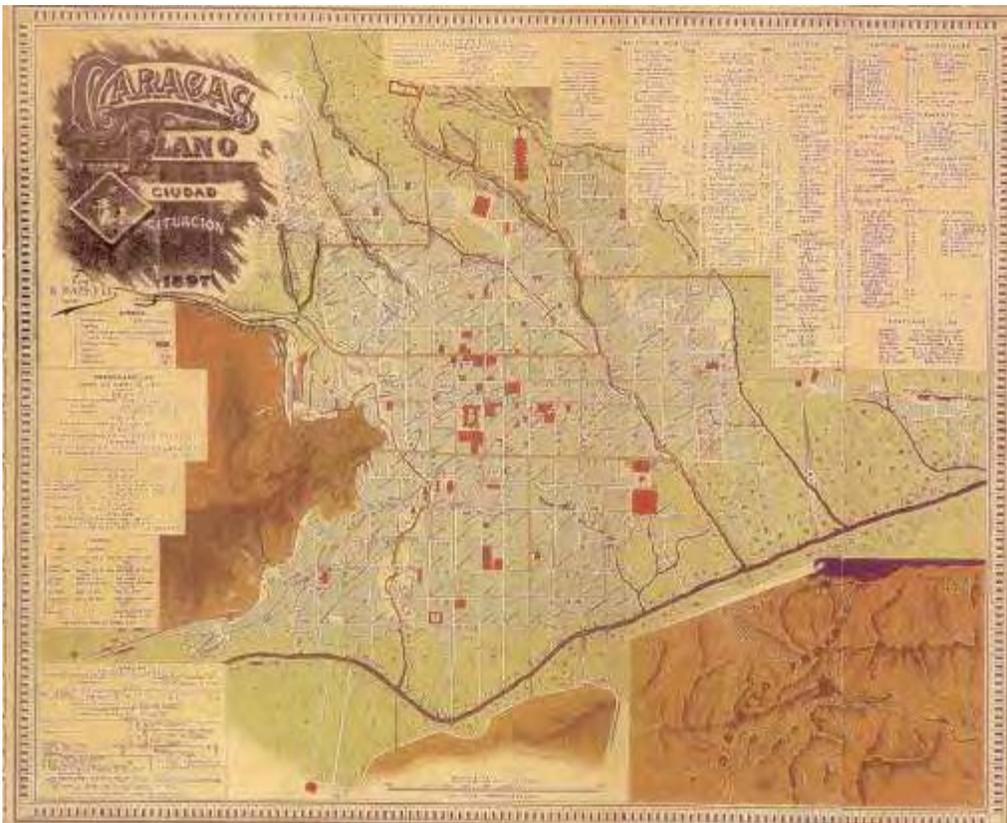
La intervención de las diputaciones provinciales, y la participación del Colegio de Ingenieros, marcan otro cambio en la gestión del agua, pues facilita la creación de un cuerpo de profesionales que consolida la acción gubernamental en la materia de obras públicas. La Academia de Matemáticas, a pesar de su importante legado, se debilita y desaparece en 1872 por decreto de Guzmán Blanco, para dar paso a la incorporación de esta temática en la Universidad de Caracas.

#### 4.5 CARACAS PREMODERNA, SIGLOS XIX y XX (1888-1930)

##### 4.5.1 Breve descripción de la ciudad

Para 1888 la ciudad es de una extensión de 345 hectáreas, donde habitan unas 70.000 personas. Incorporando las parroquias foráneas, en 1897 Caracas ronda los 90 mil habitantes y en 1930 debe aproximarse a los 200 mil. En relación a su extensión, pasa de 345 hectáreas a unas 1.000, manteniendo una densidad promedio de 200 hab /Ha.

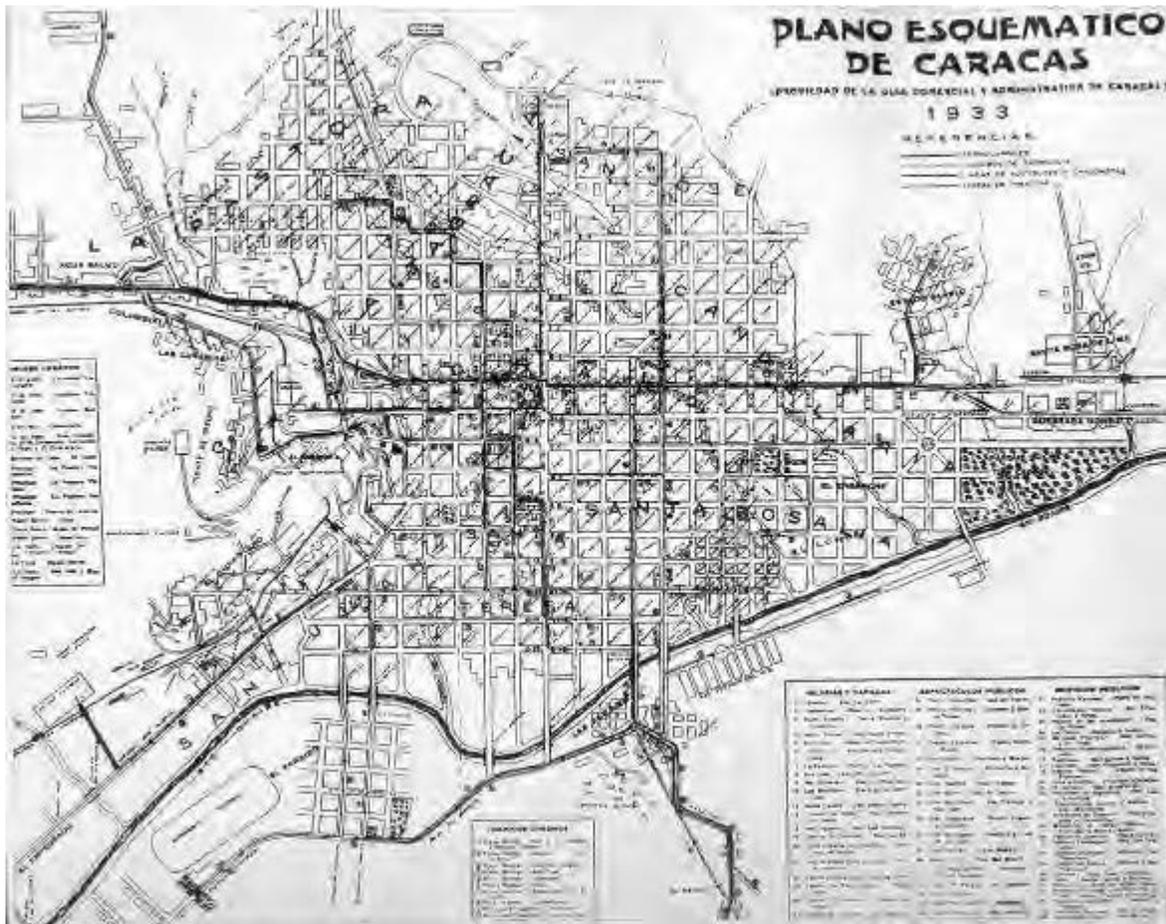
El plano de Ricardo Razetti de 1897, ilustra la situación de Caracas a pocos años antes del inicio del nuevo siglo. El emplazamiento de la ciudad está prácticamente contenido por los terrenos que se encuentran entre las quebradas Caroata y Anauco, aunque al Este se encuentra el emplazamiento de Quebrada Honda, en los alrededores del ferrocarril a Petare, y no se ha urbanizado el sur del Guaire.



**Figura 4-12:** Plano de Caracas hacia 1897, según Ricardo Razetti

Fuente: Alcaldía Mayor. 2002. Pág. S/N.

En pocas décadas se sobrepasan estos límites. En el plano de 1933 se observa hacia el Este las incorporaciones de Sarría, Santa Rosa de Lima, el “Ensanche” de Los Caobos, y el intersticio de San Agustín. Al norte, la quebrada Caraballo se constituye en el límite norte de la ciudad, que se mantiene por debajo de la cota 1050, aunque se densifica un poco la trama en La Pastora. Al Oeste, aparece Agua Salud y se inicia la urbanización de la Nueva Caracas. Al sur del Guaire, se inició la urbanización de El Paraíso y en 1928 se construye la urbanización obrera San Agustín del Sur.



**Figura 4-13:** Plano de Caracas hacia 1933, según la “Guía Comercial y Administrativa de Caracas”.

Fuente: Vallmitjana. M. Negrón, M. Caraballo, C. Martín Frechilla, J.J. Jaua, M. F. Hernández de Lasala, S. Pedemonte, M. Sanoja , J.. 1989. Pág. 34.

Se ha realizado un esfuerzo considerable en adaptar el medio físico para el emplazamiento de actividades urbanas. La construcción de puentes así como la ocupación, casi hasta donde es físicamente posible, de las riberas de las quebradas Anauco, Cienfuegos, Catuche, Punceres,



Cotizita, Los Monos, Los Padrones, y el embaulamiento de importantes tramos de las quebradas Caroata y Catuche, mantienen vivo el tácito plan de urbanizar siguiendo una trama reticular. Sería hasta esta década, pues a partir de 1930, la aparición del automóvil, las intervenciones viales que le acompañaron, aunado al desarrollo urbanístico disperso de anteriores haciendas cambiaría para siempre el patrón de urbanización de la ciudad.

Otro elemento característico de la ciudad hacia finales de la década lo constituye la localización privilegiada de sus equipamientos. En el lindero Oeste, asociado al acueducto de Macarao, se localiza el parque El Calvario, la Academia Militar y el Observatorio Cajigal ; en el lindero Este se adquiere una porción considerable de la urbanización Los Caobos para la construcción del “Parque Sucre”, o parque Los Caobos. Al Norte se instala el Hospital Vargas, y más al Noroeste, el Manicomio. Al sur, una fila de por medio, la Necrópolis guzmancista en El Valle y al Suroeste, el Hipódromo de El Paraíso. Los transportes gozan también de una localización adyacente a la ciudad: La estación Caracas en los alrededores de Caño Amarillo, la estación de Quebrada Honda, la estación de San Martín y las distintas estaciones de tranvía, poseen localizaciones privilegiadas. Se puede decir que existe racionalidad en la ocupación urbana.

Sin embargo, se notan síntomas de segregación espacial: el sector El Guarataro, y la ocupación de las colinas adyacentes a la Roca Tarpeya, el sector Las Flores, entre otras zonas donde habita, si se quiere, arrinconada, la población pobre, frente a la nueva urbanización El Paraíso, reservada para las familias más pudientes de la capital, muestran los primeros indicios de una segregación espacial y social que marcaría el desarrollo urbano posterior de la ciudad.

En 1888 la ciudad de Caracas debía rondar los 95 mil habitantes, para alcanzar 200 mil en un lapso de 50 años, duplicando la población. El éxodo del campo a la ciudad, producto de los excedentes que empezaban a generarse a partir de la explotación petrolera, comienza a sentirse en la ciudad, lo cual se acentuaría mucho más en décadas posteriores.

A pesar del crecimiento originado por el éxodo migratorio, la aparición de epidemias y el terremoto de 1900 volvieron a amenazar el desenvolvimiento demográfico. En efecto, en 1898 se produjo una nueva epidemia de viruela, en 1908 una epidemia de peste bubónica y en 1918 un brote de gripe española. Además en 1900 se produjo un intenso terremoto que repercutió en la tecnología de la construcción y contribuyó a la decisión de mudarse hacia el Paraíso de buena parte de la aristocracia de Caracas, alejándose así de las casas de tapiales y de los techos de teja que se percibían como verdaderas trampas (Alcaldía Metropolitana, 2002).

Estos acontecimientos, una mayor conciencia acerca de la base científica de su origen y de la forma de enfrentarlos, aunados a la presión política y económica, apresuraron cambios institucionales y en la infraestructura sanitaria de Caracas.



#### 4.5.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica

Como se señalará seguidamente, no se realizaron obras relevantes para el transporte de aguas de consumo en este período, sino que se perfeccionó el acueducto existente. Aquí puede apreciarse las bondades del proyecto del acueducto Guzmán Blanco, que desde 1870, con algunas mejoras en el sistema de transporte, seguía prestando servicios, aunque cada vez de forma más deficitaria. Después del acueducto de Guzmán Blanco, fue poco lo que hizo en esta materia. Según señala Carmelo Urso (Dossier Revista Vertientes, N° 3, año 1, Diciembre 1999).

*Desde 1874 hasta 1936 apenas se mejoraron dos aspectos en la distribución de aguas de Caracas:*

- a) El canal de tierra de 46 kilómetros que unía al río Macarao con el Estanque de El Calvario se convirtió en una tubería de hierro*
- b) El estanque de El Calvario fue ampliado.*

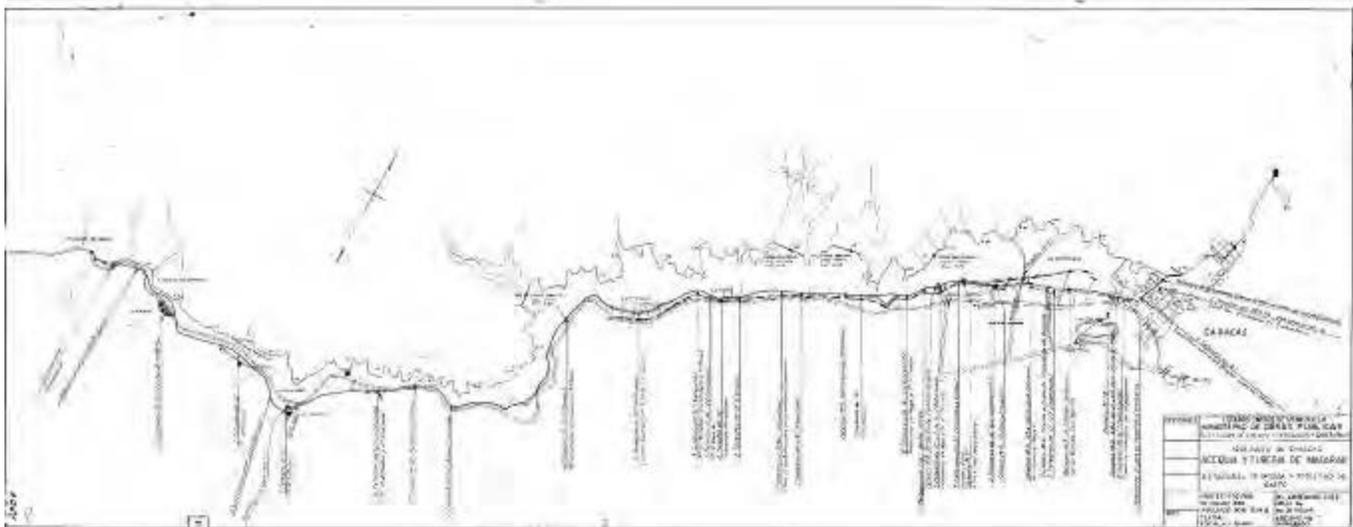
*Resultaba evidente que Caracas necesitaba ampliar su servicio de agua, pero los gobernantes andinos de la época no pusieron mucho empeño en la modernización del acueducto caraqueño.*

*A pesar de las abundantes fuentes hidráulicas que podían surtir a la entonces pequeña ciudad de 300 mil habitantes, entre 1935 y 1944 sólo se perforaron algunos pozos en Chacaíto, al lado de la Plaza Brión, en el Paraíso, en San Agustín del Sur...para colmo, el agua de esos pozos no recibía tratamiento, ya que se consideraban que eran fuentes muy puras”*

Señala Esther Marcano que hacia finales del siglo XIX el sistema de abastecimiento de agua construido en la época Guzmancista era insuficiente, lo cual se aunó a que la carencia de cloacas impedía el uso de fuentes superficiales dentro de la ciudad, debido a la contaminación por efluentes (Marcano, E. 1993: Pág. 34).

*“Ante ese panorama, en 1891 se dicta una resolución mediante la cual se dispuso que el Ministerio de Obras Públicas sufragase todos los gastos que ocasionara la reparación del cauce del Macarao y de otras fuentes que estaban en mal estado”*

*“El 30 de noviembre de 1895, el canal de tierra del Macarao fue sustituido por una tubería de hierro del mismo diámetro con el objeto de eliminar las pérdidas de agua ocasionadas por filtraciones. Simultáneamente el estanque de El Calvario fue ensanchado y una tubería de hierro de 18 pulgadas de diámetro aseguró la distribución de agua desde el estanque hasta la parroquia San Juan.”*



**Figura 4-14:** Acequia y tubería de Macarao hacia 1895, según MOP.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital, s.f..

Una revisión de una parte del plano de acueducto existente en 1932 devela varios aspectos de interés. En primer término, la red de distribución concibe su separación en varias redes, considerando las diferencias altimétricas. El plano analizado corresponde a la “Red Superior Media”, que de acuerdo a las cotas que se observan en el levantamiento va desde la cota 950 en la esquina El Cuño hasta la cota 864,48 en la esquina de las calles Sur 25 con Este 10, en los alrededores del Parque Los Caobos, construido en 1928 . La cota de fondo del estanque El Calvario – el que fuera construido por Luciano y Eleazar Urdaneta, es de 971 msnm, de modo que esta red mantenía presiones altas en las partes más bajas de la red. Se aprecia además en la cuadra correspondiente a las esquinas las Delicias con La Aurora, aproximadamente en la cota 960, la indicación de una estación de bombeo que impulsaría el agua por arriba de esa cota.

*“Refiriéndonos a la ciudad de Caracas, ella dispone hoy de 250 litros de agua por día y por habitante; cantidad que consideramos suficiente, dados los hábitos y condiciones de la población. Las fuentes que la surten son: el río Macarao, el río Catuche y la quebrada de Cotiza; y además, las aguas subterráneas, provenientes de un pozo construido por la Compañía “La Electricidad de Caracas... Este ramo está en Caracas a cargo de una oficina conocida con el nombre de Superintendencia de las Aguas de Caracas, dependiente del Ministerio de Obras Públicas” (Loreto Arismendi, J Jiménez, G. 1924: Pág. 508).*



**Figura 4-15:** Plano de la red de distribución superior media de Caracas, hacia 1932.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital.

Valga destacar que la conexión al sistema de distribución estaba debidamente reglamentada, señalándose en el Reglamento de la Superintendencia (art 16), que las conexiones particulares deberán llevar una llave de arresto cuya llave manejarán los agentes de la superintendencia, que una conexión no podrá servir a dos parcelas a la vez (art 17), que las conexiones no podían atravesar una cloaca, ramal o pozo de absorción (art 18), que las conexiones debían contar con la previa aprobación de la superintendencia (art 26), entre otras disposiciones que dan cuenta de una operación rigurosamente controlada.

Aparentemente en el año 1924 aún no contaba la ciudad con sistema de potabilización, recomendándose su instalación (Loreto Arismendi, J Jiménez, G. 1924: Pág. 531):

*“Estas aguas, con respecto a su composición química, reúnen las condiciones cualitativas y cuantitativas, pero han sido tachadas como impuras, consideradas bacteriológicamente. En efecto, designada en 1906, por el gobernador del Distrito Federal, una comisión compuesta por médicos e ingenieros para estudiar este interesante asunto, los primeros practicaron el análisis bacteriológico de las aguas del río Macarao, recogidas en la toma del acueducto, y encontraron, al cabo de sólo 6 horas, 36.000 colonias de bacterias por centímetro cúbico, entre las cuales, el bacillus Coli y el bacillus de Ebert, productor de la fiebre tifoidea; y más tarde, en 1912, la Dirección del Gran Ferrocarril de Venezuela envió a Hamburgo una muestra de las mismas aguas para ser analizadas habiendo recibido el siguiente resultado bacteriológico: se encontraron 39.000 colonias de bacterias por centímetro cúbico, que se desarrollaron como los ácidos sulfurosos de la*



*putrefacción...Por esta razón, se ha proyectado anteriormente, en varias ocasiones, la construcción de una planta filtrante para el acueducto de Caracas; más, en la actualidad las ideas han evolucionado a este respecto. Las grandes plantas de filtración lenta, sobre arena, por su excesivo costo a causa de las grandes dimensiones que requieren, han venido cediendo su puesto como purificadoras de las aguas, sobre todo en las pequeñas ciudades, de escasos recursos, a sistemas más económicos e igualmente eficaces, aprovechando para ello el poder bactericida, bien del ozono, bien de los rayos ultravioleta, bien de los hipocloritos alcalinos, o bien del cloro líquido...La aplicación de los hipocloritos alcalinos (agua de Javel) o del cloro líquido, de preferencia este último, por su instalación muy poco costosa y por su simplicidad, está llamada a ser un precioso medio de profilaxia contra las enfermedades transmitidas por el agua. Sería muy recomendable su instalación en nuestra capital”.*

Donde sí se aprecia un avance relevante en comparación con el período anterior es en el desarrollo de la red de alcantarillado sanitario, cuya construcción había sido decretada en 1919. Hacia 1928 el MOP genera un plano con las distintas hoyas de la red de cloacas, sumando un total de 10, de Oeste a Este y de Norte a Sur, la Hoya Agua Salud, Hoya Los Padrones, Hoya Catuche, Hoya Punceres, Hoya Anauco, Hoya Santa Rosa de Lima, Hoya Caroata, Hoya Santa Teresa, Hoya Cienfuegos y la Hoya El Paraíso.



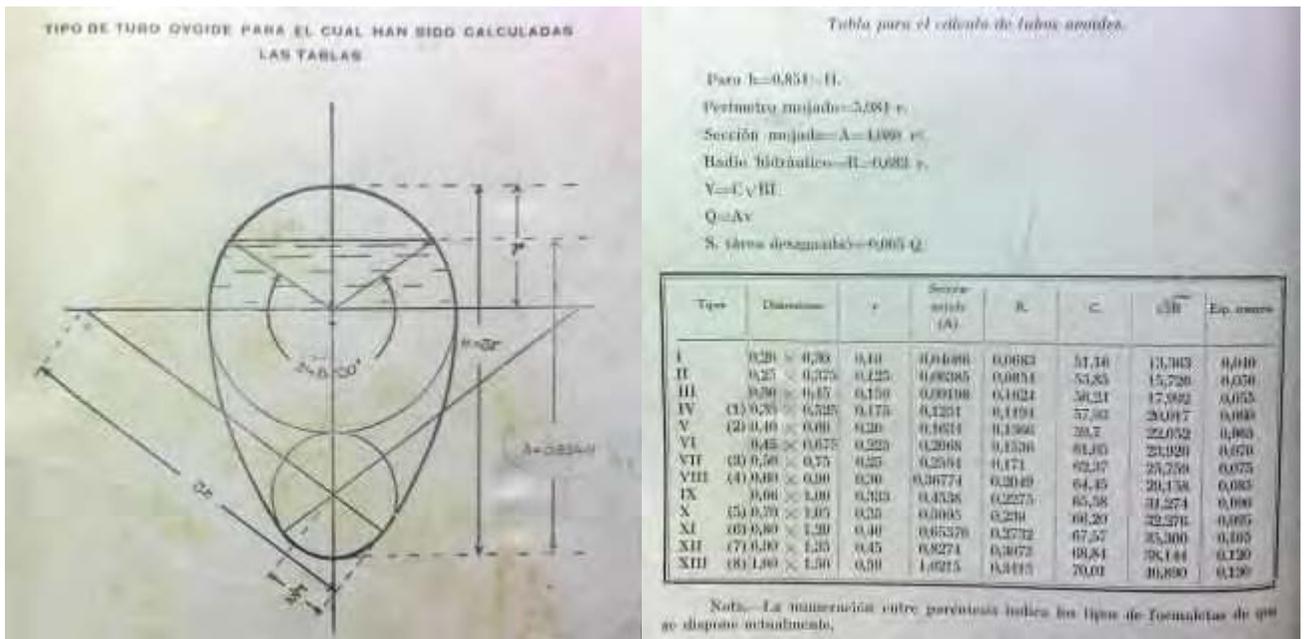
**Foto 4-7:** Plano de la Delimitación de las hoyas de la red de alcantarillado de Caracas hacia 1928.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.

Este plano y los diagramas que acompañan las acciones de saneamiento que se van acometiendo, dan cuenta de una acción decidida por parte del MOP para garantizar la salubridad de Caracas, implicando importantes remodelaciones en la red infraestructural de la ciudad.

El diseño del alcantarillado de estas hoyas fue realizado siguiendo las normas más novedosas de la época. La sección transversal de los conductos en las calles debía ser capaz para el agua de lluvia y el agua servida, mientras que en los drenajes naturales se previó la construcción de colectores marginales donde, mediante aliviaderos, los excesos serían evacuados hacia las quebradas.

En cuanto a los colectores en las vías, muchos tuvieron sección ovoidal, como era costumbre su construcción en varias ciudades europeas. Además de esta sección, se diseñaron caídas, colectores rectangulares, embaulamientos, es decir, se procedió con gran rigor técnico y con un empeño entusiasta a resolver los problemas de insalubridad que aún aquejaban a la ciudad a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. Las obras fueron realizadas por el Ingeniero Francisco Aguerrevere bajo la supervisión del MOP.



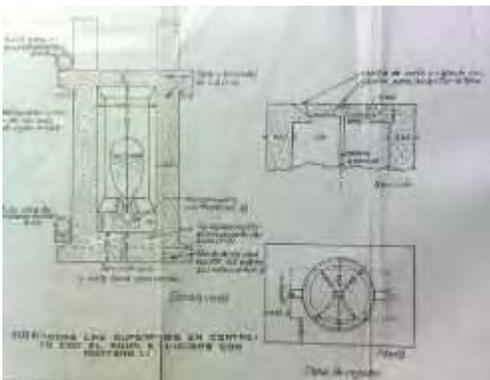
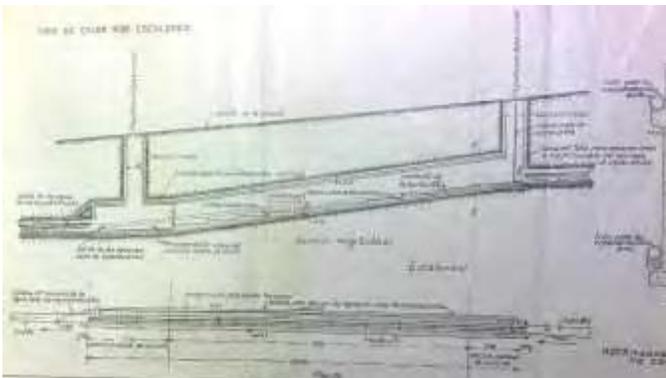
**Foto 4-8:** Detalle de la sección transversal de un tubo ovoide, y de una tabla donde aparecen cálculos de los elementos hidráulicos, según la fórmula de Chezy.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.



**Foto 4-9:** Construcción de un colector de sección ovoidal en el sector la Esmeralda de Caracas hacia 1928.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.



**Foto 4-10:** Detalle de la solución para tramos con velocidades superiores a 5 m/seg.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.



**Foto 4-11:** Construcción del colector de la Hoya Luzón (Los Padrones), entre las esquinas de Pepe Alemán y Las Delicias.

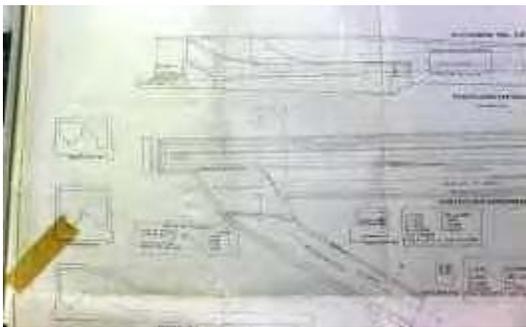
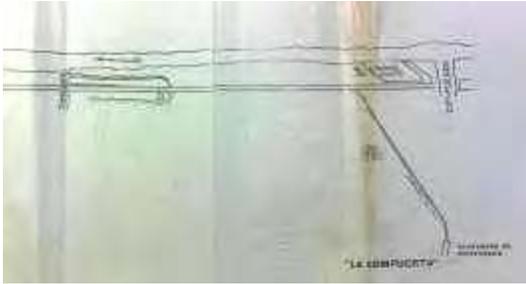
Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.



**Foto 4-12:** Colectores marginales de la quebrada Caroata, a la entrada del puente Bolívar, hacia la parte Norte del Puente.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.

En esta época también se diseña y construye un primer colector al río Guaire, por su margen izquierda: se trataba de un canal rectangular que debía conducir un gasto de 11,2 m<sup>3</sup>/seg antes y 3,8 m<sup>3</sup>/seg después del aliviadero de la quebrada Cienfuegos, en el sector Santa Rosalía, situado unos 300 metros antes de la desembocadura de la quebrada Catuche.



**Foto 4-13, 4-14, 4-15:** Aliviadero del colector marginal del Guaire, en las proximidades de su confluencia con la quebrada Cienfuegos.

Fuente: Planoteca de Hidrocapital. Memorias del MOP 1927.



En los libros de texto de la época se refiere a los trabajos de construcción de cloacas:

*En este punto debemos referirnos también a la ciudad de Caracas, donde se ha emprendido últimamente la construcción de una red de cloacas de una manera formal. Para la realización de esta obra se han formulado varios proyectos, entre ellos, el cubrir por completo los riachuelos o quebradas que atraviesan la ciudad con grandes bóvedas que, después de terraplenadas, sustituyeran aquellos lugares inmundos por limpias y espaciosas avenidas o vías de circulación; aplicándose así en toda su extensión el sistema conocido como **tout á l' egout**, el más apropiado a nuestros hábitos y condiciones, y resultando al mismo tiempo una obra de ornato de notoria importancia y utilidad , cuál es la creación de nuevas arterias a través de la ciudad, que contribuirían muy eficazmente a su embellecimiento y a la facilidad de sus comunicaciones internas. Desgraciadamente este proyecto, por demás interesante, ofrecía el inconveniente de su excesivo costo, no proporcionado a los recursos disponibles para el caso; por lo cual se adoptó, de modo definitivo, el proyecto de las cloacas marginales, actualmente en ejecución. Este plan consiste en la construcción de cloacas de dimensiones relativamente pequeñas, a uno y otro lado de cada riachuelo o quebrada, encargadas de conducir únicamente las aguas infectas que arroja la ciudad, junto con una parte de las de lluvia, dejando descubierto el cauce de la quebrada, para que por él circulen libremente las aguas que provienen de las afueras de la ciudad, desde las cabeceras del río: aguas que, por hallarse exentas de toda infección, en nada perjudican la salubridad pública...las cloacas marginales, que hacen así el oficio de colectores de primer orden, conducen las aguas residuales a un gran colector paralelo al Guaire, situado a la margen izquierda de este río; obra que, construida en parte, será prolongada luego hacia el oriente hasta llevar dichas aguas lejos de la población. Tal es, en síntesis, el proyecto de cloacas que se lleva a cabo actualmente en la ciudad de Caracas. (Loreto Arismendi, J Jiménez, G. 1924: Pág. 532-533):*

En relación a la depuración de las aguas residuales, ya en 1924 se adelantaron criterios en esa materia que nunca fueron ejecutados, y que después de casi 90 años, se mantienen sin resolver:

*Queda aún por resolver un problema que consideramos de suma importancia: el destino que haya de darse al producto de las cloacas de la ciudad, conducido por el gran colector; pues que, si se arrojan al Guaire, dichas aguas en su estado natural, como sucede hoy, ellas producirán la infección de este río, con gran perjuicio para las poblaciones ribereñas situadas en su curso inferior; perjuicios que se harán más sensibles en la época de la sequía, cuando el volumen de las aguas del Guaire disminuye considerablemente. Algunas ciudades, como París, Berlin, etc., han resuelto este problema regando con dichas aguas extensos campos formados por tierras de naturaleza especial, muy permeables (champs de épandage) a través de las cuales pasan las aguas de las cloacas a manera de una filtración rápida, dejando allí su aporte de materias fertilizantes y saliendo luego por la parte inferior casi completamente esterilizadas; de modo que el sistema ofrece dos ventajas:*



*el aprovechamiento, para usos agrícolas, de los abonos conducidos por las aguas y la esterilización de éstas antes de ser arrojadas al río” (Arisemendi y Jiménez, 1924:533-534).*

#### **4.5.3 Contexto científico, social y cultural**

En esta época ya se conocen los efectos dañinos de no purificar el agua y la existencia de enfermedades transmisibles por defectos en la salubridad urbana, de modo que los médicos de la época, encabezados por Razetti, emprenden una campaña muy efectiva para presionar al Estado a actuar en esta materia. Las epidemias – particularmente la de gripe española de 1918 -, preocupó al aparato gubernamental, debido a su efecto en la población y a la amenaza de que las exportaciones venezolanas se vieran afectadas por la noticia de la insalubridad. Es en este contexto que oportunamente aparece el discurso higienista, liderado por Luis Razetti y Francisco Rísquez, quienes señalan la necesidad de una actuación más proactiva del gobierno en materia sanitaria, y recomienda a las autoridades adoptar la práctica anglosajona.

Al respecto, el profesor Arturo Almandoz señala el espíritu beligerante con el que los médicos de entonces denuncian la necesidad de que el Estado venezolano actúe (Almandoz, A., 2006: Pág. 187): *“En una conferencia leída en ocasión de su ingreso al Colegio de Médicos en 1904, Arturo Ayala formuló la límpida ecuación del siglo que comenzaba: <<los progresos de la civilización son progresos de la higiene>>; por tanto, como en la Gran Bretaña de Disraeli, << el grado de civilización de un pueblo puede medirse por el empeño que tomen sus gobernantes en mejorar su estado sanitario>>”*

A esta postura se le prestará oídos en el aparato gubernamental. De acuerdo a la memoria y cuenta del MOP, el Ministro Cárdenas señaló (Fundación Polar, 2000: búsqueda “Acueductos”): *“Caracas, por ejemplo, no contaba con un eficaz servicio de agua potable ni con un buen sistema de cloacas. Por esa razón el ministro insistía en que la dependencia a su cargo debía ocuparse preferentemente de las vías de comunicación, de los acueductos y de las obras de saneamiento. Ese mismo año Luis Razetti, ante el Primer Congreso Venezolano de Medicina, presenta una memoria sobre la situación sanitaria de Caracas. En su exposición denuncia el alto nivel de contaminación del agua, basándose en análisis bacteriológicos realizados en el país y en el exterior, los cuales demostraron que el agua estaba contaminada por altos porcentajes de microbios, predominando los de la disentería y los de fiebres tíficas. Sin embargo, los años pasaron y la situación no cambió notablemente, a pesar de que, tras la grave epidemia gripal de 1918, se decidió mejorar las condiciones sanitarias de Caracas, en materia de aseo urbano y a la ingeniería sanitaria, con el proyecto de construcción de una red general de cloacas.”*

A mediados del siglo XIX existía una postura higienista precursora del urbanismo moderno, que se manifestó en las principales urbes del mundo y que repercutió en la percepción de los pensadores e intelectuales venezolanos acerca del rol que debían cumplir los gobiernos en esta materia. El



higienismo se reflejó tardíamente en Venezuela (Almandoz, A., 2006: Págs. 185 y 186). Pero valga señalar que lo mismo ocurrió en España, donde, a pesar de las experiencias del Ensanche de Cerdá y de la Ciudad Lineal de Soria, ambas inspiradas en el movimiento Higienista, se debió esperar hasta 1904 a la Instrucción General de Sanidad<sup>11</sup> y a 1924 para la redacción de un estatuto municipal que obligaba a los ayuntamientos a cartografiar y a redactar reglamentos sanitarios. Las cloacas en la Barcelona de Cerdá, diseñadas por Pedro García Faría hacia 1891, no se construyen sino hasta la primera década del siglo XX, y aún en 1917, muchas edificaciones no se hallaban conectadas al sistema.<sup>12</sup>

Los gobiernos de Castro y de Gómez ven iniciar la era petrolera, apareciendo nuevos actores: representantes de compañías extranjeras que, a la par de preocuparse por la obtención de concesiones petroleras, también se interesan por el acueducto y el saneamiento. La Ley de Sanidad Nacional venezolana data de 1926, y mediante esta Ley se crea la Dirección de Sanidad, que tuvo gran importancia en la regulación y control urbano. Tal como lo reseña el profesor Ciro Caraballo (Vallmitjana, Caraballo, C. *et al.* 1989: Pág. 66): *“Esto llevó a un proceso progresivo de reglamentación de las nuevas construcciones, y a la creación, en 1930, del servicio de Ingeniería Sanitaria destinada al control de proyectos urbanos de aguas, disposición de aguas servidas y basura, quedando obligados los constructores a la solicitud de permisos para toda nueva edificación”*.

Pero otra innovación importante aparece en este período: la energía eléctrica comienza a generarse en Caracas de modo comercial a finales del siglo XIX. Si bien a mediados del siglo XIX ya se conocía la electricidad en el país, la CA la Electricidad de Caracas, una empresa fundada en 1895 por Ricardo Zuloaga Tovar, fue la primera en hacer de la generación, transmisión y distribución eléctrica un servicio ofrecido al público en general. La planta hidroeléctrica de El Encantado en Petare permitía producir la electricidad utilizando el potencial hidroeléctrico del Río Guaire; posteriormente el fluido eléctrico se transformaba en alto voltaje, se transmitía, y luego se consumía en bajo voltaje. Las redes eléctricas fueron inicialmente aéreas, de modo que los postes y tendidos eléctricos empezaron a formar parte del paisaje urbano de Caracas a inicios del siglo XX.

Después de la planta de El Encantado se construyeron otras centrales aguas abajo del Guaire, en el sitio Los Naranjos, y en Lira. Pero además se construyó un dique y una central hidroeléctrica en

---

<sup>11</sup> Se trata del Real Decreto de 12 de enero de 1904, donde se aprueba con carácter definitivo la Instrucción General de Sanidad Pública en España, la cual contiene disposiciones acerca de higiene municipal: limpieza, trazado, anchura y ventilación de vías públicas, desinfección de las viviendas, suministro y evacuación de aguas y residuos, control de cementerios, mataderos, entre otras materias.

<sup>12</sup> *“Barcelona, que acometió entre 1885 y 1893 un proyecto global de saneamiento, se veía obligada, en 1913, a construir numerosos depósitos de descarga de agua para mantener la circulación de las alcantarillas, por la ausencia de suficientes conexiones a los domicilios”* (Rodríguez Ocaña, E. 1994: Pág. 12).



Petaquire, estado Vargas, en el río Curupao, en Guarenas y en La Guaira. En el transcurso del siglo XX, ya fuera del período que se estudia aquí, se construyeron otras plantas hidroeléctricas y termoeléctricas a cargo de la misma compañía. La producción y comercialización de electricidad fue muy beneficiosa para la ciudad de Caracas. Además de propiciar la aparición de tranvías eléctricos, del alumbrado de calles, del servicio eléctrico a industrias de diversa naturaleza, a comercios, oficinas y a las viviendas, las redes eléctricas permitieron introducir estaciones de bombeo para la elevación de agua por tuberías, elemento que desde entonces formaría parte muy importante de la operación de las redes de distribución de agua potable en la ciudad.

#### **4.5.4 Estructura político - institucional**

El profesor Juan José Martín Frechilla señala como surge el aparato administrativo-sanitario venezolano (2008: Pág 522): *Durante los dos primeros gobiernos ‘andinos’ – Castro (1899-1908) y Gómez (1908-1935) – se impulsaron varias iniciativas – leyes, reglamentos y organismos – para que la higiene y la salud pública se articulasen técnicamente con la construcción urbana de edificaciones y obras civiles. Así fueron creadas las primeras instituciones: la Dirección de Higiene y Estadística Demográfica del Distrito Federal de 1899, a nivel local; la Comisión de Higiene Pública de 1909, – luego Dirección de Higiene y Salubridad Pública en 1910 – del Ministerio de Relaciones Interiores; y, finalmente, la Oficina de Sanidad Nacional (OSN) de 1911. En ellas se adoptaron normas y establecieron competencias con el fin de dar cumplimiento al saneamiento urbano que requería la modernización de los acueductos, la construcción de las redes de cloacas y la pavimentación de las calles.*

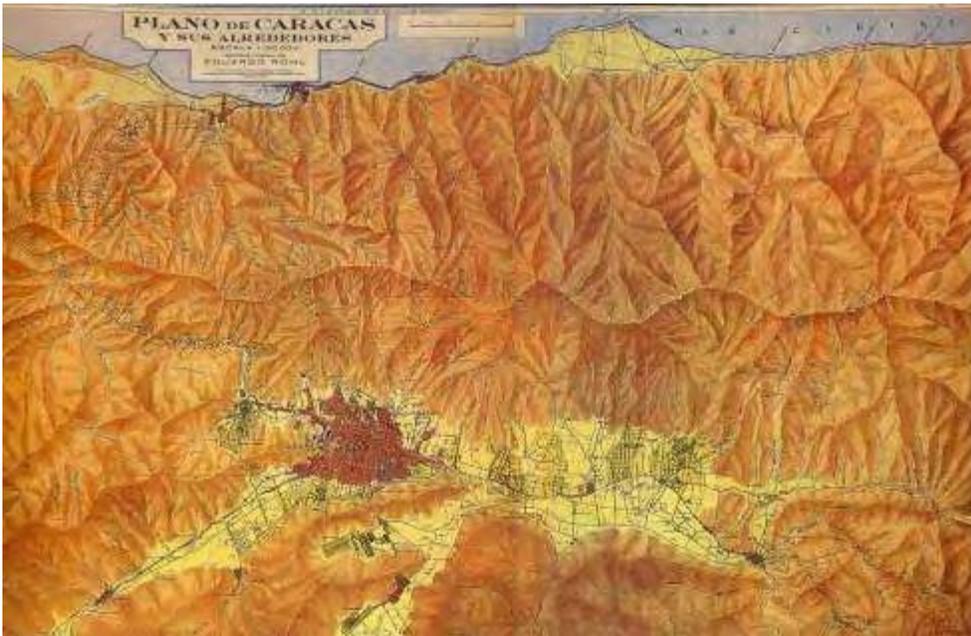
El abastecimiento de agua potable se mantuvo dentro de las responsabilidades Municipales, a pesar de que el MOP creado en 1874, iba crecientemente abordando responsabilidades en esta materia. Entretanto hubo, un intento de otorgar en concesión el acueducto. En 1895 se otorgó a la compañía Belga Compañía de Agua de Caracas, la concesión para prestar el servicio. Sin embargo, el contrato fue rescindido por el gobierno de Venezuela, aludiendo a la imposibilidad de cumplir con los pagos debido a la situación de guerra que prevalecía entonces. Esta decisión dio lugar a una querrela por el gobierno belga ante organismos internacionales, quienes reclamaron una indemnización y el pago de intereses. En 1903 el arbitraje internacional falla declarando sin lugar el pago de intereses reclamado por la compañía, pero señalando al gobierno de Venezuela como deudor de una suma mayor a 10 millones de bolívares en oro, las cuales debían ser enviadas a la “Société Générale pour Favoriser l'Industrie Nationale of Brussels”, la cual, una vez obtenidos los recursos, se encargaría de realizar las indemnizaciones necesarias a los tenedores de acciones de esta compañía<sup>13</sup>. Se inicia entonces con mal pie la posibilidad de otorgar en concesión este servicio, un revés que se repetirá hacia finales del siglo XX.

<sup>13</sup> Reporte de Naciones Unidas acerca de los Procesos de Arbitraje Internacional. Marzo de 1903. Recuperado el 26 de febrero de 2012 desde: [http://untreaty.un.org/cod/riaa/cases/vol\\_IX/319-347.pdf](http://untreaty.un.org/cod/riaa/cases/vol_IX/319-347.pdf)

## 4.6 CARACAS MODERNA, SIGLO XX (1930- 1950)

### 4.6.1 Breve descripción de la ciudad

El crecimiento urbano de Caracas y del país en general se produjo aceleradamente en estos años. Caracas pasó de unos 200 mil habitantes en 1930 a 695 mil en 1950, e igual ocurrió con Maracaibo, Barquisimeto y Valencia, entre otras capitales del país, aunque en magnitudes más moderadas. El plano de Eduardo Röhl, de 1934, muestra la situación de la ciudad antes de intentar la transformación urbana propuesta en el Plan Rotival de 1936.



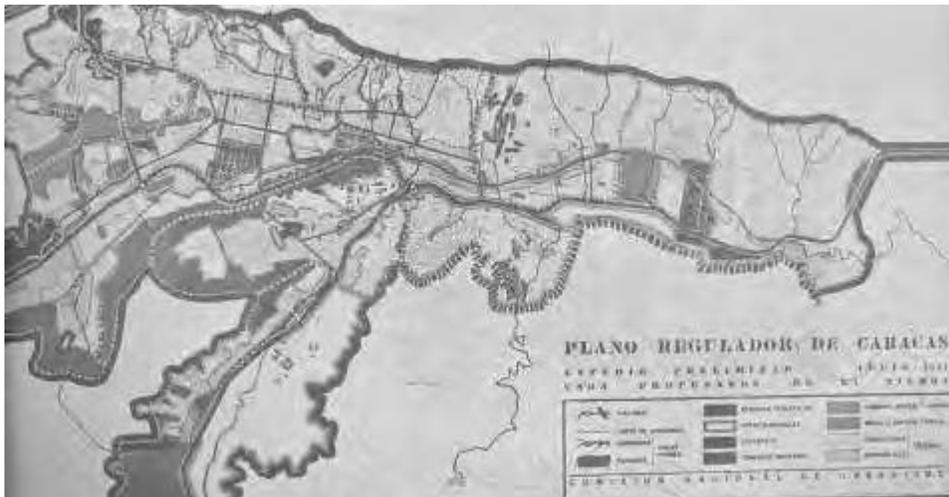
**Figura 4-16:** Plano de Caracas hacia 1934, según Eduardo Röhl

Fuente: Alcaldía Mayor. 2002. Pág. S/N.

Ese crecimiento trajo como consecuencia una demanda no prevista de agua potable, que terminó por crear un caos en la prestación de los servicios de agua y saneamiento, e hizo necesario recurrir a nuevas fuentes de abastecimiento, ampliar las redes de acueductos y cloacas, construir plantas de tratamiento y nuevos estanques, perforar nuevos pozos y mejorar los servicios sanitarios.

Además de los desarrollos de Nueva Caracas y El Paraíso hacia el Oeste, el valle de Caracas comienza a mostrar signos de ocupación al Este, observándose las tramas de las urbanizaciones Country Club, La Florida, Los Palos Grandes y Los Chorros, que entonces estaban destinados para actividades de retiro y esparcimiento. Los cascos coloniales de Chacao y Petare aún permanecen como centros poblados aislados. Quizás esa imagen de ciudad que aún no trasciende sus límites tradicionales, donde no se esperaban cambios intempestivos como los que en realidad ocurrieron, explique el porqué el Plan Monumental de Caracas abarca sólo el Distrito Federal, enfocándose en acciones de renovación urbana antes que en su ensanche. También ello da cuenta de que las instituciones no estaban sobre aviso de lo que ocurriría pocos años después.

En los 17 años siguientes a 1934, los cambios urbanísticos fueron muy notorios. El plano de Caracas de 1952 muestra una ciudad prácticamente conurbada, donde ya la estructura espacial de la metrópolis que conocemos hoy comienza a configurarse. En la planificación de la ciudad que se intenta con el Plano Regulador de 1951 se concibe una superficie urbana que abarca todo el valle central y algunas de sus estribaciones montañosas. A pesar de que ya existen desarrollos en Colinas de Bello Monte, Los Chaguaramos, El Valle y Las Acacias, no se pudo anticipar en aquel momento que la ciudad también ocuparía las montañas y los valles aledaños hacia el este y sureste, pues el Plano Regulador de 1951 deja fuera los desarrollos que comenzaban a realizarse en el Valle de la quebrada de Baruta, de Chuao y de la Guairita, así como varias estribaciones montañosas que se urbanizarían formal e informalmente poco tiempo después.



**Figura 4-17:** Plano Regulador de Caracas de 1951, de la CNU.

Fuente: OMPU. 1972. Pág. 18.

En este período el crecimiento demográfico fue más importante que en los precedentes: de cerca de 200 mil en 1930 habitantes, la ciudad pasa a tener casi 700 mil en 1950, es decir, un incremento de 500 mil habitantes en 20 años, triplicándose la población y registrándose tasas de crecimiento interanual superiores al 6 por ciento.

Este desmesurado crecimiento fue producto de las mejores condiciones de remuneración, empleo y servicios que aparentemente ofrecía Caracas, frente a la paulatina desaparición de la actividad agrícola como base de la economía del país. Las difíciles condiciones de vida del campo, pese a las campañas antipalúdicas emprendidas desde 1937, crearon en el colectivo la expectativa de que la migración hacia las urbes mejoraría su condición de vida, lo cual no fue del todo cierto, por cuanto gran parte de este éxodo vino a acomodarse en los asentamientos informales, los cuales, con sus precariedades, formaron desde entonces parte del paisaje urbano de Caracas.



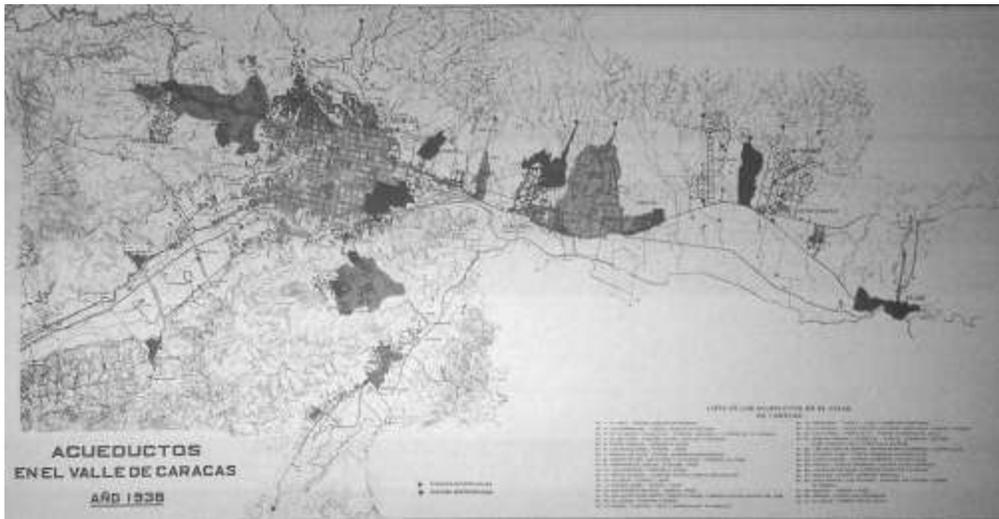
#### 4.6.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica

Un párrafo extraído de la Memoria del MOP de 1938 resume la situación para ese año: (Fundación Polar, 2000: búsqueda “Acueductos”): *“«Hasta hace poco más de un lustro, nuestros acueductos no requerían sino estudios topográficos elementales concordantes con la obra que había de construirse: un canal o tubería que condujese las aguas de una fuente, un estanque alto de almacenamiento y una red de distribución siempre inadecuada, puesto que el criterio que prevalecía era el de proveer agua a bajo costo. El concepto de potabilidad no se tenía en cuenta, ya que no se conocían certeramente sus características, y apenas se había oído hablar de los peligros de contaminación bacteriana.»*

De acuerdo a un breve recuento que hizo el ingeniero Adolfo Yánez en 1966, en 1930 los Dres. Hernán Ayala, Francisco Sucre y Horacio Soriano fueron nombrados por el MOP para estudiar el abastecimiento de Caracas. El informe de la Comisión recomienda mejorar la distribución, mejorar las tomas de Antímano y Macarao, y aforar el río Macarao, cuya producción se suponía en 170 lps 1966 (Yánez, A. 1966: Pág. 8). En este informe se estimó una población de 200 mil habitantes para 1960 y un consumo medio per cápita de 160 litros, utilizando como fuentes de producción Macarao, (248 lps; imaginamos que mediante su regulación con un dique), y Cotiza (12 lps) para un total de 260 lps. La Comisión también proyectó el sistema básico de distribución de la Zona Central, cuya construcción se inició en la misma época; además se construyó el estanque “El Seminario” en la zona norte, siempre en el centro de Caracas.

De modo que para 1930 las mejoras previsibles en el acueducto de la ciudad aún no significaban la obtención de fuentes distintas a la propia cuenca, y el sistema de acueducto requerido para los siguientes 30 años sería básicamente el mismo configurado por Luciano Urdaneta, añadiendo ahora las fuentes de la vertiente norte, en este caso la de Cotiza, cuya explotación ya había sido visualizada en 1860.

Sin embargo, pronto la expansión de la ciudad echó por tierra estas reducidas previsiones. En 1931 se comenzó la explotación del subsuelo mediante la perforación de pozos en El Paraíso y en 1938 con motivo de la expansión de Caracas hacia el Este, comenzaron a ser utilizadas las aguas provenientes de la fila norte. Las clases más pudientes pudieron así independizarse de los problemas de la ciudad. Tal como lo señala la profesora Esther Marcano (Marcano, E., 1993: Pág. 38): *“Entre los años de 1935 a 1941, el aumento del abastecimiento de agua de Caracas se logra por la utilización creciente de las aguas subterráneas. Los primeros pozos fueron los del Paraíso, uno al lado de la Plaza Brión con una producción de 40 lps y los del 19 de Abril, cerca del viejo Hipódromo Nacional, con 80 lps. A estos hechos se agregó la compra por parte de la Nación, en el año de 1936, de los acueductos Barrio Obrero (El manicomio), San Agustín del Norte y del Sur, y El Valle, lo que permitió mejorar la distribución. Sin embargo, la necesidad de agua suficiente para la ciudad continuaba sin resolverse”*



**Figura 4-18:**  
Acueductos de Caracas  
hacia 1938.

Fuente: Lovera De Sola, I,  
1967. Pág. 163.

En los años 40 ya era evidente que Caracas se desarrollaría hacia el Este, aunque se desconocía la magnitud que tendría este crecimiento. En 1941 debido a las sequías y al crecimiento de la población, se otorgó a Consulting Engineers, C.A. el estudio de abastecimiento de agua de la ciudad. El informe: "El Abastecimiento y Distribución de Agua y Cloacas de Caracas", preparado en 1942 para el Ministerio de Obras Públicas, incluye las conclusiones y recomendaciones que se resumen a continuación, según la apreciación del Ing Adolfo Yanez en 1966 (Yáñez, A. 1966: Pág. 9):

"

- *El Área Metropolitana de Caracas con una población para el año 1940 de 341 mil habitantes, requiere un abastecimiento continuo de 1.227 lps a razón de 310 lpd y el cual se estima para 1947 en 1.571 lps.*
- *Son necesarios el Proyecto de almacenamiento (embalses) y desviación de los ríos Jarillo – Alto de San Pedro (embalse de Agua fría) y del río Valle (embalse La Mariposa).*
- *Se recomienda la explotación de las quebradas de la fila Norte.*
- *Se requiere la construcción de tuberías matrices, estaciones de bombeo y estanques compensadores para completar el sistema de distribución."*

Es la primera vez que la concepción de un proyecto de acueducto en Caracas es delegada a la experticia de empresas extranjeras. La Firma Consulting Engineers, tenía la confianza del primer presidente del INOS, Dr Carlos Peña Uslar, que en aquel momento era el Director del MOP. En el informe de 1942 se señala por vez primera la pertinencia de referirse al Área Metropolitana de Caracas, antes que exclusivamente a la ciudad de Caracas, y la dotación per cápita es mucho más



generosa, superior a los 160 lpd que se estimaron como suficientes apenas 10 años atrás. Según describe el profesor Juan José Martín Frechilla (Martín Frechilla, J.J. 1993: Pág. 396):

*La insuficiencia del servicio de agua, producida por la escasez de los acueductos municipales y el desarrollo de la ciudad, puesta en evidencia por la presión de la urbanización privada y el crecimiento de población, hicieron proliferar, sobre todo en el este de Caracas, los acueductos privados. La celeridad con la cual el nuevo gobierno de Medina Angarita firmó el contrato con la Consulting Engineers al poco tiempo de tomar posesión es muestra de la gravedad del asunto, que, a pesar de los pozos y de la captación de aguas superficiales por la urbanización privada, impedía en conjunto, para una población de 341.400 habitantes según el censo de 1941, alcanzar apenas una dotación de 166 litros por habitante y por día; requiriéndose, cuando menos, duplicar esa dotación para un consumo medio.”*

Las obras propuestas por la empresa Consulting Engineers formaron parte del Plan de Obras Públicas 1941 – 1946 del gobierno del general Medina Angarita, y ascendían a un monto de ochenta millones de bolívares que representaban el 19 % del total de cuatrocientos diez y siete millones de bolívares estimados para todo el conjunto de obras públicas del país<sup>14</sup>. En 1943 se crea el Instituto Nacional de Obras Sanitarias y en 1944 se inicia la construcción de las obras recomendadas por la Consulting Engineers, CA. Las obras prosiguieron a pesar de la caída del gobierno de Medina, pues la parte de abastecimiento propuesta por la Consulting fue finalizada en 1948, se culminó la construcción del dique de Agua Fría, y en 1951 se terminó la construcción del Dique La Mariposa. Hay que hacer notar que este embalse sólo regulaba las aguas del río Valle, pues aún no se visualizaba el requerimiento de almacenar aguas procedentes de la cuenca del Río Tuy, lo cual ocurrió pocos años después.

Con la construcción de los embalses de la Mariposa y Agua Fría se incrementaron 1.400 lps a la producción de aguas de la ciudad; estas obras, aunadas a la producción de Macarao, de Cotiza, de la vertiente norte y de los pozos que ya estaban siendo explotados desde mediados de 1930, sumaban una producción de agua de 2.489,4 lps, lo cual permitió alcanzar hacia 1950 la dotación media de 310 lpd para abastecer los 693.896 habitantes censados en el AMC.

<sup>14</sup> En el Plan 1941-1946, el porcentaje del presupuesto destinado a obras de acueducto, cloacas y drenajes era del 38%, de modo que la mitad de lo presupuestado se invertiría en el Área Metropolitana de Caracas.



**Cuadro 4-1:** Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1950.

Origen	Fuente	Aforo (lps)	Procedencia del dato
Fuentes propias	<b>Ríos principales</b>	<b>1.853,0</b>	
	Río Valle (antes de su desembocadura)	549,0	28/03/1895, Ing Vanin
	Río San Pedro	1.004,0	30/03/1895, Ing Vanin
	Río Macarao	300,0	31/03/1909, Ing Tomás Llamozas
	<b>Otras quebradas menores</b>	<b>336,4</b>	
	Qda. Catuche	11,9	25/03/1909, Ing Tomás Llamozas
	Qda. Coticita	4,1	08/04/1906, Ings. Zuloaga y Cárdenas
	Qda. Tócome	67,0	17/03/1905, Ing Zuloaga
	Qda. Caurimare	136,0	1884, Ing Linares
	Qda. Anauco	7,9	04/04/1909, Ings Zuloaga y Cárdenas
	Qda. Gamboa	8,0	05/04/1903, Ings Zuloaga y Razetti
	Qda. Ávila	14,5	07/04/1909, Ing Llamozas
	Qda. Pajarito	6,0	1884, Ing Linares
	Qda. Sebucán	8,0	1884, Ing Linares
	Qda. Quintero	8,0	1884, Ing Linares
	Qda. Chacaíto	65,0	07/04/1909, Ing Llamozas
	<b>Subterráneas</b>	<b>300,0</b>	
	Acuíferos sector El Paraíso	120,0	1966, Ing. Yanez
	Acuíferos en Chacaíto, la Floresta y otros sectores del Dtto. Sucre	180,0	
	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2.489,4</b>

Fuentes: Jiménez, G. Las Aguas del Valle de Caracas. ANIH. Boletín N° 1. Junio de 2001

Yáñez, A. Acueducto de la Zona Metropolitana. Plan Básico de Distribución. Caracas, 1966.

Además, la mejora en las obras de abastecimiento vino acompañada de la construcción de las plantas potabilizadoras de la Mariposa y Caricua, así como de la ampliación de las redes de distribución, estaciones de bombeo y estanques de almacenamiento. Sin embargo, la ciudad continuó creciendo, lo que implicó nuevos déficits y nuevas obras.

Respecto a las cloacas, el crecimiento de la ciudad y su expansión hacia el este produjo un cambio en el planteamiento original. No se continuó con el sistema mixto para el diseño de colectores separándolas mediante aliviaderos, configurado en el Plan General de Cloacas de Caracas de 1921, sino que se adoptó el sistema separado, recogiendo las aguas negras en una red de colectores y dando solución al problema de la acumulación de las aguas de lluvia mediante una red completamente separada.



A ello contribuyó la publicación de normas sanitarias amparadas en la Ley de Sanidad Nacional de 1926, que se constituyó en la primera herramienta jurídica para el control urbanístico. Sus órganos ejecutores fueron, primero, la Dirección de Ingeniería Sanitaria, creado en la propia Ley, y luego, el Servicio de Ingeniería Sanitaria, creado en 1930. A partir de estas entidades del Ministerio de Sanidad se reglamentaron y se otorgaron permisos para las nuevas urbanizaciones que por iniciativa privada comenzaron a aparecer hacia el Este (Caraballo, C. *et al*, 1989: Pág. 66). De este modo, al oeste de la quebrada Chacaíto predomina el sistema mixto, y al este de dicha quebrada predominó el sistema separado.

El destino final de las aguas negras continuó siendo el río Guaire, aunque a lo largo de éste se fue completando el colector marginal izquierdo, iniciado según el Plan General de Cloacas en 1907 (Decreto del 06 de mayo de 1907), y se construyó el marginal derecho para recoger la totalidad de las aguas servidas de la ciudad. En la década de los años 30 el colector marginal izquierdo del río Guaire llegaba hasta el parque Los Caobos, y aguas abajo se utilizaba el Guaire para el riego de hortalizas y campos de caña de azúcar. En la década de los años 1940 se habían completado los dos marginales: el izquierdo desde Antímano hasta pasar el aeropuerto La Carlota, y el derecho, desde la urbanización Las Fuentes en el Paraíso hasta Puente Mohedano en San Agustín del Sur (BPP, 1992: Pág. 9).

El informe de Consulting Engineers de 1942 propone una planta depuradora de aguas residuales en el sector El Llanito, al este de la ciudad, la cual no fue construida. Nuevamente se postergaba la decisión de tratar las aguas del Guaire. La relevancia que tuvo para el gobierno el emprendimiento de las obras de acueducto y cloacas de Caracas en el período 1941-1945, lo expresa el propio presidente Medina (Pág 108-109):

*“En cuanto al acueducto y cloacas de Caracas, se decidió suspender los trabajos parciales e inconexos que se realizaban para poner en ejecución, conforme a las etapas convenientes y lógicas en su desarrollo, el proyecto integral de acueducto y cloacas para toda la zona del valle de Caracas, que sin lugar a dudas es la obra de ingeniería de mayor envergadura que se haya acometido en Venezuela durante toda la historia de la República.”*



#### **4.6.3 Contexto científico, social y cultural**

En este período el conocimiento científico y la capacidad tecnológica del siglo XX comienzan a evidenciarse en distintos campos de la gestión gubernamental. De acuerdo al Diccionario Multimedia de Historia de Venezuela (Fundación Polar, 2000: Búsqueda “Acueductos”):

*“Hasta 1946 los sistemas de abastecimiento de agua potable en Venezuela eran muy deficientes: no había preocupación por proteger las cuencas; la captación de agua era muy rudimentaria y guiada por criterios no científicos; la aducción se realizaba mayormente por canales abiertos; no había tratamiento de las aguas para garantizar su potabilidad, y la red de distribución del agua era muy selectiva, discriminando las áreas de población más pobres. Aquellos acueductos, promovidos principalmente por iniciativa particular, dada la indolencia o la incapacidad oficial para emprenderlos, apenas cumplían la función de abastecer de agua a la población, sin respetar estrictamente normas de higiene y sin atender a criterios científicos en su diseño y construcción ni a razones de economía en la prestación del servicio...”*

*Con el crecimiento poblacional y urbanístico del país surgieron nuevos problemas. En un informe del Departamento de Operación del INOS, correspondiente al período comprendido entre el 1 de octubre de 1946 y el 31 de diciembre de 1947, se señaló que todos los acueductos contratados presentaban grandes deficiencias administrativas y existían problemas para sustituir el sistema tradicional por otro «basado en la práctica y en los principios establecidos por la ciencia moderna de administración de acueductos». En ese informe se mencionan numerosas fallas, tales como la escasez de agua por deficiencias en las fuentes de abastecimiento; el continuo desperdicio de agua por los usuarios (para remediarlo se estableció un plan piloto que incluyó la instalación de medidores en algunos acueductos); las filtraciones en la red de distribución; la contaminación de las aguas servidas, ningún acueducto disponía de sistemas de esterilización, obteniéndose en los exámenes de laboratorio un alto índice coliforme.*

*Para superar esa situación se comenzaron a instalar cloradores e hipocloradores; el desconocimiento de las variables estacionales, del consumo horario y de la forma de llevar la contabilidad para conocer el valor de la producción y de la conducción del agua hasta el consumidor; la falta de previsión para mejoras y ampliaciones futuras y para la constitución de fondos de amortización y reserva (las municipalidades, al recibir los acueductos, no previeron que durante su funcionamiento los equipos y las tuberías tenían una vida limitada y debían ser mantenidos y reemplazados oportunamente); la falta de entrenamiento del personal (por lo que se realizaron cursillos de administración de acueductos y se envió a un grupo selecto de tales egresados a especializarse en Estados Unidos)*



*El problema más importante detectado entonces fue el empobrecimiento de las fuentes naturales de agua en todo el país, por la alteración del régimen hidrológico a causa de la deforestación de las cuencas. Y se advertía, ya en aquel momento, que en la medida en que aumentase la población y se recurriese a nuevas fuentes de abastecimiento de agua, éstas continuarían escaseando. Por esa razón se dictaron, entre 1949 y 1952, en la época del gobierno militar, estrictas medidas para la protección de las cuencas y de los bosques, y se fijó la obligación de replantar las zonas devastadas". (Fundación Polar, 2000: Búsqueda "Acueductos").*

El conocimiento adquirido y las medidas tomadas en consecuencia, a través de un naciente cuerpo burocrático que inicialmente fue muy eficiente, repercutieron de manera favorable en la salud y calidad de vida de la población venezolana. Tal como lo señala la Dra. Yajaira Freites:

*"El surgimiento de la ingeniería sanitaria dentro del propio MSAS, se dio con la puesta en marcha de programas de acueductos y viviendas rurales; y, luego, con la creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) (1943) que empezó a dotar a las ciudades venezolanas de redes de cloacas y de un suministro constante de agua potable mediante la construcción de acueductos y embalses. Organismos como el Instituto Nacional de Higiene (1938), el de Nutrición (1949) contribuyeron dotando de conocimientos al Ministerio acerca de las enfermedades como de las alternativas de alimentación de la población. Estas medidas, entre otras, permitieron que Venezuela bajase sus altas tasas de mortalidad, su población creciese y llegara a alcanzar, a finales del siglo XX, a una esperanza de vida de 70 años o más.*

*La construcción de una infraestructura, esto es, carreteras, caminos, aeropuertos, puentes, puertos, así como las variadas edificaciones públicas necesarias para alojar las unidades de sanidad y de educación como de las nuevas unidades del Estado estuvieron a cargo del MOP. Ello impulsó una expansión de las obras públicas, ahora destinadas satisfacer las necesidades de una sociedad más diversa y extendida en los diversos paisajes naturales del país, razón por la cual se recurrió a los saberes de la cartografía, cuya Oficina Nacional estuvo adscrita al MOP. De igual manera, nuevos desarrollos urbanos en los centros existentes fueron diseñados y construidos por el Estado, a través del Banco Obrero, a fin de alojar una población que rápidamente fue migrando del campo a la ciudad" (Freites, Y., 2002: Pág. 230).*



#### 4.6.4 Estructura político - institucional

La creación del INOS se decretó en abril de 1943. Los argumentos para su creación se pueden resumir de esta manera (Fundación Polar. 2000: búsqueda “Acueductos”):

*El Gobierno Nacional, reconociendo que ni las empresas particulares, ni los concejos municipales aseguraban un abastecimiento satisfactorio de agua potable, tomó a su cargo a partir de ese año la construcción y mejoramiento de la mayoría de los acueductos del país. El 15 de abril de 1943 fue creado el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), un ente especializado para atender las necesidades de saneamiento ambiental.*

*El INOS se encargó de todas las actividades que había venido desarrollando hasta ese momento la Dirección de Obras Hidráulicas y Sanitarias del MOP, consistentes en el estudio, construcción, reforma y aplicación de los sistemas de acueductos y cloacas del país. Con el concurso del INOS los cambios se hicieron notables, iniciándose la construcción de los primeros acueductos modernos de Venezuela.*

En este punto conviene hacer evidente que la localización y utilización de fuentes suficientes para responder a la nueva situación desbordaban la jurisdicción territorial y la competencia de las municipalidades. El rol del Municipio como ente prestador del servicio de agua y cloacas es desde entonces delegado al INOS. Según señalan Pedro Pablo Aspúrua y Celestino Martínez en 1970:

*“La administración del acueducto de Caracas, hasta 1943, fecha de la creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, venía funcionando como dependencia de la Gobernación del Distrito Federal; posteriormente, en vista de la expansión del área urbana hacia el este, que ocupó buena parte del área plana del Distrito Sucre del estado Miranda, fue necesario construir, para satisfacer la creciente demanda, un nuevo acueducto, conduciendo las aguas de los valles bajos vecinos Tuy I (Valles del Tuy medio). Entonces celebraron la Municipalidad Capital y la del Distrito Sucre del estado Miranda, un contrato con el Instituto recién creado en el que ambas municipalidades concedieron los derechos que les da la Constitución Nacional de administrar sus acueductos y cloacas. Desde esa época hasta la fecha la Administración del acueducto ha venido funcionando como una simple dependencia del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, pero se ha hecho tan complejo el problema que es conveniente revisar este concepto de manera de darle a la gerencia una mayor facilidad o ambiente para el desarrollo de su gestión en beneficio de la ciudadanía servida” (Aspúrua, P. P. Martínez, C., 1970: Pág. 664):*

Según señala Carmelo Urso, el INOS fue abriéndose paso dentro de la estructura gubernamental preexistente, para convertirse en una importante organización, principalmente destinada a la



construcción y operación de obras públicas de carácter sanitario: *“El INOS cobró vida paulatinamente, para convertirse en una importante organización del Estado venezolano en materia de obras públicas. Lo cierto es que a partir de 1943, la gerencia del agua comienza a tener más autonomía. Antes de la creación del INOS, era el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de su dirección de Obras Públicas y Sanitarias, el encargado de la gerencia de los acueductos. Le tomó un tiempo al INOS alcanzar su independencia organizacional. Después emprendería vuelo y se convertiría en la organización del estado con mayor alcance en la construcción de obras públicas, después de la industria petrolera”.* (Urso, C., 1999).

#### **4.7 CARACAS MODERNA, SIGLO XX (1950 - 1970)**

##### **4.7.1 Breve descripción de la ciudad**

Durante este lapso en Caracas se define la estructura metropolitana que la caracteriza actualmente. Si bien en 1950 se estimaba la inminente ocupación de todo el valle y de las colinas aledañas, a finales del período tal ocupación es definitiva. A pesar de las jurisdicciones de los municipios - que aún conservamos, incluso de manera más disgregada -, Caracas y los poblados vecinos se conurban en una sola entidad, dificultando - entonces y ahora - definir hasta dónde llegan los límites de la ciudad.

En efecto, Caracas se extendió en el valle central, en los valles secundarios y en las estribaciones montañosas al sur del Ávila, intentándose confinar su expansión mediante el reglamento de Zona Protectora, aparecido según decreto de 1972. Desde el punto de vista censal, el área metropolitana de Caracas se definió a partir de 1950 incluyendo al Municipio Libertador del Distrito Federal y al Distrito Sucre del estado Miranda. Pero si consideramos las relaciones de empleo, de movilidad y de dependencia respecto a las fuentes del recurso agua, el “fenómeno metropolitano” se extendió fuera de estos límites geográficos, incluyendo al Litoral Metropolitano, los Altos Mirandinos, los Valles del Tuy Medio y el Valle de Guarenas y Guatire.

Esta agrupación se hizo conocer como Subregión Metropolitana<sup>15</sup> en el Plan General Urbano de 1970 de la Oficina Municipal de Planeamiento Urbano - OMPU - (Gobernación del Distrito Federal, 1972: Pág. 22).



**Figura 4-19:** Delimitación de la Región Capital, de la Subregión Metropolitana y del Área metropolitana de Caracas, según decreto presidencial n° 72 de 1969.

Fuente: OMPU, 1972. Pág. 26.

Pero, restringiéndonos al ámbito más acotado de los distritos Libertador y Sucre existentes entonces, el plano de 1951 registra la situación de la capital antes de intentarse un nuevo plan: el Plan Regulador de la ciudad elaborado por la Comisión Nacional de Urbanismo del MOP. Ya en el capítulo precedente hemos detallado que, ante la inminente ocupación de las áreas llanas al este, el Plan incluyó valles y colinas del extinto Distrito Sucre al Este de la quebrada Chacaíto, y propuso importantes arterias viales.

El plano de 1967, preparado en ocasión de celebrarse cuatrocientos años de la fundación de Caracas, revela que todas las áreas planificadas fueron ocupadas y que la urbanización rebasó los límites del Plano Regulador de la CNU, para extenderse hacia los valles de Baruta, Macaracuay, El Cafetal y El Hatillo, pero también se explayó hacia el Sur y el Oeste, ocupando la Rinconada, Antímamo, Propatria. Después de esa expansión sólo quedarán intersticios por urbanizar, además de una creciente densificación de las áreas formales e informales.

<sup>15</sup> De acuerdo a la descripción que incluye el Plan General Urbano Caracas 1970 – 1990, la Subregión Metropolitana comprendería “...todo el Distrito Federal y los Distritos Sucre, Plaza, Zamora, Paz Castillo, Independencia, Lander, Urdaneta y Guacaipuro del Estado Miranda”.



**Figura 4-20:** Plano de Caracas hacia 1967.

Fuente: Lovera De Sola, I, 1967. Pág. 212.

Altimétricamente la ciudad ocupó cotas por debajo de la 860 y superó la cota 1290 msnm, abarcando un desnivel de 430 metros. En relación a la extensión, en 1970 la ciudad ocupó 13.000 Hás; es decir, se incorporaron casi 9.000 hectáreas respecto a la situación existente en 1950.

De acuerdo a los censos nacionales, el Área Metropolitana de Caracas pasó de 693.896 habitantes en 1950 a 2.183.935 en 1971. La población se incrementó en un millón quinientos mil habitantes, de modo que el crecimiento fue explosivo, mucho más que el período anterior, que ya había sido completamente inesperado. La expansión significó la aparición de urbanizaciones promovidas por el sector público y por el sector privado, aunque muchas de estas últimas apoyadas por un importante financiamiento del sector público. Según la Oficina Metropolitana de Planeamiento Urbano – también denominada OMPU como la existente en 1970 - la velocidad de la expansión también trajo secuelas en la ocupación informal: de 118 mil personas estimadas en 1950 que habitaban en las zonas informales, se pasó a casi 860 mil personas en 1970, de modo que se incrementó de un 16,7 % a 40,79% del total de la población de la ciudad (OMPU, 1981: Pág. 52).

Respecto a la población de las áreas aledañas que conforman la subregión metropolitana, la población pasó de unos 922 mil habitantes en 1950 (OMPU, 1972: Pág. 25) a 2.772.mil habitantes en 1971, de modo que, a pesar de la metropolitanización, el mayor crecimiento se produjo precisamente en el valle de Caracas.



#### **4.7.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica**

Desde el punto de vista de las fuentes, los 2.500 lps disponibles en 1950 con la incorporación de los embalses de La Mariposa y Agua Fría, además de las fuentes previamente existentes, resultaron rápidamente insuficientes para una ciudad que ya tenía patrones de consumo de agua propios de una metrópoli del siglo XX. Para la población de 1970, manteniendo la misma dotación de 310 lpd alcanzada en 1950, se requerirían 7.836 lps. A partir de 1950, las fuentes inmediatas a Caracas serían insuficientes, y entonces fue necesario obtener agua de fuentes más alejadas.

Es en este lapso cuando se inicia la construcción de los sistemas Tuy. La incorporación del sistema Tuy I fue la primera: una toma desde el río Tuy que aportó 4.200 lps hasta el embalse la Mariposa, originalmente previsto para retener las aguas del río El Valle, pero que desde 1967 sería utilizado como un estanque a cielo abierto.

Tal como resume la situación el Ing. Adolfo Yanes en 1966 (Yáñez, A, 1966: Pág. 9), el incremento de la población en la década de 1940 invalidó las previsiones del estudio encomendado a Consulting Engineers, y en 1952 se solicitó un nuevo estudio a la oficina “Proyectos de Ingeniería CA”, dirigida por los ingenieros Gustavo Pérez Guerra - Klindt. El primero había trabajado en el diseño y supervisión de los embalses de La Mariposa y Agua Fría. Los resultados de este informe señalaron una expectativa de población de un millón cuatrocientos mil habitantes para 1966 – recuérdese que para el censo de 1951, la población rondaba los 700 mil habitantes, es decir, se estimó que se duplicaría la población -, mientras que la demanda de agua potable, para una dotación per cápita de 307 lpd, sería de 4.980 lps.

La propuesta de la oficina Proyectos de Ingeniería, CA, consistía en un bombeo desde el río Tuy cercano a la población de Santa Teresa, hasta el Valle de Sartenejas – suponemos que donde hoy se encuentra la Universidad Simón Bolívar -, bombeando un caudal de 2.000 lps mediante 3 tubos de 30”, y un bombeo posterior de 5.000 lps necesario para cubrir la demanda de 1966. Una planta de tratamiento en las cercanías del embalse Sartenejas, permitiría la potabilización de las aguas.

Aunque este proyecto no fue realizado, debe haber servido de referencia al personal del INOS para proyectar lo que sería en definitiva el Tuy I: un sistema de aducción por bombeo desde el Bajo Tuy hasta el embalse la Mariposa para un gasto de 3.200 lps. El sistema comenzó a prestar servicio en agosto de 1957. En 1962, se optimizó el bombeo del Tuy I, permitiendo el envío de 4.200 lps.

No obstante estas mejoras, hacia 1962 la ocurrencia de graves sequías mermaron el caudal del río Tuy, y el persistente incremento de la población, hicieron necesaria la realización de un nuevo estudio. Éste fue encargado al ingeniero Jesús Guillermo Pieretti y se basa en el bombeo de aguas del Tuy, embalsadas en un nuevo dique, el de Lagartijo, un río afluente del Tuy. El embalse localizado cerca de la población de San Francisco de Yare, permitiría abastecer, además de

Caracas, a las poblaciones de San Francisco de Yare y Santa Teresa del Tuy, con lo cual se adicionaban otros centros poblados al sistema de abastecimiento.

El embalse de Lagartijo fue culminado en 1962; también se adicionaría el aporte del embalse Quebrada Seca, construido en 1961. Las aguas de ambos embalses se transportarían por bombeo hasta una nueva planta de tratamiento situada al este de la ciudad: la planta de tratamiento Ciudad de Caracas, ubicada en La Guairita, sería más grande que la de La Mariposa y la de Caricuao; su capacidad de diseño fue de 7.500 lps, pero funcionará para una producción promedio de 6.000 lps. Con el sistema Tuy II se adicionaban 6.000 lps al abastecimiento de la ciudad de Caracas, lo cual permitió incrementar el suministro a unos 12.680 lps, un gasto capaz de atender una población de 3.300.000 habitantes.



**Figura 4-21:** Fuentes de Abastecimiento del Acueducto de Caracas. Aducciones existentes y futuras en 1965.

Fuente: Guillermo Pieretti, J. Tomo III. 1965: Pág. 1.

Pero no sólo se realizaron mejoras en el abastecimiento y transporte de agua, sino en la potabilización de agua potable. De acuerdo a la descripción que realiza HIDROCAPITAL de estas plantas de tratamiento, las primeras construidas en la ciudad (página web HIDROCAPITAL/Infraestructura hidráulica/Nuestras Plantas de Tratamiento<sup>16</sup>), fueron las de La Mariposa, la de Macarao y la de la Guairita.

<sup>16</sup> Recuperado el 04 de mayo de 2012 desde [http://www.hidrocapital.com.ve/internet/index.php?option=com\\_content&task=view&id=128&Itemid=17](http://www.hidrocapital.com.ve/internet/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=17)



La planta de La Mariposa tiene dos salas. En 1951 entró en funcionamiento la Sala A y en 1956 la sala B. Su localización es aguas abajo del Dique de La Mariposa, en la Carretera Nacional a los Valles del Tuy. Su capacidad de potabilización es de 4.300 litros por segundo, y trata las aguas del embalse de La Mariposa, el cual recibe aportes propios provenientes del río Valle, y el trasvase del río Tuy, y de los embalses Quebrada Seca y Lagartijo, mediante el sistema de bombeo Tuy I; posteriormente, a inicios de la década de los '70 se adicionará el aporte del embalse Camatagua. El agua tratada desde esta Planta abastece a Caracas, pero, además, a las comunidades de los Altos Mirandinos.

La planta de tratamiento de Macarao, también denominada de Caricuao, comenzó a operar en 1951. Su localización es al final del pueblo de Macarao. Su capacidad máxima tratamiento es de 120 litros por segundo, y abastece a las comunidades de Macarao, Kennedy, Ruiz Pineda y parte de los barrios que se encuentran adyacentes a la carretera vieja de Los Teques. Utiliza como fuente de abastecimiento el agua proveniente de las Tomas Sabaneta y Aguaré.

Por su parte, la planta de tratamiento Ciudad Caracas, mejor conocida como La Guairita, opera desde 1967, está ubicada al final de la Av. Principal de Macaracuay. Su capacidad máxima de producción es de 7.500 litros por segundo, que son enviados al consumo del valle de Caracas. Utiliza como fuente de abastecimiento los embalses Lagartijo, Taguacita, Taguaza que se trasvasa a este último, Quebrada Seca y La Pereza, y el río Tuy, mediante el sistema Tuy II. Otras plantas periféricas fueron construidas por el INOS en este período, tales como las Plantas de Tratamiento de Naiguatá (1958) y de Carayaca (1963)

Debe destacarse que a partir de este momento comienza a evidenciarse la complejidad del acueducto metropolitano: multiplicidad de fuentes localizadas en distintos sitios de la Subregión Metropolitana, a muy diferentes cotas altimétricas; complejidad de los sistemas de aducción por bombeo y tratamiento; multiplicidad de de destinos servidos por el acueducto. Esta complejidad se mantendrá desde esta fecha hasta la actualidad.



**Cuadro 4-2.** Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1970.

Origen	Fuente	Aforo (lps)
Fuentes propias	<b>Ríos principales</b>	<b>1.853,0</b>
	Río Valle (antes de su desembocadura)	549,0
	Río San Pedro	1.004,0
	Río Macarao	300,0
	<b>Otras quebradas menores</b>	<b>336,4</b>
	Qda. Catuche	11,9
	Qda. Coticita	4,1
	Qda. Tócome	67,0
	Qda. Caurimare	136,0
	Qda. Anauco	7,9
	Qda. Gamboa	8,0
	Qda. Ávila	14,5
	Qda. Pajarito	6,0
	Qda. Sebucán	8,0
	Qda. Quintero	8,0
	Qda. Chacaíto	65,0
	<b>Subterráneas</b>	<b>300,0</b>
	Acuíferos sector El Paraíso	120,0
	Acuíferos en Chacaíto, la Floresta y otros sectores del Dtto Sucre	180,0
Fuentes externas	<b>Ríos principales</b>	<b>10.200,0</b>
	Río Tuy (Tuy I)	4.200,0
	Ríos Lagartijo y Ocumarito (Tuy II)	6.000,0
<b>TOTAL</b>		<b>12.689,4</b>

Fuentes: Jiménez, G. Las Aguas del Valle de Caracas. ANIH. Boletín N° 1. Junio de 2001

Yáñez, A. Acueducto de la Zona Metropolitana. Plan Básico de Distribución. Caracas, 1966.

Respecto a las redes de distribución, su extensión y configuración fue muy cambiante en el período que va de 1950 a 1970. Un plano de la red existente en 1950, preparado por The Pitometer CO, Inc. para el INOS, muestra una estructura bastante parecida a la existente en 1935.

Analizando este plano (ver anexo) se observa que al Calvario llega la aducción de Macarao. Se trata de una tubería de 450 mm que recorre la Av. San Martín y cruza el sector El Guarataro, para alimentar los estanques de El Calvario. Desde El Calvario salen 4 tuberías a la red de distribución en diámetros que varían de 250 a 600 mm, y surten a sectores localizados desde Catia hasta La Florida, y al sur del Guaire abastecen a El Paraíso, San Agustín del Sur, Buenos Aires y sectores

adyacentes a éstos. Se observa que la antigua acequia de Macarao sigue en funcionamiento. Desde ella se surten las urbanizaciones Bella Vista, Artigas, El Guarataro y sus adyacencias, e incluso se bombea agua desde el sector La Piña en Artigas atravesando la estribación montañosa hasta un estanque que alimenta a Propatria, Nueva Caracas, Los Magallanes y Los Flores de Catia. La acequia no alimenta directamente a los estanques de El Calvario.

El suministro se mantiene insuficiente, pues se observan innumerables pozos. En el plano se pueden contar veintiuno (21), de Este a Oeste, en los sectores Bello Monte (3 pozos), La Campiña (1 pozo), Quebrada Honda (2 pozos), La Charneca (1 pozo), El Conde (1 pozo), San Agustín del Norte (2 pozos), Puente Sucre (1 pozo), Hipódromo El Paraíso (2 pozos: el 19 de abril y Petión), Catia y Nueva Caracas (2 pozos), Los Flores de Catia (1 pozo), Los jardines del Valle (3 pozos), Los Chaguaramos (1 pozo), y Ciudad Universitaria (1 pozo). El plano no muestra el desarrollo de los sectores residenciales situados en el estado Miranda, donde también existían pozos y tomas en la vertiente norte del Ávila.

La nueva tubería desde el embalse de La Mariposa se observa en avance. El embalse y La planta fueron culminados en 1951, de modo que los probablemente aún no estaba en funcionamiento. Recorre con un diámetro de 34" las urbanizaciones Los jardines del valle, El Valle, la avenida Roosevelt y empalma con la Av Las Acacias, ahora con un diámetro de 24", para detenerse en la urbanización La Florida.



**Figura 4-22:** Acueducto de Caracas. Red de Distribución en 1950.

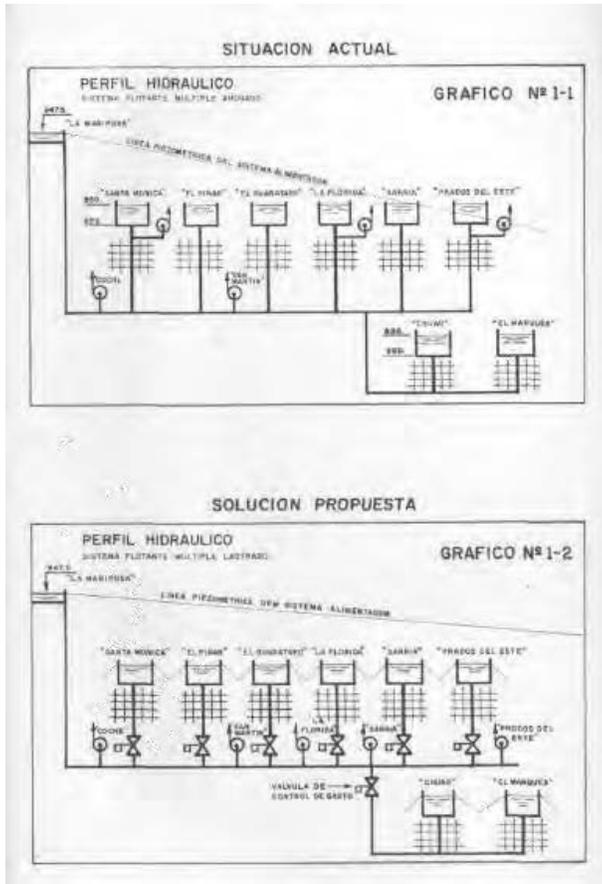
Fuente: The Pitometer Inc- 1950. Planoteca Hidrocapital.



El posterior crecimiento de la ciudad y su posición altimétrica supuso ajustes muy importantes respecto a la forma de organizar la distribución. Hacia 1958, el sistema de distribución fue configurado por el Ing Vinay del Departamento Técnico del INOS en cuatro redes: una red baja, una red media, una red superior baja y una red superior alta.

Esta configuración, aunque tenía ventajas respecto a las formas de distribución previas, presentaba varias desventajas: el servicio era discontinuo, es decir, se servían unas redes por lapsos de tiempo y se dejaba de ofrecer el servicio en otras; la operación de la planta de tratamiento de la Mariposa operaba a gasto variable, lo cual afectaba la calidad del tratamiento; los estanques de almacenamiento no funcionaban como estanques compensadores; en las redes se registraban presiones mayores a las proyectadas, debido a las condiciones de presión requeridas para hacer llegar el agua a los estanques situados en puntos más altos; se desconocía la forma de repartición del agua y hubo dificultad para controlar los consumos y, por ende, la distribución del agua no era equitativa entre los distintos sectores de la ciudad (Yanes, A., 1966: Pág. 14).

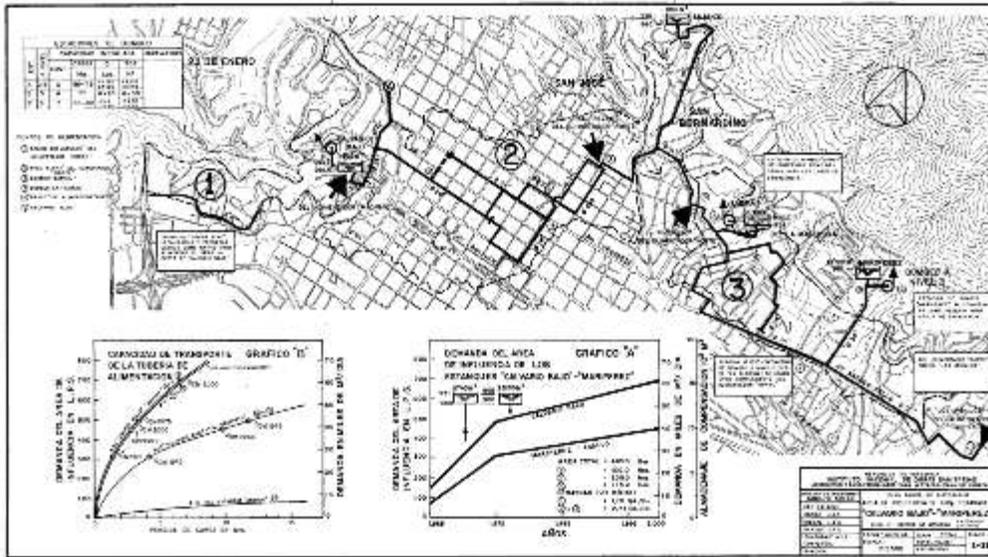
La revisión del sistema de distribución fue encargada al Ing. Adolfo Yanes en 1966, y se recoge en el estudio “Plan Básico de Distribución”, siendo este esquema el que se utiliza actualmente. De acuerdo con este estudio, la distribución debía configurarse para operar en “lastre”, o sistema lastrado, controlando la cantidad de agua despachada por sectores altiméricamente diferenciados, utilizando para ello válvulas de control, algunas operadas manualmente, lo que obligaría a “medir” los despachos. Para atender las variaciones horarias se utilizarían estanques compensadores, muchos de los cuales ya existían, pero no operaban adecuadamente. El suministro a diferentes cotas estaría asegurado mediante estaciones de bombeo que atenderían a la red que les correspondiese, según las cotas de servicio (Yanes, A., 1966: Págs. 14 y15.)



**Figura 4-23:** Representación gráfica del sistema de distribución existente versus el sistema lastrado.

Fuente: Yanes, A. 1966: Pág. 1.





**Figura 4-26:** Detalle de la propuesta de distribución a partir de los estanques Calvario y Maripérez.

Fuente: Yanes, A. 1966: Plano 2-28.

Las redes de servicio de toda la ciudad quedarían distribuidas altimétricamente, según nueve “niveles de servicio”, a saber:

- Nivel 0 : redes de distribución hasta la cota 860 msnm
- Nivel 1: entre 860 y 905 msnm (45 metros de desnivel)
- Nivel 2: entre 905 y 940 msnm (35 metros de desnivel)
- Nivel 3: entre 940 y 990 msnm (50 metros de desnivel)
- Nivel 4: entre 990 y 1.050 msnm (60 metros de desnivel)
- Nivel 5: entre 1050 y 1130 msnm (80 metros de desnivel)
- Nivel 6: entre 1130 y 1.210 msnm (80 metros de desnivel)
- Nivel 7: entre 1.210 y 1.290 msnm (80 metros de desnivel)
- Nivel 8; redes de distribución por encima de 1.290 msnm

El estudio del Ingeniero Yánes fue bastante acucioso, y definió una manera racional de operar el sistema de alimentadores, estanques de almacenamiento y estaciones de bombeo de la ciudad.

En relación a las cloacas, también hubo avances muy relevantes en este período. El Ingeniero Santos Eduardo Michelena, con el apoyo del INOS, fundó el Laboratorio de Hidráulica Ernesto León Delgado, en el cual se incorporó un nutrido grupo de ingenieros venezolanos, asesorados por especialistas norteamericanos muy calificados. Los aportes más importantes del Laboratorio

Ernesto León Delgado fueron dos: el proyecto de los nuevos colectores marginales del Guaire desde las Adjuntas hasta El Llanito, y la elaboración del proyecto de canalización del río Guaire.

El proyecto de los colectores marginales del Río Guaire fue realizado bajo la asesoría y supervisión del Ing. Lloyd Shumaker y participaron como proyectistas varios ingenieros venezolanos, entre los que cabe mencionar a José Antonio Ayala Duarte, Diego Bautista Mejías, Pedro Cordido W, José Antonio Farías, Mendoza, Werner Hertz, Gustavo Maggi Calcaño, Andrés Marcano Coello, Arthur B. Morril, José Najul, Luis Osorio Struve, José B. Pérez Guerra, Jesús Guillermo Pieretti, Andrés Sucre Eduardo, José Antonio Troconis (ANIH, 2005: Pág 58).



**Figura 4-27:** Identificación de los colectores existentes en 1970. Se resalta la localización de la quebrada La Vega y la localización de la confluencia de los colectores de la Av. O'Higgins con el colector marginal del río Guaire, para identificar la ubicación de las figuras posteriores.

Fuente: Marcano, E. 1993: Pág. 88.



El proyecto a escala 1:1.000, con numerosos perfiles y detalles constructivos, muestra la complejidad del trazado y lo refinado de las soluciones, las cuales debían recoger aguas residuales y aliviar el exceso en el canal del río Guaire que se construiría.

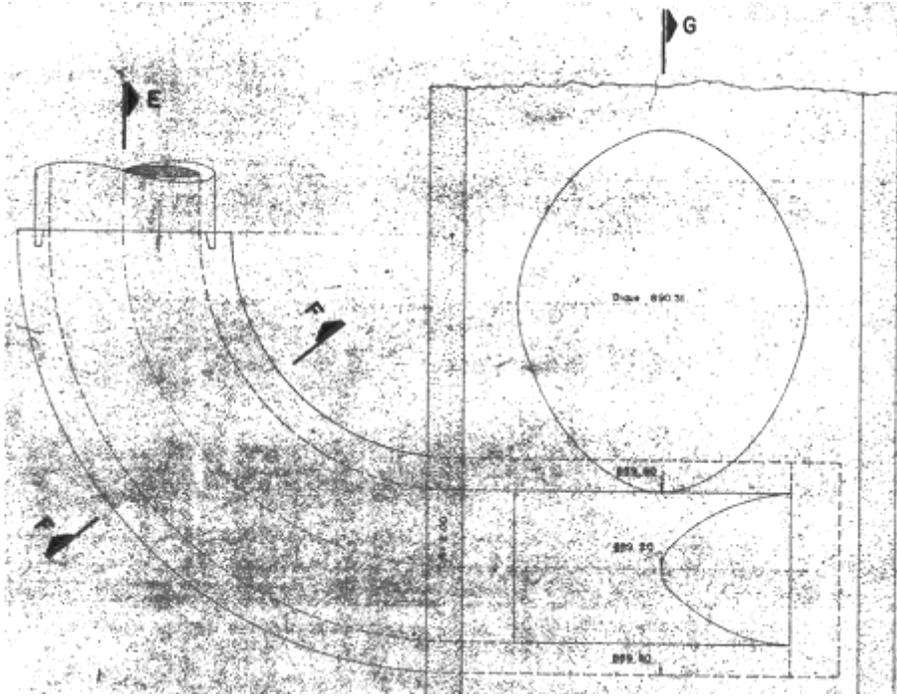
Como se describió antes (período 1988-1930, punto 4.5.2), desde 1919 se había iniciado la construcción de un sistema de alcantarillado que incluía un colector marginal izquierdo para el río Guaire. De acuerdo con la descripción que realizó la Comisión de Licitación del Acueducto de Caracas en 1992:

*“Los colectores marginales del Guaire fueron construidos por etapas y a medida que la ciudad lo requería, así el marginal izquierdo es cronológicamente más antiguo que el derecho e inicialmente se construyó el tramo entre la quebrada Caroata y el hoy puente de la Av. Fuerzas Armadas, luego se continuó según lo exigía el desarrollo de la ciudad. El marginal derecho se comenzó para recoger las descargas de El Paraíso y Puente Hierro, y se fue construyendo en la medida que la ciudad se desarrollaba en esa margen del río. Esto trajo como consecuencia que las dimensiones y formas de ambos colectores sean muy variadas debido al aprovechamiento que se hizo en cada ocasión de las formaletas y materiales de que se disponía.”* (BPP Ingenieros Consultores, 1992: Pág. 9)

Para 1940 estaban construidos el marginal izquierdo desde Antímano hasta pasar el aeropuerto La Carlota, y el derecho, desde la urbanización Las Fuentes hasta Puente Mohedano en San Agustín. El proyecto liderado por Lloyd Shumaker revisa entre 1958 y 1961 todo lo realizado hasta esa fecha, según el cual el INOS remodela y construye entre 1961 y 1968 a lo largo de 40 kilómetros los marginales izquierdo y derecho que se tienen en la actualidad, logrando así un sistema de recolección de aguas residuales cuya capacidad conjunta es de 60 m<sup>3</sup>/seg, suficientemente holgado para las necesidades futuras de la ciudad. De acuerdo con lo descrito por la ya referida Comisión:

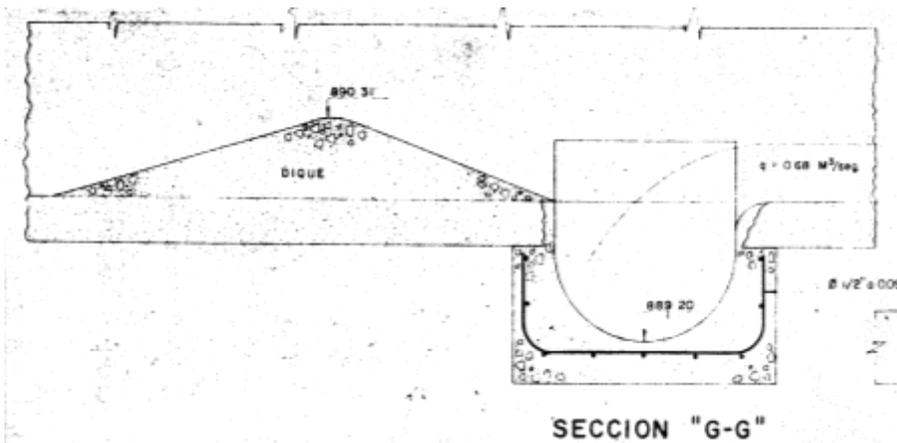
*“En 1958 se comenzó la revisión de ambos marginales para adaptarlos a las necesidades de la ciudad, dando por resultado el proyecto que comenzó a construirse en 1961 y fue terminado en 1968, según el cual se reconstruyeron o se abandonaron los tramos incapaces o cuyo trazado no estaba de acuerdo a las necesidades, adoptándose los que llenaban las exigencias del diseño. La capacidad de ambos colectores garantiza la recolección total de las aguas servidas de Caracas, mucho más allá de los planes de abastecimiento de aguas blancas que se tienen para la ciudad, pus su capacidad combinada es de unos 60 m<sup>3</sup>/seg y considerando un coeficiente de retorno a la cloaca, el abastecimiento de agua debería estar en el orden de los 75 m<sup>3</sup>/seg y si a esto agregamos el retardo del escurrimiento debido a los 40 kilómetros de recorrido podemos concluir que por mucho tiempo serán capaces de recolectar la totalidad de las aguas servidas de esta ciudad capital”.* (BPP Ingenieros Consultores, 1992: Pág. 9 y 10)





**Figura 4-30:** Perfil longitudinal colector de alivio al colector marginal derecho del Guaire.

Fuente: Planos Laboratorio de Hidráulica Ernesto León D. Archivo Ing. José Najul.

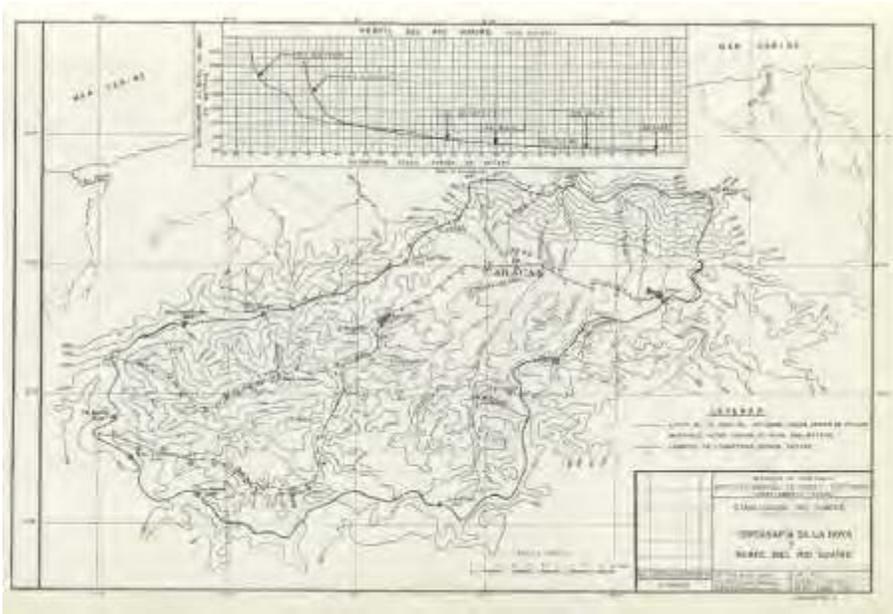


**Figura 4-31:** Aliviadero de fondo del embovedado de la quebrada La Vega, para el desvío de aguas residuales hacia el colector del Guaire.

Fuente: Planos Laboratorio de Hidráulica Ernesto León D. Archivo Ing. José Najul.

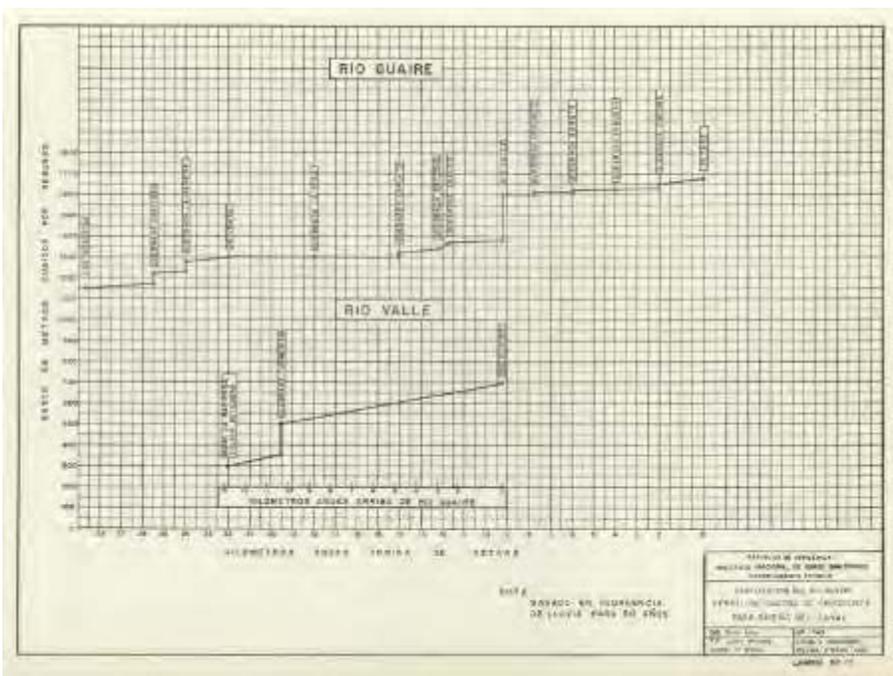
Por su parte, la canalización del río Guaire fue objeto de un minucioso análisis hidráulico realizado mediante el estudio de modelos a escala que simulaba el recorrido del agua en régimen supercrítico. La sección recomendada fue una sección parabólica, la cual, de acuerdo a los estudios realizados, garantizaría el arrastre de sedimentos y optimizaba la evacuación en las aguas para un gasto correspondiente a 100 años de período de retorno, estimado en más de 1.000 m<sup>3</sup>/seg. El

proyecto fue precedido por un exhaustivo estudio hidrológico, elaborado por Wiese, en el cual los análisis de 67 estaciones meteorológicas permitieron determinar intensidades de lluvia y aportes en distintos tramos del recorrido de la hoya del Guaire.



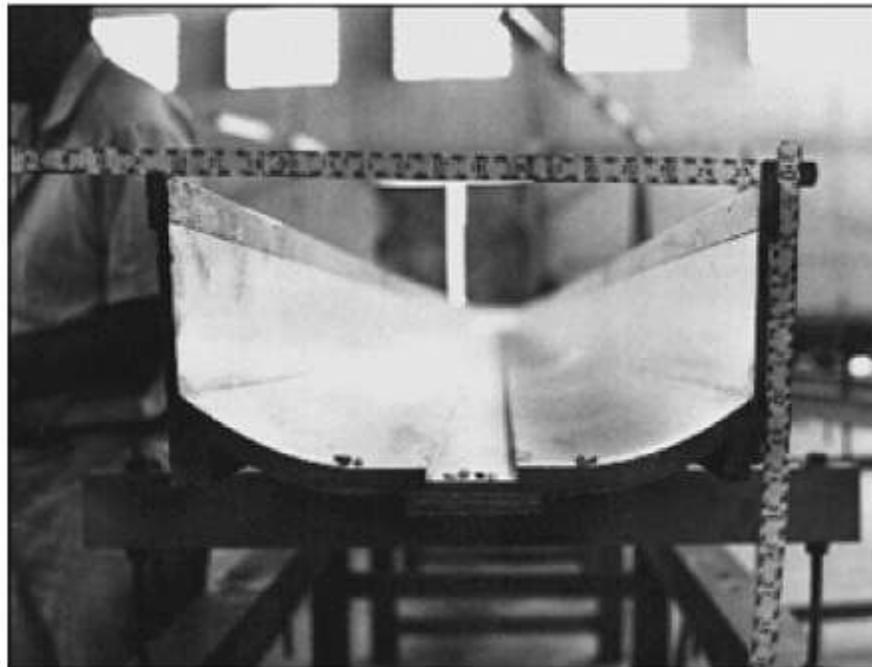
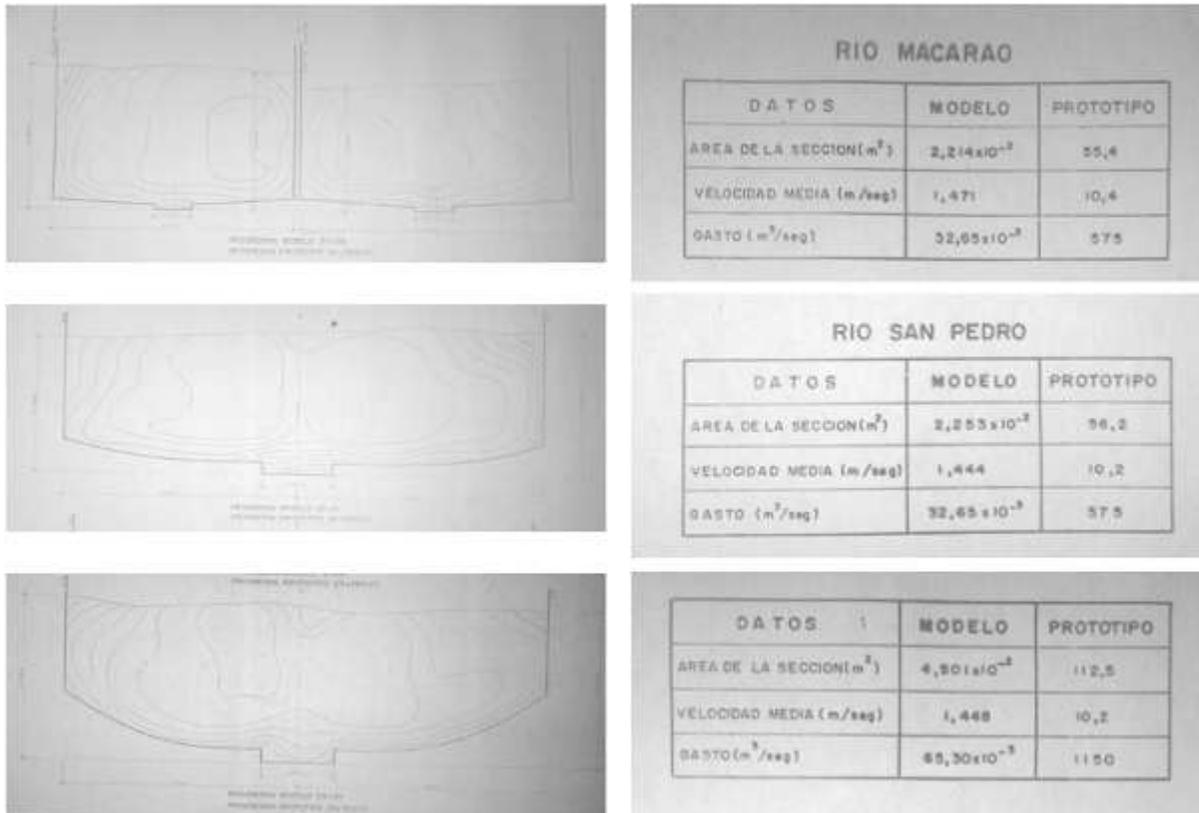
**Figura 4-32:** Análisis de perfiles hidráulico de río Guaire.

Fuente: Wiese, R. 1959.



**Figura 4-33:** Perfil de gastos de creciente para diseño del caudal.

Fuente: Wiese, R. 1959.



**Figura 4-34:** Secciones del modelo a escala de la canalización de los ríos San Pedro y Macarao

Fuente: Planoteca HIDROCAPITAL. Planos Laboratorio de Hidráulica Ernesto León D..

**Foto 4-16:** Modelo de la sección parabólica auto limpiante, confeccionada por el equipo del Laboratorio de Hidráulica "Ernesto León Delgado".

Fuente: Michelena, S. ANIH. Boletín N° 10. 2005.



A pesar del meritorio esfuerzo realizado en el diseño y modelación de la solución parabólica, el proyecto elaborado por el personal del Laboratorio Ernesto León Delgado no fue construido. Una decisión ejecutiva del Ministerio de Obras Públicas asignó la responsabilidad de elaborar un nuevo proyecto a los ingenieros Celestino Martínez y Víctor Sardi, quienes proyectaron la sección trapecial que ofrece el Guaire actualmente, proyecto diseñado para una creciente de 500 m<sup>3</sup>/seg, en lugar de 1.000 m<sup>3</sup>/seg que estimó el proyecto, de acuerdo a los datos aportados por Robert Wiese. No obstante, salvo contadas ocasiones, el proyecto construido ha cumplido satisfactoriamente con la función de protección contra grandes crecidas durante los años que lleva construida, existiendo algunos tramos donde deberían realizarse mejoras para evitar estrangulamientos, como es el caso del puente a la altura de Las Mercedes, que no permite el paso de caudales superiores a 300 m<sup>3</sup>/seg. Por otra parte, el diseño ejecutado no ofreció las ventajas de reducir los costos de mantenimiento y facilitar la limpieza (Pérez Lecuna, R., 2005).

#### **4.7.3 Contexto científico, social y cultural**

En el período 1950 – 1970 el desarrollo de la ingeniería en el país tiene un momento estelar que se refleja en el desarrollo de las escuelas de arquitectura e ingeniería, la fecunda construcción de obras públicas, la elaboración de planes de ordenamiento urbano y territorial, de políticas de protección de cuencas, la publicación de normas y manuales, entre otras evidencias.

Desde el punto de vista de la educación e investigación científica, valga reseñar lo que opina la Dra. Yajaira Freites, del IVIC:

*A partir de 1958 ocurre la estabilización de la vida política mediante el Pacto de Punto Fijo donde los partidos políticos acuerdan las reglas del juego democrático; los sucesivos gobiernos ponen y/o continúan políticas del Estado destinadas a fomentar la industrialización para la sustitución de la importación de bienes finales, junto con la reforma agraria y la expansión de los servicios públicos (infraestructura vial y urbana, salud); ello dará lugar a la masificación de la educación desde la primaria a la universitaria. La expansión de la instrucción universitaria, facilitará la creación de nuevos espacios para el desarrollo de la ciencia; y al extenderse el sistema universitario a las provincias, permitió a estas acceder eventualmente al mundo científico, lo cual se inició con la creación en 1958 de la Universidad de Oriente (UDO) y la reapertura de la Universidad de Valencia, ahora de Carabobo (UC).*

*La investigación científica que en los años cuarenta a los cincuenta estuvo alojada casi exclusivamente en las oficinas de los ministerios, tendrá una nueva oportunidad de desarrollarse más libremente en la universidad estatal y autónoma que es el núcleo del sistema universitario venezolano construido durante este período del siglo XX. Es un vasto y complejo sistema, un tanto desarticulado que evolucionó de principios de los sesenta de tres universidades estatales (UCV,*



*ULA y LUZ) y dos privadas (UCAB y USM)), a uno expandido por casi todo el territorio nacional, integrado principalmente por universidades estatales autónomas y semiautónomas, colegios e institutos universitarios tutelados por el Ministerio de Educación, junto con similares entes de carácter privado. Si bien por ley, la investigación es una de las tareas fundamentales de la universidad, esto no se cumple a cabalidad y es un objetivo por alcanzar todavía, tanto en las instituciones estatales y más en las privadas.*

*Con la creación en 1958 de la Facultad de Ciencias en la UCV, se completa la actualización y modernización de la universidad venezolana; en los años siguientes otras universidades estatales empezaran a contar con sus respectivas facultades de ciencias (ULA, LUZ y UC) o con los respectivos departamentos de ciencias como la UDO y la Universidad Simón Bolívar (USB)” (Freites, Y., 2002: Pág. 232).*

El período 1945 – 1970 se caracterizó además por una gran conflictividad política. A pesar de los drásticos cambios gubernamentales y la permanente amenaza de insurrecciones y revueltas militares, en este período se lograron implantar ambiciosos planes de intervención del abastecimiento de agua, saneamiento de aguas residuales y canalización de aguas de lluvia para el área Metropolitana de Caracas, lo que constituyó un gran reto profesional e ingenieril, pues se trataba de dar respuesta a apremiantes demandas de una ciudad que triplicó su población. La sólida formación de ingenieros venezolanos, aunada a una mística de trabajo que se transmitió desde las instituciones públicas - pues buena parte de los profesionales pertenecían o pertenecieron al MOP y al INOS -, permitió transitar este turbulento período exitosamente desde el punto de vista de las obras públicas.

Pero no se logró reducir la desigualdad social; por el contrario, aumentó. De acuerdo a las estimaciones de la OMPU, mientras en 1941 el porcentaje de habitantes que habitaba en barrios era de 16%, en 1966 este porcentaje se encontraba alrededor del 22%. Pero la misma fuente aclara que de acuerdo al censo de Barrios efectuado por el INOS en 1966, el número de ocupantes en zonas de ranchos alcanzó 579.242 habitantes, lo que representaría casi un tercio de la población del AMC (OMPU, 1972: Pág. 57), las cuales ocuparon áreas infra urbanizadas, sin redes adecuadas de infraestructura hidráulica.

#### **4.7.4 Estructura político - institucional**

A nivel nacional el fenómeno de la urbanización fue atendido institucionalmente mediante la conformación en 1945 de la Comisión Nacional de Urbanismo (CNU), entidad adscrita al Ministerio de Obras Públicas. El Plano Regulador de Caracas redactado por la CNU en 1951, fue instrumentado legalmente a través de la Ordenanza de Zonificación redactado por la Dirección de Obras Públicas Municipales del Distrito Federal en 1952; aunque esta Ordenanza no fue aprobada



por el Concejo Municipal, se le aplicó discrecionalmente. En el ámbito del Distrito Sucre, el Plan Regulador fue instrumentado mediante la Ordenanza de Zonificación del Distrito Sucre en 1953.

La CNU duró hasta 1957, cuando el Ministerio de Obras Públicas absorbió sus funciones a través de la Dirección de Urbanismo, la cual existía en el MOP antes de la CNU y era su brazo técnico. La centralización de las competencias urbanísticas tuvo un contrapeso en la gestión local cuando en 1960 fue creada la Oficina Municipal de Planeamiento Urbano (OMPU), una dependencia de la Gobernación del Distrito Federal *“sobre la cual recayó la responsabilidad de los planes urbanísticos de la ciudad. Durante los primeros años de funcionamiento, la labor de la OMPU se orientó principalmente a la aplicación de la Ordenanza de Zonificación y a atender compromisos relativos a estudios específicos; como consecuencia, la revisión del Plan de 1951 no pudo efectuarse y la ordenanza de zonificación, modificada parcialmente, vino en la práctica a suplantar al Plan Regulador”* (OMPU, 1972: Pág. 19).

De modo que el Plano Regulador de 1951 y las ordenanzas de zonificación municipales que le sucedieron, fueron utilizados para las labores de gestión urbana hasta 1972, cuando fue sustituido por el Plan General Urbano Caracas 1970 – 1990, redactado por la OMPU, aún dependiente de la Gobernación del Distrito Federal.

La revisión de proyecto y el otorgamiento de permisos para urbanizar, constituyeron materias de competencia concurrente entre el poder nacional y el municipal. En 1958 a través del Decreto 317 (G.O. N° 25.704) la Junta de Gobierno atribuyó facultades al Distrito Federal y al Distrito Sucre del Estado Miranda en materia de edificaciones, urbanizaciones y parcelaciones, señalando la incumbencia del Ministerio de Sanidad. Posteriormente en 1959 a través del decreto 544 (G.O. N° 25.866) se dispuso que ambos distritos aplicaran directamente las competencias materia sanitaria que correspondían al Ministerio de Sanidad. En 1961 aparece la resolución N° 4 del MSAS (G.O. N° 752 extraordinaria), en la que se promulgan las *“Normas Sanitarias para proyecto, Construcción, Reparación, Reforma de Edificios”*. Estas normas, con algunas modificaciones posteriores efectuadas en 1988 (G.O N° 4.044), es la norma que se aplica actualmente.

En 1963 la Oficina Municipal de Planeamiento Urbano del Concejo Municipal del Distrito Federal (OMPU) completó un *“Estudio de Base para la formulación de una Tesis sobre el Área Metropolitana de Caracas”* que además de aportar datos para la formulación del Plan General Urbano 1970 - 1990, relacionaba el Área Metropolitana de Caracas con la región, proponiendo ampliar el alcance territorial del gobierno local, con miras a establecer un gobierno metropolitano. En 1972 se creó la mancomunidad urbanística, ampliándose así las funciones de la OMPU a toda el área metropolitana de Caracas.



Por su parte el INOS, creado en 1943, fue ampliando sus funciones como constructor y administrador de acueductos regionales: para finales de 1948 contaba con 23 acueductos, ascendiendo a 129 en 1964. Por otra parte, como consecuencia del éxodo del campo a la ciudad, también se incrementó la población atendida por el Instituto: en 1963 atendía 2.543.000 personas con acueductos y 1.565.000 con cloacas. Para el decenio 1962-1971 la dotación de agua potable y de sistemas de alcantarillado superó un 70% de la población urbana del país. En la introducción de la Memoria del MOP correspondiente a 1970, el ministro afirmó que, debido a las presiones resultantes del acelerado crecimiento demográfico y urbanístico, debía proveerse de 2.000.000 de m<sup>3</sup> de agua diarios para satisfacer el consumo humano del país, pero este objetivo estuvo lejos de ser cumplido a pesar de las cuantiosas inversiones realizadas (Fundación Polar, 2000: Búsqueda “Acueductos”).

Puede señalarse que en este período el MOP, el INOS y los municipios atendieron las crecientes necesidades de una población urbana que crecía aceleradamente, pero no pudieron abordar satisfactoriamente las inequidades de acceso al suelo urbano y a los servicios de agua potable y saneamiento, en desmedro de la población más pobre.

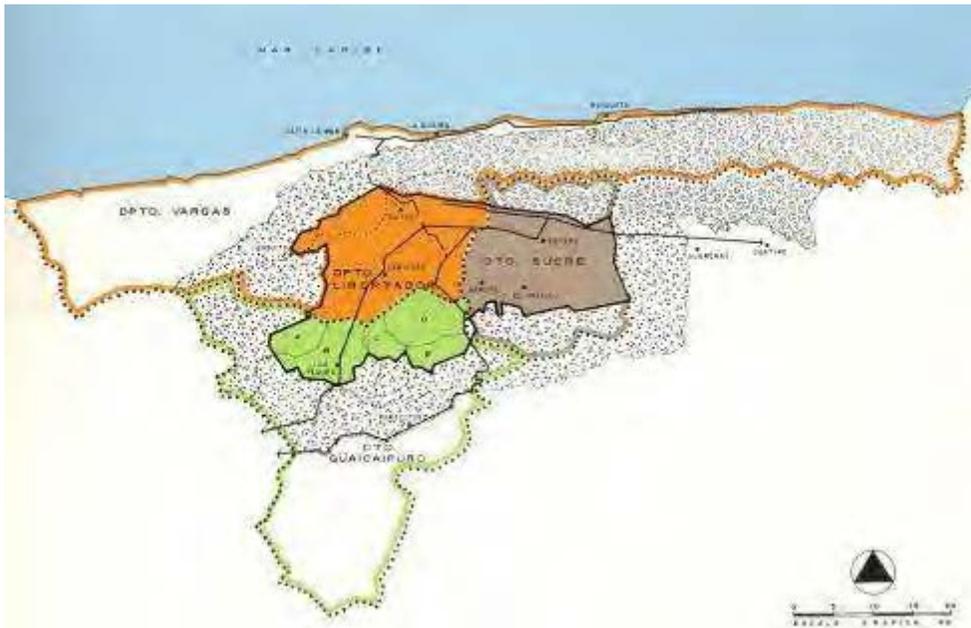
#### **4.8 CARACAS POSTMODERNA. AUJE Y DECLIVE DEL INOS, SIGLO XX (1970-1990)**

##### **4.8.1 Breve descripción de la ciudad**

Para 1970, Caracas ya se entiende como una urbe metropolitana. Ya hemos comentado que en el Plan General Urbano de Caracas 1970 – 1990, elaborado por la OMPU, se definió como “subregión metropolitana” una extensión que superaba en gran medida el Valle de Caracas, y que incluía al Litoral Metropolitano, los Altos Mirandinos, los Valles del Tuy Medio y el Valle de Guarenas y Guatire. Esta agrupación obedeció al Decreto N° 72 de Regionalización de 1969, donde se define la Región Capital, integrada por el Distrito Federal y el Estado Miranda, y dentro de esta región, a la referida Subregión Metropolitana, cuya extensión podía circunscribirse en un radio de 50 kilómetros desde el centro de Caracas. En la técnica de planificación urbana que se practicaba entonces, el marco regional de la planificación era indispensable para señalar las expectativas de crecimiento urbano, muy especialmente en el caso de Caracas, que entonces era entendido como el principal polo de desarrollo del país<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> En su diagnóstico acerca del carácter motriz del polo de desarrollo que constituye Caracas, el Plan General Urbano Caracas 1970 – 1990 señala (Pág 22) “...Es importante recordar que en las últimas cuatro décadas el Estado Venezolano se ha convertido en factor principal de la vida económica nacional, al percibir totalmente la renta petrolera. Un alto porcentaje de las inversiones gubernamentales se ha concentrado en la Capital, y esto ha sido incentivo para atraer igualmente la actividad económica privada.”. Al respecto, la propuesta del Plan será la de entender la conveniencia para el desarrollo regional de que se promuevan otros polos de desarrollo que, junto a Caracas, comiencen a articularse como un sistema.

En el Plan Caracas 2000, elaborado por la dependencia denominada desde entonces Oficina Metropolitana de Planeamiento Urbano (OMPU), se señala la existencia de un área metropolitana interna, constituida por buena parte de los distritos Federal y Sucre, y un área metropolitana externa, comprendida por los municipios San Pedro, Los Teques, Carrizal, San Antonio y Cecilio Acosta del Distrito Guacaipuro, así como por las zonas de El Junquito, al Oeste, y Mariches, al Este, estas dos últimas pertenecientes al Distrito Federal y al Distrito Sucre, respectivamente (OMPU, 1981: Pág. 38).



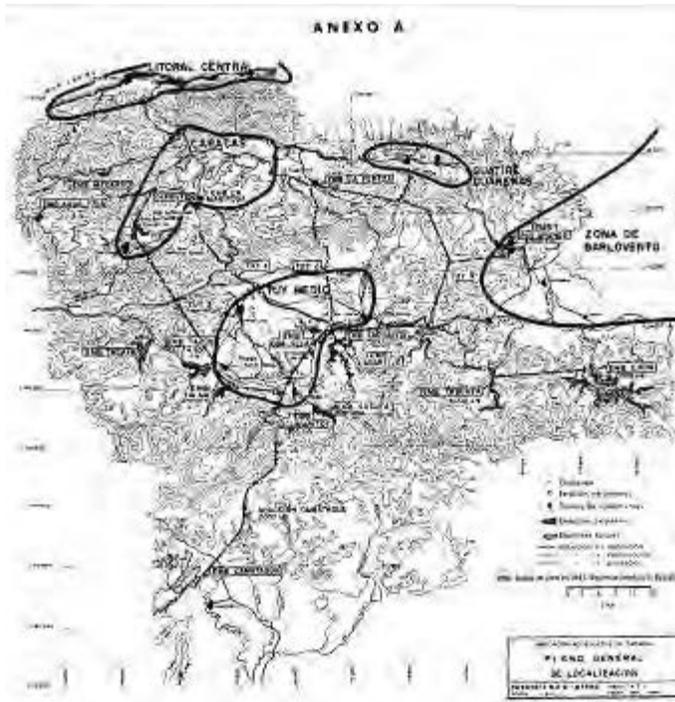
**Figura 4-35:** División política administrativa del Área Metropolitana de Caracas.

Fuente: OMPU. Plan Caracas 2000. 1981: Pág 40.

Es indudable que para el período que inicia en 1970, el fenómeno de incorporación metropolitana desde Caracas desborda los límites censales expresados en 1951 y significa un territorio mucho mayor, especialmente para los fines de abastecimiento de agua potable. Al respecto, valga revisar la definición que realizó en 1967 el Dr. Pedro Pablo Aspúrua junto al Dr. Germán Rovati en un artículo publicado en la Revista Obras Públicas, de España:

*“Se entiende por Caracas la población que deberá ser abastecida por el sistema de acueductos de Caracas. Aunque algunas áreas y poblaciones están influidas por la dinámica económica de la capital, como el litoral (al norte) y los Teques y sus alrededores (al Oeste), no las hemos considerado como parte de Caracas porque su abastecimiento de agua se hará básicamente de otras fuentes. La zona de influencia que intentamos delimitar para Caracas, es la que indefectiblemente se encontrará en un futuro íntimamente ligada al sistema de los acueductos de*

*Caracas, o sea, los valles de Guatire-Guaremas y los del Tuy Medio; y por consiguiente, las poblaciones alojadas en ellos. Por eso, para estudiar el abastecimiento de los últimos, tendremos que analizar todos como un conjunto” (Azpúrua, P. Rovati, G. 1967: Pág. 1272).*



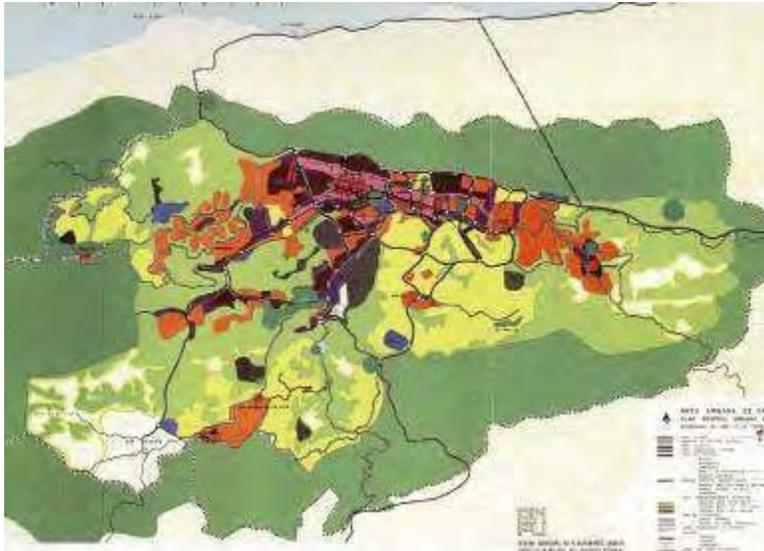
**Figura 4-36:** Caracas, Tuy Medio y Litoral Central, según la consideración de los sistemas que abastecen agua potable.

Fuente:  
Azpúrua, P. P. Rovati, G., 1967: Pág. 1284

En el momento en que se redactó este artículo no se esperaba suplir parcialmente la demanda de agua potable del Litoral Metropolitano, ni de los Altos Mirandinos desde el sistema Tuy I, como sí ocurrió después, con lo cual probablemente estas dos entidades también habrían sido incorporadas en la definición que hicieran ambos ingenieros en 1967.

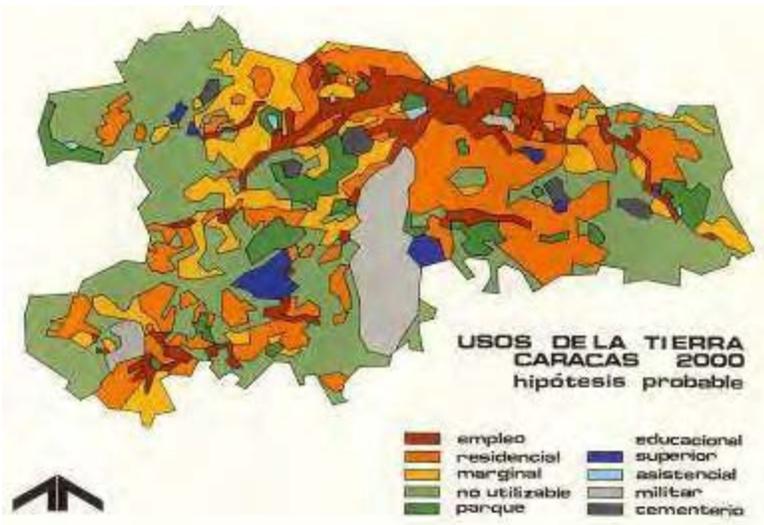
Desde la perspectiva del organismo de planificación urbana, Caracas se extendió en 1976 a una superficie de casi 24 mil hectáreas (OMPU, 1981: Pág. 45) y concentró en el área metropolitana interna y externa unos 2.600 mil habitantes<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> La estimación resulta de interpolar la población registrada en 1971 para el área metropolitana interna y externa según la OMPU, a la tasa de crecimiento de 2,8% registrada para el período 1971 – 1981 por la OCEI para el AMC.



**Figura 4-37:** Propuesta de Usos del Suelo para Caracas en 1990.

Fuente:  
 OMPU. 1972. Citado en Alcaldía Mayor, 2002.



**Figura 4-38:** Propuesta de Usos del Suelo para Caracas en 2000.

Fuente:  
 OMPU, 1979. Pág. 67

En 1971 el censo arrojó para el AMC la población de 2.183.935, mientras que en 1990, el censo registró 2.685.901. El crecimiento de unos quinientos mil habitantes observado en este lapso, fue importante, pero inferior al que se produjo en las dos décadas anteriores, de un millón quinientos mil. Al revisar las tasas geométricas de crecimiento registradas decenalmente entre 1941 y 1990, se observa que en el período 1941–1950 fue de 7,76% %, en 1950–1961 de 6,14% %, en 1961–1971 de 5,03 %, en 1971-1981 de 2,80%, y en 1981-1990 de 0,19%; es decir, la velocidad de crecimiento fue reduciéndose gradualmente.



La experiencia previa del crecimiento poblacional registrado durante las décadas de los años 40 y 50 incidió en las expectativas señaladas por la OMPU en el Plan Urbano que se redactó para el período 1970-1990, donde se esperaban entre 4.500.000 y 5.450.000 habitantes, según la hipótesis de mínimo y máximo crecimiento, respectivamente (OMPU, 1972: Pág. 40-42). Posteriormente el Plan Caracas 2000 repetiría estas expectativas, señalando que la hipótesis de crecimiento probable suponía alcanzar en el año 2000 unos 5.190 mil habitantes en el AMI y 5.760 mil habitantes en el AME. En suma, se esperaba que Caracas duplicara su población en 20 años, lo cual no ocurrió, pues para el territorio señalado como AMI apenas se alcanzaron 3 millones de habitantes en el año 2000. Ello debe haber repercutido en las ordenanzas de zonificación, estableciendo densidades de ocupación muy altas que posteriormente no se saturaron.

No obstante, la seguridad de que habría un crecimiento poblacional importante que afectaría las demandas de agua potable de Caracas y de las poblaciones dependientes del mismo sistema de abastecimiento, preocupó a quienes conocían la incidencia del fenómeno metropolitano sobre el acueducto. En el artículo antes reseñado escrito por el Dr. Azpúrua, se señalan distintas expectativas que dependían de cómo las poblaciones aledañas del Tuy Medio y Guarenas Guatire se incorporarían a la dinámica de crecimiento de Caracas. En la tabla a continuación se resumen las estimaciones realizadas por Azpúrua:

Sin cortar las corrientes migratorias:		
Sin provocar el desarrollo del Tuy Medio y de Guatire-Guarenas.	Caracas.	3 315 864
	Tuy Medio.	180 000
	Guatire-Guarenas (A).	130 000
		3 625 864
Provocando un desarrollo mayor del Tuy Medio y de Guatire-Guarenas.	Caracas.	3 023 625
	Tuy Medio.	366 065
	Guatire-Guarenas (B).	236 174
		3 625 864
Cortando las corrientes migratorias		
Sin provocar el desarrollo del Tuy Medio y de Guatire-Guarenas.	Caracas.	2 551 216
	Tuy Medio.	180 000
	Guatire-Guarenas (C).	130 000
		2 861 216
Provocando un desarrollo mayor del Tuy Medio y de Guatire-Guarenas.	Caracas.	2 385 968
	Tuy Medio.	288 730
	Guatire-Guarenas (D).	186 518
		2 861 216

**Figura 4-39:** Estimaciones de crecimiento para 1980, de acuerdo a PP Azpúrua y G. Rovati.

Fuente:  
 Azpúrua, P. P. Rovati, G., 1967: Pág. 1284

Sintetizando los resultados de los análisis que realizaron Azpúrua y Rovati, para 1980 el AMC podría alcanzar no menos de 2.385 mil habitantes y un máximo de 3.315 mil habitantes, dependiendo de si se cortaban o no las corrientes migratorias hacia la región capital, y si se promovía o no el desarrollo de los valles del Tuy Medio y de Guarenas y Guatire. Por su parte, las



otras poblaciones dependientes del acueducto de Caracas crecerían más o menos, según las mismas influencias.

Por otro lado, es necesario destacar el rápido crecimiento de la informalidad urbana en este período. La población asentada en condiciones de informalidad en 1950 fue estimada en 118.545 habitantes, lo que representó un 16,7% de la población del AMC. En 1970 esa población se estimó en 856.894, representando el 40,59%, mientras que para 1980, el porcentaje estimado por el Plan Caracas 2000, elaborado en 1979, fue mayor, de 51%, lo que significó un total de 1.761.132 habitantes. La meta del Plan Caracas 2000 para 1990 fue la de reducirla a 46% principalmente mediante acciones de mejoramiento urbano y eventualmente de relocalización, pero advertía que podría alcanzarse un 56%, si no se ejecutaban correctivos. En suma, desde 1950 hasta 1990, la población en condiciones de precariedad urbana incrementó su participación, alcanzando prácticamente la mitad de la población. Los organismos de planificación urbana recomendaron diversas medidas para enfrentar el fenómeno. El Plan Caracas 2000 señaló las siguientes (OMPU, 1979: Pág. 48):

*“...a mediano plazo la acción gubernamental debe estar principalmente dirigida a detener el deterioro de la situación con medidas como: reorientación del flujo de migrantes potencialmente marginales para ser asentados en centros de recepción previstos dentro de las políticas de ordenamiento territorial de la Región Metropolitana...; programas de mejoras progresivas en las zonas que pueden ser rehabilitadas especialmente en accesibilidad, servicios sociales, adiestramiento y sistemas de información sobre empleos. La intensidad de los programas de esta naturaleza dependerá del grado de efectividad de las políticas de desconcentración sobre Caracas.*

*A largo plazo, una vez ganado cierto control sobre el crecimiento de la marginalidad, deberá actuarse decisivamente sobre las zonas que deben ser erradicadas por sus condiciones de inestabilidad física o por la imposibilidad de dotarlas de los servicios indispensables. Esta acción tendrá necesariamente que ser acompañada por programas importantes de renovación urbana y de nueva urbanización, destinados a proveer viviendas y centros de trabajo y servicios.*

*La intervención progresiva del mercado de la tierra urbana para disminuir su incidencia en los costos del desarrollo y la producción masiva de viviendas para la población de ingresos medios y bajos son políticas indispensables, tanto por los requerimientos de crecimiento de Caracas, como por sus efectos preventivos sobre el problema de la marginalidad”*

Obviamente estas medidas – entre otras no enunciadas que pudieran vencer la desigualdad económica y social - no se emprendieron con la efectividad requerida, agravándose la situación de la informalidad urbana.

#### 4.8.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica

Desde el punto de vista del abastecimiento urbano, en este período se realizan las mejoras que permiten disponer del caudal con el cual se atiende a la demanda actual. En efecto, los sistemas Tuy I y Tuy II se construyeron en el período 1950-1970, pero se complementaron con nuevos embalses, aducciones y estaciones de bombeo que aseguraron el suministro. Igualmente, en el período se construye el sistema Tuy III que capta el agua desde el río Guárico, retenida en el embalse de Camatagua, y lo transporta hasta la Planta de Tratamiento de Caujarito.

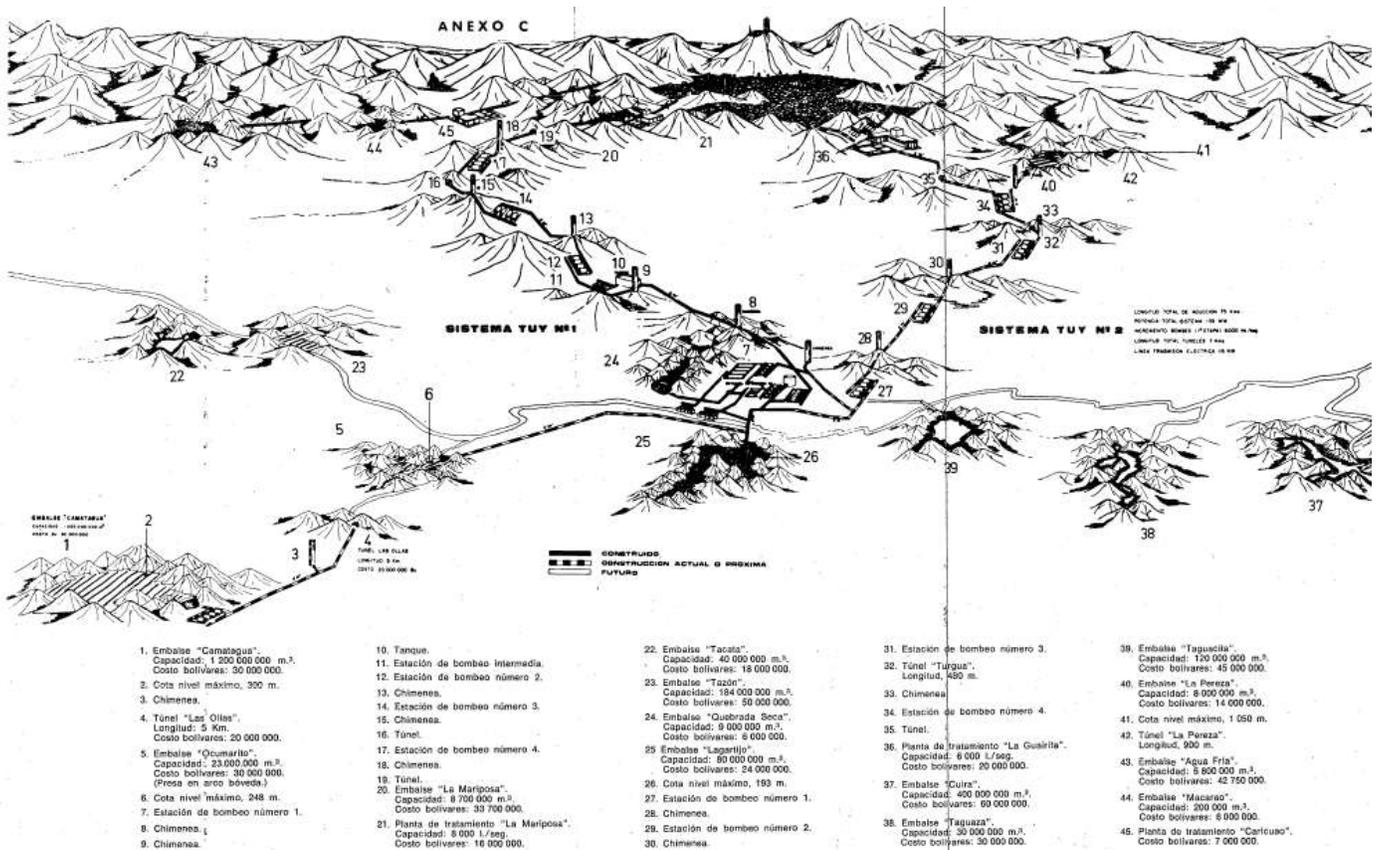


Figura 4-40: Sistema de abastecimiento de Caracas y poblaciones adyacentes, hacia 1970.

Fuente: Azpúrua, P. P. Rovati, G., 1967: Pág. 1286.

Analizando lo expresado en la figura anterior, para 1970 los sistemas existentes eran el Tuy I y el Tuy II, con una previsión de asegurar agua fresca a estos dos sistemas mediante una nueva aducción desde Camatagua. Aparentemente aún no se visualizaba el tratamiento de las aguas de Camatagua en la Planta de Caujarito y su envío a través de una tercera aducción hasta Sartenejas, en Caracas, componentes que formarán parte del sistema Tuy III a partir de 1978.





la aducción recibirá aportes del embalse Lagartijo, construido en caso de insuficiencia de la toma del río Tuy. El agua será tratada en la Planta de la Mariposa, que tiene capacidad para procesar 3.000 lps.

El sistema Tuy II dependía de la toma en el embalse Lagartijo en cota 192.65 (cota máxima) y lo enviaba al embalse La Pereza, cerca de Caracas, que actuaba como estanque compensador, en cota 1053 msnm, a través de un trayecto de 34,75 km de una tubería de 74" de diámetro. La aducción del Tuy II posee cuatro estaciones de bombeo y cuatro chimeneas de equilibrio. El sistema Tuy II también recibirá un aporte suplementario del embalse de Camatagua a partir de 1967, construido en caso de insuficiencia del embalse de Lagartijo. El embalse Quebrada Seca, construido en 1961 muy cerca del embalse Lagartijo, también permitirá asegurar el almacenamiento de agua para su envío a Caracas, pero aparentemente esa alimentación se realizó posteriormente<sup>19</sup>. En 1992 a los sistemas Tuy I y Tuy II se les añade una nueva provisión: la aducción desde el embalse Taguacita, que alimentó a los dos sistemas.

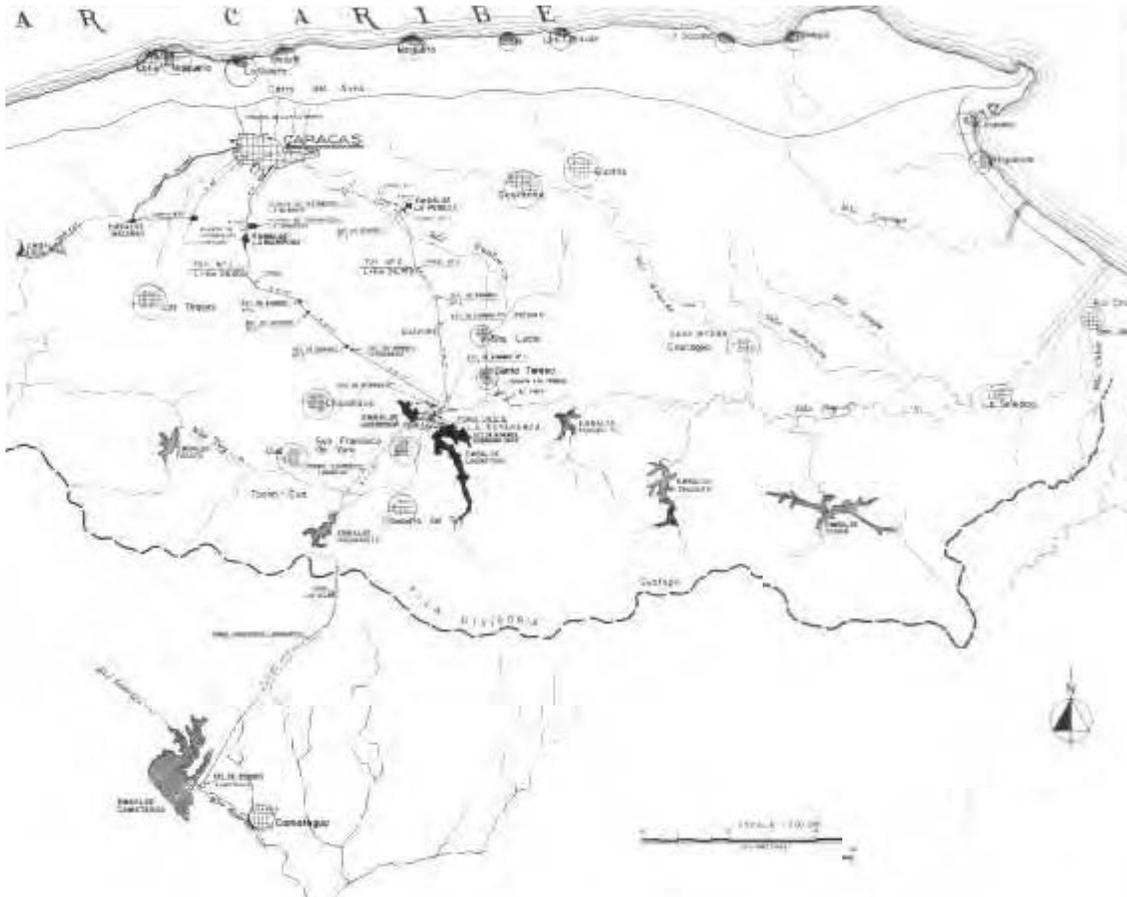
Por su parte, puede decirse que el sistema Tuy III fue construido por etapas, atendiendo a las necesidades crecientes de agua potable y a la dificultad de obtener fuentes seguras ante la susceptibilidad de las existentes a las sequías. El Tuy III depende principalmente del embalse de Camatagua, que retiene las aguas del río Guárico. Este embalse fue construido entre 1963 y 1968 con propósito de riego, pero la insuficiencia de agua en la capital, y la postergación de los planes de riego, hicieron que en 1967 se decidiera la aducción Camatagua – Ocumarito – Lagartijo, elaborado según proyecto del Ing. Jesús Guillermo Pieretti.

De acuerdo a la memoria descriptiva del referido proyecto, ya en 1958 el MOP había considerado la construcción de un embalse en Camatagua para suministrar agua a Caracas, pero al comparar costos, la obtención de agua desde los ríos Taguaza y Taguacita resultaba más económica. No obstante, dos argumentos se esgrimieron para adelantar el suministro desde Camatagua. Primero, que en 1967 existían problemas para satisfacer 13.000 lps desde los sistemas Tuy I y II, por lo que urgía adoptar una solución inmediata. Segundo, que el MOP había iniciado la construcción del embalse Camatagua con propósito de riego de tierras tipo 1, 2, 3 y 4. Aparentemente ya se había decidido - probablemente debido a la urgencia - postergar el riego de tierras tipos 3 y 4, lo que ofreció una disponibilidad "temporal" de 6,5 a 7 mil lps para el consumo de Caracas y del Tuy Medio.

Entonces, con base en el proyecto de Pieretti se construye un trasvase desde Camatagua a Lagartijo mediante el sistema Camatagua – Ocumarito – Lagartijo, comprendiendo el embalse de

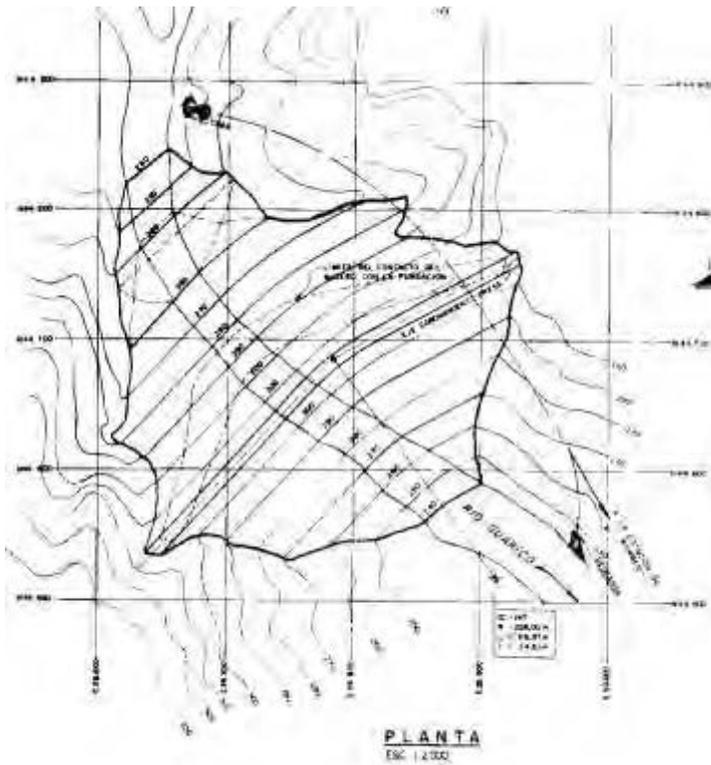
<sup>19</sup> El embalse Quebrada Seca se construyó en 1961 según proyecto de Velutini y Bergamin y construcción de Diques y Canales CA. Sin embargo, en un diagrama del Ing Norberto Beausson, se indica que su aporte a los sistemas Tuy data de la década de 1980 (Beausson, N. Hidalgo, H. Gallego, C. S/f: Pág. s/n).

Camatagua “Ernesto León Delgado”, una torre toma, una estación de bombeo, una tubería de aducción de 85” de 25,45 km hasta el túnel las Ollas, el túnel propiamente dicho, de 5,37 km de longitud, la descarga por gravedad al río Ocumarito, un nuevo embalse al río Ocumarito, una nueva aducción de 85”, de 16,17 km y su llegada a la estación 1 de los sistemas Tuy I y Tuy II. La capacidad de este sistema era de 10.200 lps, superior a los 7.000 lps, previéndose la posibilidad de que, en caso de contingencia, este sistema pudiera proveer un suministro suficiente para Caracas, en caso de fallas en las fuentes de los sistemas Tuy I y II.



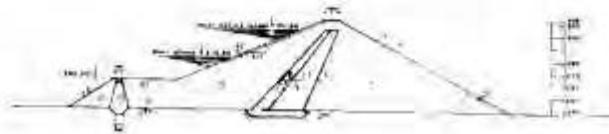
**Figura 4-42:** Sistema de abastecimiento de Caracas y poblaciones adyacentes, hacia 1970.

Fuente: INOS. Pieretti, J.G. Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo. Tomo II. Planos. Caracas 1967.



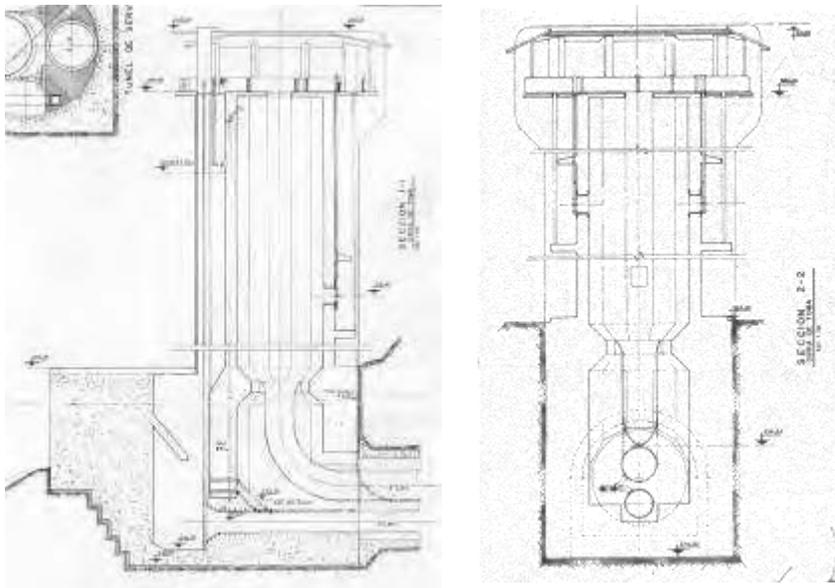
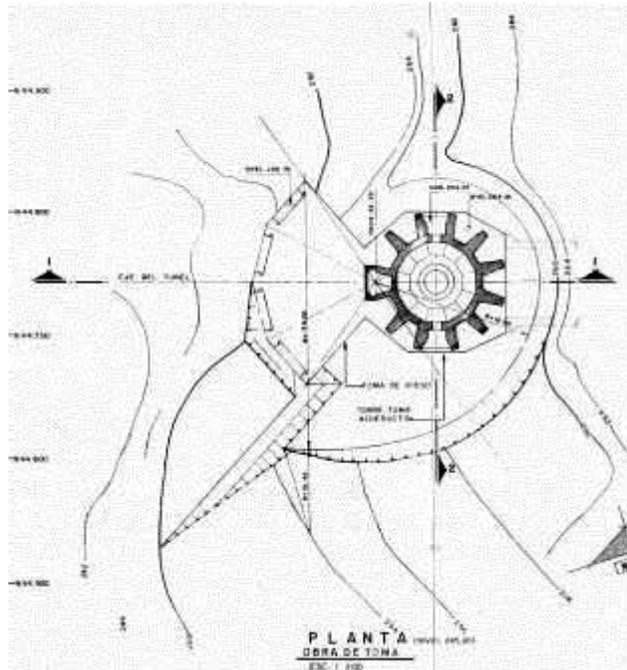
**PRESA CAMATAGUA**

- LEYENDA:**
- ① - Línea de división existente en caso de línea de alameda
  - ② - Línea de división en caso de línea de alameda de línea
  - ③ - Línea de división en caso de línea de alameda de línea
  - ④ - Línea de división en caso de línea de alameda de línea
  - ⑤ - Línea de división en caso de línea de alameda de línea



**Figura 4-43:** Planta y corte del Dique de Camatagua sobre el río Guárico.

Fuente: INOS. Pieretti, J.G. Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo. Tomo II. Planos. Caracas 1967.



**Figura 4-44:** Planta y secciones de la torre - toma del embalse de Camatagua.

Fuente: INOS. Pieretti, J.G. Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo. Tomo II. Planos. Caracas 1967.

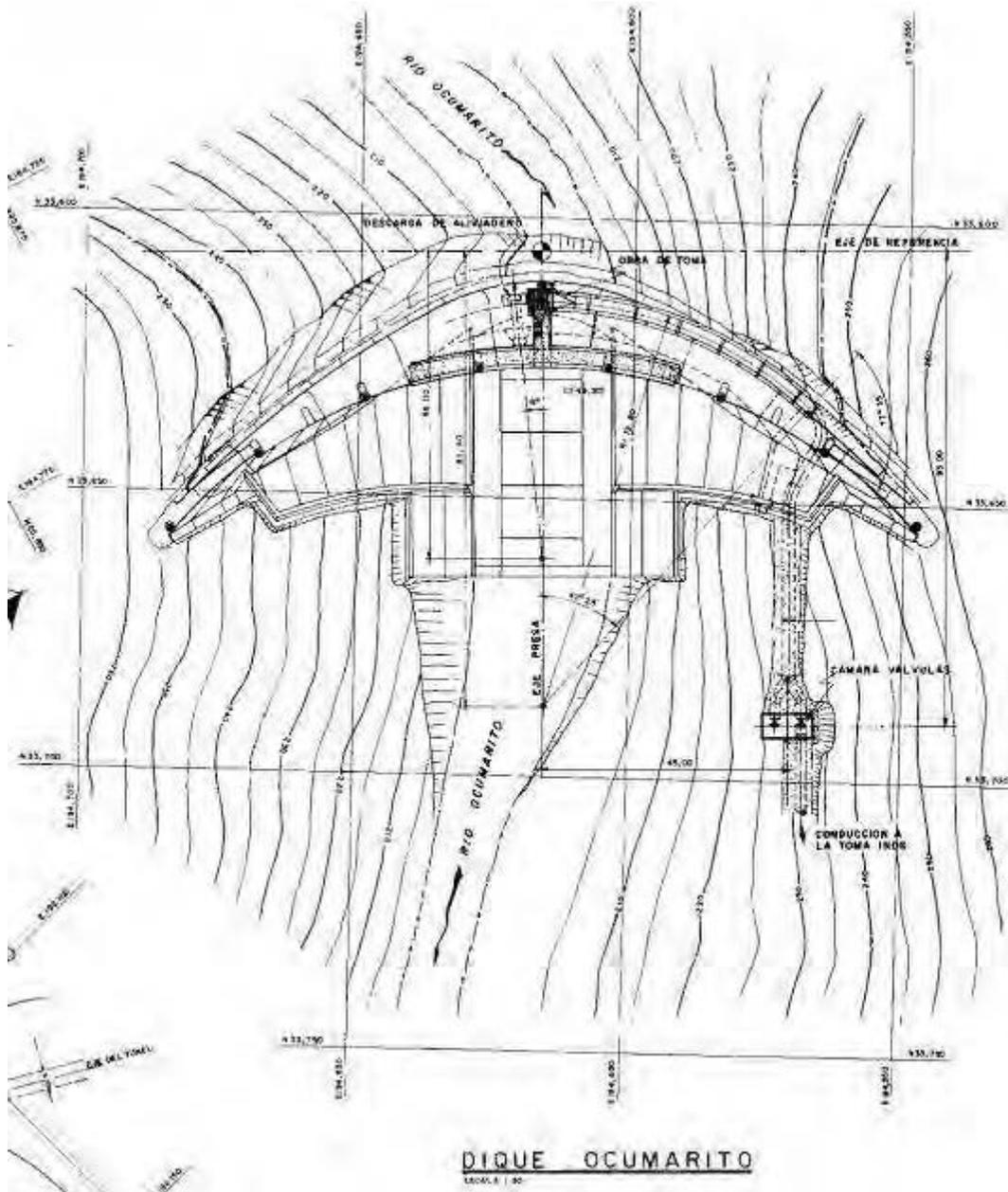
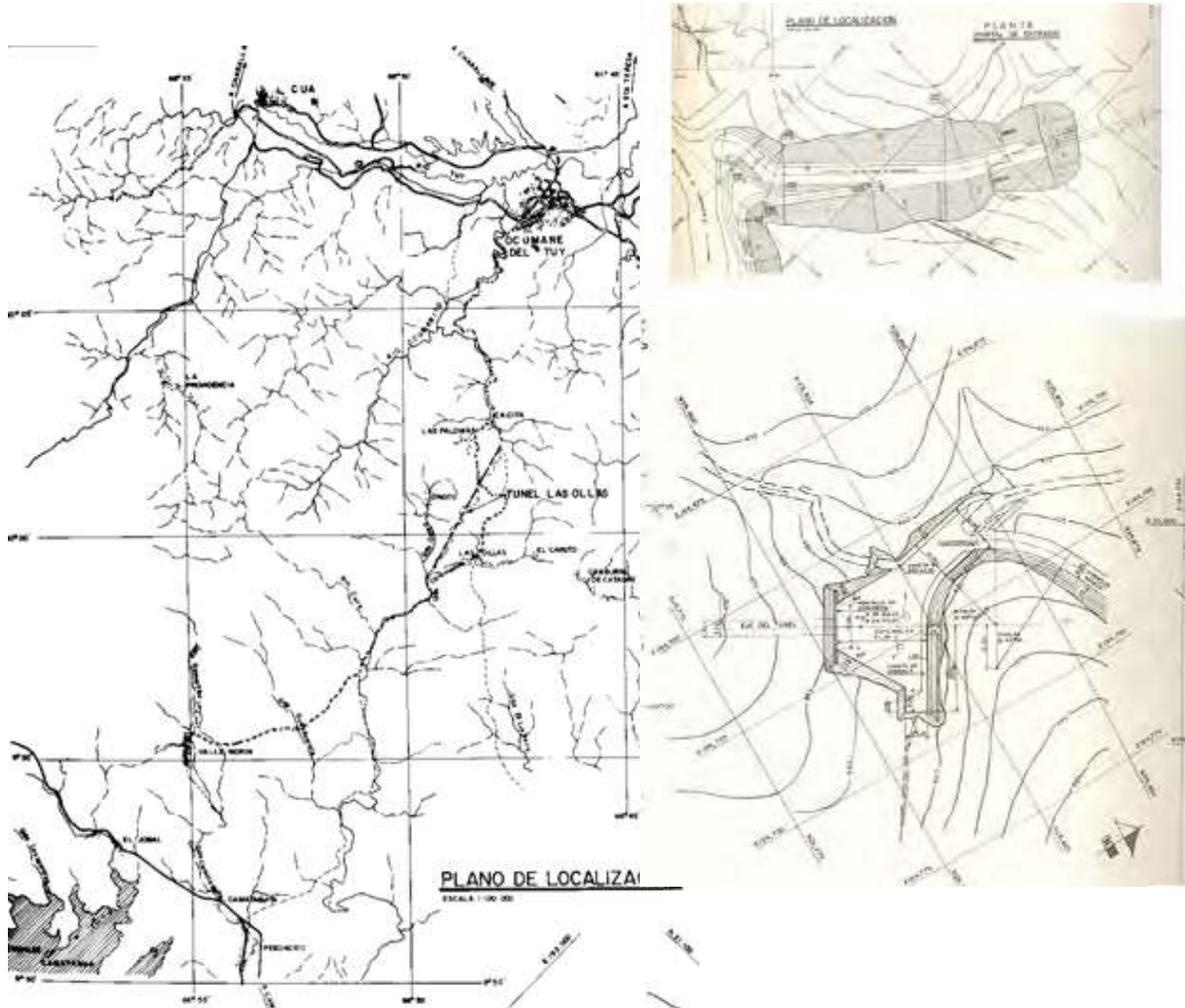


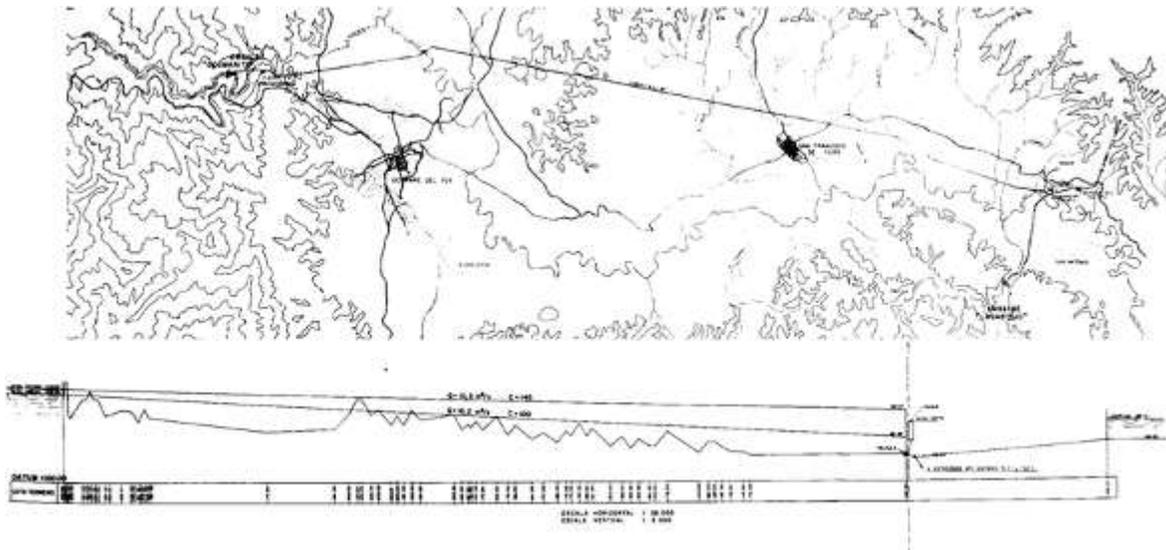
Figura 4-45: Planta del dique Ocumarito.

Fuente: INOS. Pieretti, J.G. Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo. Tomo II. Planos. Caracas 1967.



**Figura 4-46:** Recorrido de la aducción Camatagua – Ocumarito. Características de entrada y salida del tunel Las Ollas.

Fuente: INOS. Pieretti, J.G. Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo. Tomo II. Planos. Caracas 1967.



**Figura 4-47:** Recorrido de la aducción Ocumarito - Lagartijo. Trazado y perfil piezométrico para distinto material de la tubería.

Fuente: INOS. Pieretti, J.G. Sistema de Aducción Camatagua-Ocumarito-Lagartijo. Tomo II. Planos. Caracas 1967.

En 1978 se culmina la construcción de la Planta de potabilizadora de Caujarito, la más grande de todo el sistema de abastecimiento. Se construyó entre Charallave y Santa Teresa del Tuy, con una capacidad de tratamiento de 15 m<sup>3</sup>/seg, pudiendo incrementarse a 20 m<sup>3</sup>/seg, con el propósito de abastecer al Área Metropolitana de Caracas y a Charallave, Santa Lucía y Santa Teresa del Tuy. La holgura del sistema de abastecimiento de agua potable de Caracas dependerá desde entonces y hasta el presente, de asegurarle a esta planta una permanente provisión de agua que tratar. La Planta de Caujarito utilizará como fuente de abastecimiento agua proveniente de los embalses Camatagua y Lagartijo, y del río Tuy.; posteriormente fue necesario incrementar la capacidad de bombeo de las líneas de aducción para asegurarle una oportuna provisión.

La Planta es alimentada principalmente por una nueva aducción: el sistema Ocumarito – Caujarito. A la planta de tratamiento de Caujarito se le complementa con la aducción Caujarito – Sartenejas, culminada en 1980, que envía el agua tratada hasta dos grandes estanques de almacenamiento localizados en Sartenejas – comúnmente denominados estanques morochos de Baruta – cuya cota de fondo es de 1080 msnm, desde donde se distribuye a Caracas<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> No pudo obtenerse información detallada del sistema Tuy III; por lo tanto, los datos que aparecen aquí provienen de diversas fuentes que sólo ofrecen descripciones parciales.



El sistema de impulsión PT Caujarito – Estanques de Sartenejas es de acero y un diámetro de 100” pulgadas y cuenta con dos estaciones de bombeo. Este sistema de aducción es el mayor de los existentes y fue mejorado sucesivamente: al inicio funcionó para un gasto de 3.000 lps, en 1983 se construyó una segunda línea de bombeo, incrementando el gasto a 6.000 lps, en 1994 se adicionó una tercera línea de bombeo, aunado a mejoras en la estación de bombeo Mamonal de la aducción Camatagua - Caujarito, lo que permitió aumentar el envío a 10.500 lps. Así, el sistema Tuy III seguirá desde mediados de los 90 y hacia el futuro desarrollando su capacidad de transporte, pues el sistema deberá ser capaz de enviar el aporte esperado del sistema Tuy IV, momento en que alcanzará una máxima capacidad de transporte de 21.000 lps de agua tratada desde la planta de Caujarito. Se trata entonces del elemento más relevante del sistema, el que precisa mayor prioridad en el mantenimiento y una importante capacidad de reserva para asegurar el abastecimiento de Caracas (Beausson, N., 2010).

Puede decirse que la dependencia de fuentes externas al valle de Caracas y la interconexión de las fuentes y de los sistemas de tratamiento se realiza en este período, haciéndose cada vez más complejo su planificación y manejo.

**Cuadro 4-3.** Acueducto de Caracas. Fuentes de agua utilizadas en 1990.

Origen	Fuente	Aforo (lps)
Fuentes propias	<b>Ríos principales</b>	<b>849,0</b>
	Río Valle	549,0
	Río Macarao	300,0
	<b>Otras quebradas menores</b>	<b>224,9</b>
	Qda. Tócome (Toma Los Chorros)	67,0
	Qda. Caurimare (Toma La Urbina)	136,0
	Qda. Anauco	7,9
	Qda. Gamboa	8,0
	Qda. Pajarito (Toma La Castellana)	6,0
	<b>Subterráneas</b>	<b>300,0</b>
	Acuíferos sector El Paraíso	120,0
	Acuíferos en Chacaíto, la Floresta y otros sectores del Dto Sucre	180,0
Fuentes externas	<b>Ríos principales</b>	<b>17.200,0</b>
	Río Tuy (Tuy I)	4.200,0
	Ríos Lagartijo y Ocumarito (Tuy II)	6.000,0
	Río Guárico (Tuy III)	7.000,0
<b>TOTAL</b>		<b>18.573,9</b>

Fuentes: Jiménez, G. (2001). Las Aguas del Valle de Caracas. ANIH. Boletín N° 1. Caracas.

Yáñez, A. (1966) Acueducto de la Zona Metropolitana. Plan Básico de Distribución. Caracas.

Beausson, N. (2010). Análisis y visión de los sistemas de agua potable y servidas en la Región Capital. Caracas.



A partir de la década de los 70, las distintas fuentes de abastecimiento del Área Metropolitana de Caracas surten también, parcial o totalmente, las demandas de las poblaciones del Tuy Medio, del valle de Guarenas y Guatire, del Litoral Metropolitano y de los Altos Miradinos, con lo cual el abastecimiento de toda la Región Capital se encuentra interconectado.

En efecto, las comunidades de Ocumare del Tuy, Cúa y Charallave se surten principalmente de la planta de Ocumarito (Cap 1.500 lps), la cual opera desde 1980 y utiliza como fuente el embalse Ocumarito. Las comunidades de San Francisco de Yare y parte de Santa Teresa del Tuy se surten de la planta de tratamiento Tuy Medio 1 (TM-1; Cap. 400 lps), la cual opera desde 1972, teniendo como suministro el agua proveniente del embalse Lagartijo. Por su parte, las comunidades de Caucagua, y parcialmente Guarenas y Guatire, se surten de la planta de Taguaza (Cap. 2.000 lps), la cual data de 1988, y utiliza como fuente el embalse Taguaza, previsto desde la década de los 60 para alimentar al Área Metropolitana de Caracas, aunque recientemente ha habido variaciones en este planteamiento.

Los Altos Miradinos se surten parcialmente de la planta Laguneta (Cap. 200 lps), que opera desde 1978, del río Cañaote y de la quebrada La Virgen, fuentes que abastecen a pequeñas comunidades de la red alta, pero las poblaciones mayores de la red baja, entre las cuales se incluyen a los Teques, San Antonio y San Diego de los Altos, son atendidas principalmente mediante una aducción de 1350 mm proveniente de la planta de La Mariposa (HIDROCAPITAL, 2002: Pág. 62-72).

El litoral metropolitano recibe un importante aporte desde el sistema de distribución que atiende a Caracas. La aducción Caracas Litoral se diseñó inicialmente para una capacidad de 200 lps; poco tiempo después se solicitó ampliar su capacidad para alcanzar 450 lps. Su origen data de 1974, y tuvo que ver con la ampliación del Aeropuerto de Maiquetía, cuyas torres de enfriamiento del sistema de aire acondicionado requerían 200 lps que no estaban disponibles en la red de distribución del Litoral. Se decidió entonces construir una tubería de acero de 24" de diámetro y de una longitud de 24 km desde los estanques de El Calvario hasta el Litoral, capaz de enviar 450 lps, de los cuales 200 lps irían al aeropuerto de Maiquetía y el resto, 250 lps, se distribuirían a la red del Litoral metropolitano<sup>21</sup>.

Respecto a las cloacas, después de la construcción de los marginales izquierdo y derecho en 1968, es muy poco lo que se ha hecho para incorporar las aguas residuales. Tal como lo señala un informe realizado por la Comisión de Licitación del Acueducto de Caracas en 1992:

---

<sup>21</sup> Datos provenientes de entrevista realizada el 17 de febrero de 2012 al Ing Tomás Hernández Orta, proyectista de la aducción y quien fuera Gerente del Acueducto metropolitano en la década de los '70.



- “1.- En su primera etapa, la construcción de los marginales del río Guaire contemplaba la ejecución de las obras de incorporación al sistema, sólo hasta rebasar la zona de protección de la autopista.*
- 2.- En una segunda etapa, debían continuarse las obras aguas arriba de la autopista, para permitir la captación de los marginales de las quebradas y de los colectores con hoya directa al río Guaire, con lo cual se conseguiría sanear al río Guaire de descargas de aguas negras provenientes de la ciudad y hacer que los marginales del río cumplieran la función para la cual fueron diseñados.*
- 3.- En los últimos veintidós años (1968 – 1990), es muy poco lo que se ha hecho para continuar con la segunda etapa del plan original y por ello gran parte de las aguas negras provenientes de la ciudad siguen circulando por el lecho del río con el agravante de que este abandono de las obras de enlace aunado a una falta total de mantenimiento ha empeorado la situación, agravando el problema la basura acumulada, la construcción sobre las áreas de las quebradas, etc.*
- 4.- El mayor uso que se ha hecho de los marginales del Guaire ha sido como desvío del caudal en época de estiaje para las obras de canalización y mantenimiento del río “.*

(BPP Ingenieros Consultores, 1992: Pág. 13).

Respecto a los afluentes, desde la década de los años 50 el proceso de urbanización permitió la canalización de la mayoría de las quebradas, pero quedaron pendientes muchas mejoras. Seguidamente se resumen las características de las más importantes y se señalan algunas de las obras requeridas para 1992, según el criterio de aquella Comisión de Licitación, ello con el fin de ilustrar las debilidades encontradas en ese tiempo en los sistemas de drenaje de aguas pluviales y de aguas residuales de la ciudad (BPP Ingenieros Consultores, 1992: Págs. 16-126)<sup>22</sup>:

Por la margen izquierda:

- Quebrada La Yaguara: En 1992 ya estaba canalizada en su mayor extensión mediante un canal trapecial. Data de la década de los 60. En la evaluación realizada en 1992, salvo labores menores de mantenimiento, la canalización y sus marginales no requerían trabajos especiales.
- Quebrada Caroata: Ya en 1992 se encontraba canalizada en toda su extensión y tenía varios tramos embovedados. La canalización de la quebrada Caroata data de la década de 1920, aunque algunos tramos en el Casco Central se realizaron el siglo XIX. Los afluentes que se incorporan en el Casco Central de Caracas fueron intervenidos en la década de los años '30: Colector Los Padrones (totalmente embaulado), Quebrada Agua Salud (parcialmente embaulada), Quebrada Agua Salada (parcialmente embaulada), Quebrada Los Frailes (parcialmente canalizada). Otros tramos más recientes datan de los años '40 y '50. La canalización de la quebrada Caroata consiste en un canal central para las aguas de lluvia y

<sup>22</sup> La descripción que se realiza a continuación de cada afluente y sus marginales, resume los resultados del informe de la Comisión de Licitación de 1992. Aunque constituye una descripción un poco extensa para los objetivos del presente trabajo, se ha preferido señalar ciertos detalles en aras de registrar datos que eventualmente pueden ser de difícil recuperación si el referido informe se extravía.



sendos colectores marginales para recolectar las aguas negras de cada margen de la quebrada. Para 1992 la quebrada presentaba graves problemas de funcionamiento, pues desde la desembocadura no se lograba incorporar al marginal derecho del Guaire a través de un sifón (Casacoima), por lo que descargaba libremente al canal del río Guaire.

- Quebrada Catuche: pasó de ser la primera fuente de la ciudad a ser un emisor de aguas residuales al Guaire; está atravesada por obras de arte de gran relevancia histórica, tales como el Puente Carlos III y la bóveda de Abanico. En 1992 la quebrada estaba canalizada desde su desembocadura hasta las inmediaciones del barrio Sabana del Blanco, y estaba embovedada entre la qda. Punceres; y la urbanización El Conde, a unos 200 metros de su desembocadura. Sus afluentes, las quebradas Punceres y Teñidero, estaban completamente embovedadas. La canalización de la quebrada Catuche consiste de un canal central delimitado por sendos muros que definen el ancho del canal y sobre los que se asientan los colectores marginales. En 1992 aún no se había realizado los empates de estos colectores con el marginal izquierdo del Guaire, por lo que ambos descargaban en el río Guaire. Otro problema consistía en la incorporación paulatina de asentamientos informales que ocasionaba descargas de aguas negras directamente en la quebrada, sin pasar por los marginales.
- Quebrada Anauco: entre 1974 y 1976 la quebrada Anauco fue embovedada para que circularan aguas negras y de lluvia. La bóveda también facilitó la construcción del Parque Anauco, entre las avenidas Panteón y México, y permitió al Centro Simón Bolívar el mejor aprovechamiento de sus terrenos. Desde la Ave Panteón hacia arriba, cuenta con dos colectores marginales. Sus afluentes principales son las quebradas Gamboa y Cotiza, las cales han sido indebidamente convertidos en colectores de aguas residuales y parcialmente embovedadas. La quebrada Anauco posee en su desembocadura un aliviadero de fondo que le permitía descargar sus aguas negras en el colector izquierdo del Guaire. El mayor problema detectado en 1992 se registraba en los afluentes que recibían aguas residuales de algunos asentamientos informales en los márgenes del Anauco y de Cotiza, además de algunos reparcelamientos en San Bernardino. Era necesario sanear la quebrada aguas arriba de la Av. Panteón.
- Quebrada Chacaíto: Esta quebrada fue canalizada entre 1946 y 1948 desde su desembocadura en el Guaire hasta el límite de la urbanización Country Club. Desde allí hacia arriba permanecía en su estado natural. Entre 1974 y 1976 la quebrada fue embaulada desde la Av. Casanova hasta la Av. Francisco Solano. Sus afluentes, las quebradas Chapellín y Ávila, también fueron canalizadas hasta la Av. Principal Ávila. La canalización de las tres quebradas es similar: un canal de concreto sobre cuyos muros descansan tuberías de concreto de distinto diámetro, que sirven de marginales. La aparición de asentamientos informales en la quebrada Chapellín



aportaba aguas negras a esa quebrada y a la quebrada Chacaíto; además, algunas construcciones obstaculizaban el libre tránsito de las aguas de la quebrada Chapellín, en caso de grandes avenidas de agua.

- Quebrada Seca: Esta quebrada pasa entre las urbanizaciones Altamira y La Castellana, atraviesa la Av. Francisco de Miranda y continúa al sur, entre las urbanizaciones Bello Campo y Altamira Sur; atraviesa la Av. Libertador y la Autopista del Este, y descarga en el Guaire a la altura de la urbanización Chuao, después de pasar por debajo del aeropuerto La Carlota. La quebrada está embovedada desde su desembocadura hasta el distribuidor Altamira, luego continúa canalizada desde la Av. Libertador hasta la primera transversal de Altamira – La Castellana. En 1992 se observó que la quebrada había sido indebidamente intervenida mediante embovedados parciales que no han sido bien estudiados y que constituían una amenaza, pues el canal aguas arriba del distribuidor Altamira en varias oportunidades inundó la autopista Francisco Fajardo. Además de corregir los embovedados parciales, en 1992 se señaló la necesidad de desviar aguas residuales al colector marginal; también era necesario captar las aguas negras de los sectores informales.
- Quebrada Pajaritos: Nace en el Ávila y atraviesa el lindero entre las urbanizaciones Altamira y los Palos Grandes hasta la 4ta transversal, luego se interna en la urbanización Los Palos Grandes y continúa al lado del Centro Plaza; atraviesa la Av. Francisco de Miranda y bordea la urbanización la Floresta, donde recibe el aporte de la quebrada Sebucán; continúa entre la Floresta y el Parque del Este hasta llegar a la Autopista del Este, para seguir en línea recta por debajo del Aeropuerto La Carlota hasta encontrar el río Guaire, donde descarga. La quebrada está embovedada desde su desembocadura hasta la Autopista Francisco Fajardo, luego sigue como canal natural hasta un poco más arriba de la desembocadura de la quebrada Sebucán. Desde allí nuevamente pasa a ser embaulada hasta la 1era transversal de los Palos Grandes, donde vuelve a su cauce natural. Posee un colector marginal derecho desde la Av. Francisco de Miranda, que se une con un colector marginal izquierdo de la quebrada Sebucán; desde esta confluencia el colector pasa al lado izquierdo de la quebrada Pajaritos, para descargar en el colector izquierdo del río Guaire. En 1992 se observaban aguas negras en el embovedado entre la Autopista del Este y la desembocadura al río Guaire, debido a fallas en los colectores marginales entre la autopista y la Av. Francisco de Miranda. También se registraban fallas en la descarga de aguas negras de la urbanización Los Palos Grandes que contaminaban la quebrada.
- Quebrada Agua de Maíz: nace dentro de la zona urbana, entre las urbanizaciones Parque Sebucán y Lomas de Los Chorros, llega a Los Dos Caminos, atraviesa la Av. Rómulo Gallegos y continúa al sur, cruza la Av. Francisco de Miranda para atravesar los terrenos del Museo del



Transporte y bordear la urbanización Santa Cecilia hasta la Autopista del Este; desde allí cruza el aeropuerto La Carlota para descargar en el río Guaire, frente a la urbanización Chuao. Está embovedada desde su desembocadura hasta cruzar la Autopista del Este; en el tramo de la urbanización Santa Cecilia se convierte en un canal rectangular de concreto; luego vuelve a embaularse en el tramo que corresponde al Museo del Transporte, hasta cruzar la Av. Rómulo Gallegos. Desde allí hasta su nacimiento transcurre en su cauce natural. La urbanización Los Chorros posee un sistema unitario, por lo cual descarga a la quebrada aguas negras y de lluvia. Sin embargo, la quebrada cuenta con un colector marginal izquierdo desde la Av. Rómulo Gallegos hasta su desembocadura. En 1992 este colector se encontraba dañado y se observaban descargas de aguas negras desde algunas parcelas adyacentes, por lo cual la totalidad de las aguas negras de la hoya pasaban por la quebrada. Al final, la quebrada posee un aliviadero que permite descargar las aguas negras en el canal izquierdo del río Guaire. Para el momento en que se realizó esta evaluación aún no se habían registrado los desbordamientos del año 2007 que ocasionaron incidentes fatales en la Autopista del Este, ni molestias al tránsito en la Av. Francisco de Miranda.

- Quebrada Tócome: penetra a la ciudad desde el Ávila a través del viaducto de los Chorros en la Av. Cota Mil, atraviesa el Parque Los Chorros y recibe por su margen derecha a la quebrada Tenepa; pasa entre las urbanizaciones Los Chorros y El Rosario, continúa al sur bordeando la urbanización Montecristo. Antes de llegar a la Av. Rómulo Gallegos recibe por su margen izquierda a la quebrada Yukery. Cruza la Avenida y pasa al lado de Boleíta Sur hasta la Av. Francisco de Miranda; la atraviesa y penetra en la urbanización Los Cortijos de Lourdes, pasa bordeando el Club Los Cortijos y recibe por su margen izquierda el aporte de la quebrada Berna o Camburí; continúa siendo lindero entre las urbanizaciones los Cortijos de Lourdes y la California Norte. Cruza la Autopista del Este y sigue rumbo al sur, en el lindero entre las urbanizaciones Los Ruices y la California Sur, para cruzar el marginal izquierdo del río Guaire y descargar en el río Guaire. La hoya de la quebrada Tócome es extensa y recibe aportes de aguas negras y de lluvia de zonas residenciales e industriales. Desde su desembocadura hasta los Cortijos de Lourdes está canalizada con una sección bastante ancha, luego ha sufrido transformaciones hasta la Av. Rómulo Gallegos. Desde allí hacia arriba conserva su cauce natural, aunque intervenido por construcciones que se aproximan mucho a sus márgenes. Posee un colector marginal desde el marginal del Guaire hasta la Av. Francisco de Miranda: una reja de fondo capta las aguas negras. Para el momento de la evaluación de 1992 el sistema estaba funcionando mal, debido a la existencia de muchos colectores que descargaban directamente en el cauce de la quebrada y que no podían ser captadas por la reja de fondo y llegaban al canal del Guaire sin lograr incorporarse al marginal izquierdo.



- Quebrada Caurimare: Esta quebrada es el último gran tributario del río Guaire por su margen izquierda dentro del área metropolitana. Nace en el Ávila y recorre las urbanizaciones Terrazas del Ávila, El Marqués, la Urbina, atraviesa la Autopista del Este y la Av. Francisco de Miranda para llegar al río Guaire frente a la urbanización El Llanito, donde desemboca. En el tramo entre la Autopista del Este y la Cota Mil está canalizada mediante una sección trapecial. En los proyectos de urbanización de sus alrededores no se señalaron descargas de aguas negras, las cuales serían recolectadas mediante colectores separados. No obstante, por la quebrada Caurimare se observaba en 1992 el escurrimiento de aguas negras provenientes de los sectores informales de Petare.

Por la margen derecha:

- Quebrada Caricuao: Nace en la estribación montañosa que divide al río Valle con la quebrada la Vega, toma rumbo al oeste, atraviesa la urbanización Caricuao, cruza el distribuidor Caricuao y descarga en el río Guaire. Posee un colector marginal que discurre por la Av. Principal de Caricuao y que se une con el emisario de la urbanización Ruiz Pineda, para formar así el inicio del colector marginal derecho del río Guaire. La quebrada fue totalmente canalizada por el INAVI cuando se urbanizó Caricuao; además, al construirse el sistema Metro, la quebrada fue embovedada, ampliándose su sección al momento de su desembocadura. El marginal es una tubería de concreto que descarga en el marginal derecho del Guaire. Aunque todas las redes de la urbanización Caricuao son separadas, en 1992 se detectó que los desarrollos informales aportaban aguas residuales a la quebrada.
- Quebrada La Vega: nace en la estribación montañosa que divide la hoya del río Valle con la quebrada Caricuao, cerca de la carretera Panamericana. Atraviesa el barrio Los Cangilones, el poblado de La Vega y llega hasta la plaza La India, cruza la Av. Páez y continúa paralela a la Av. O'Higgins, hasta encontrar el marginal izquierdo del río Guaire, cruzándolo mediante un sifón invertido; atraviesa la autopista hacia Caricuao y descarga en el Guaire. La quebrada La Vega posee una hoya apreciable en extensión, de unas 1.000 hectáreas, donde predominan desarrollos informales. El paulatino desarrollo urbanístico no planificado incrementó el escurrimiento superficial de la hoya de la quebrada, aumentando el caudal hasta hacer evidente la necesidad de recoger sus aguas. Por tal razón, la quebrada fue embovedada a partir de los años '80. En 1992 faltaban algunos tramos finales para cruzar la autopista a Caricuao y el marginal izquierdo del río Guaire, así como el cruce de la Av. José Antonio Páez. La quebrada debía funcionar como colector mixto, por lo cual era necesario completar los elementos faltantes del sistema para así incorporar la descarga al colector marginal izquierdo del Guaire. También se requería completar los sistemas de recolección de aguas residuales y de lluvia de algunos barrios, para asegurar el saneamiento de toda la hoya.



- Río Valle: nace aguas arriba del dique de La Mariposa, pues el embalse se construyó originalmente para almacenar las aguas de este río. Después del dique, el río se dirige al Norte; en las inmediaciones del sector Las Mayas recibe el aporte de la quebrada Turmerito. Penetra en los terrenos de Conejo Blanco (sector de uso militar), hasta llegar a la urbanización Longaray. Desde allí continúa paralelo a la autopista a El Valle por los jardines del Paseo Los Próceres; bordea las urbanizaciones Valle Abajo, Santa Mónica y Los Chaguaramos, siempre paralela a la autopista. Recibe el aporte de la quebrada Rincón del Valle, bordea la ciudad universitaria y descarga en el Guaire, en las inmediaciones del distribuidor El Pulpo.

El río Valle es el afluente principal de la canalización del río Guaire, aunque una parte importante de su hoya pertenece a terrenos de la Escuela Militar, donde el escurrimiento aún es bajo, debido al poco desarrollo urbanístico de este sector en aquellos años. El río está canalizado desde 1956 en casi toda su extensión mediante un canal trapecial. El colector marginal derecho del río Valle arranca en el punto donde renace el colector marginal derecho del Guaire y corre paralelo a la canalización del río hasta la urbanización Los Chaguaramos, donde recibe el aporte del marginal izquierdo del mismo río Valle, continúa paralelo a la canalización hasta pasar la urbanización Santa Mónica, donde se desvía hacia los terrenos de uso militar, llegando hasta una ubicación cercana a la Rinconada. Por su parte, el marginal izquierdo arranca a partir de un sifón con el marginal derecho en la urbanización Los Chaguaramos e inmediatamente recibe el aporte de la quebrada Rincón del Valle; desde allí prosigue paralelo a la autopista El Valle, bordeando San Antonio, El Valle y Longaray. Sigue bordeando Los jardines del Valle y continúa por Coche, Delgado Chalbaud, hasta llegar al Hipódromo La Rinconada; desde allí continúa hasta llegar al sector Las Mayas, donde termina.

A pesar de la existencia de colectores marginales, el río Valle arrastra aguas residuales, debido al arrastre de tierra y basura desde los sectores informales que bloquean las captaciones y obstruyen los aliviaderos. En las adyacencias de la quebrada Turmerito existen desarrollos que descargan en la quebrada, las cuales deberían ser captadas mediante un colector marginal que en aquel momento no existía. Es necesario revisar la capacidad del colector de la quebrada Rincón del valle, que es incapaz en algunos tramos.

La quebrada Rincón del Valle es uno de los afluentes del río Valle. Está embovedada en toda su extensión; nace en el Cementerio General del Sur, atraviesa las urbanizaciones Los Castaños, los Rosales, las Acacias y prosigue hasta la Ciudad Universitaria, descargando en el río Valle frente a la urbanización Los Chaguaramos.



La quebrada Turmerito es el otro afluente importante del río Valle. Nace cerca de la urbanización la Rosaleta, haciendo su recorrido fuera del área metropolitana hasta llegar al sector Las Mayas, donde desemboca en el río Valle. Para aquel momento la quebrada se mantenía en su cauce natural.

- Quebrada Baruta: nace entre las urbanizaciones Alto Prado y Prados del Este, corre embaulada a lo largo de la Av. Principal de Prados del Este; al llegar a la autopista de Prados del Este corre igualmente embaulada hasta llegar a los campos de golf de la urbanización Valle Arriba, donde aparece en una sección canalizada que vuelve a embovedarse hasta llegar a la Av. Orinoco de Las Mercedes; desde allí aparece en una sección rectangular que descarga en el río Guaire, después de cruzar la Av. Río de Janeiro. El embaulamiento fue realizado por el INOS entre 1957 y 1959 desde su desembocadura hasta el distribuidor Concreta; desde allí hasta su nacimiento fue embovedada por la urbanizadora Prados del Este. Cuando se construyó la autopista de Prados del Este en la década de los 70, se embovedó el canal desde la urbanización Los Naranjos hasta Concreta. También se construyó un colector marginal desde la desembocadura en el marginal derecho del Guaire hasta Concreta. El marginal no capta todas las aguas residuales de la hoya, pues en Las Mercedes se observan aguas negras, a pesar de que todas las urbanizaciones que afluyen a este colector adoptaron en su construcción el sistema separado. Además de posibles obstrucciones en el marginal, existe una importante descarga de aguas residuales a la quebrada Baruta a través de la quebrada Los Mangos, que recoge las descargas del Barrio Santa Cruz y parte de Las Minas de Baruta. Por otra parte, el embaulamiento de la quebrada ha colapsado en varias ocasiones por socavamiento, afectando la operación vial en la autopista de Prados del Este.
- Quebrada Cafetal: nace en las proximidades del centro comercial Plaza Las Américas y corre a lo largo del Boulevard del Cafetal hasta llegar a un punto bajo cercano a la entrada de la urbanización Santa Marta; allí cambia su rumbo hacia el norte y atraviesa la urbanización Chuao, para descargar en el Guaire, frente al aeropuerto La Carlota. La quebrada y sus afluentes están corregidos mediante canalizaciones y embovedados y funcionan en forma separada a la red de aguas residuales. Cuenta con un colector marginal que recoge las aguas negras de las diversas urbanizaciones de la hoya del Cafetal y descarga en el marginal derecho del río Guaire. Hasta fecha reciente se observó en la canalización un pequeño caudal de aguas negras, debido a malos empotramientos que podría corregirse con una reja de fondo. El sistema y sus afluentes funcionaban bastante bien en 1992.
- Quebrada La Guairita: situada en la zona sureste de la Zona Metropolitana, se forma por la unión de las quebradas Manzanares-Soroaima y La Boyera. Pasa con rumbo noroeste por la parte baja de las urbanizaciones Lomas de La Trinidad, La Tahona, Guaicay, Lomas del Este, y



Los Samanes; luego toma curso Este franco y pasa las urbanizaciones Colinas de Tamanaco, Santa Paula, Cerro Verde. Antes de cruzar la vía hacia Los Naranjos recibe el aporte de la quebrada El Paují, y sigue con rumbo Este, en dirección al Cementerio del Este hasta alcanzar el río Guaire, donde descarga. Varias quebradas afluyen a esta quebrada. La quebrada Manzanares nace en las inmediaciones de El Volcán, al sur de Baruta, pasa bordeando el casco de Baruta y entra en la urbanización La Trinidad, donde se une con la quebrada La Boyera para formar la Guairita. La quebrada La Boyera nace en las inmediaciones del pueblo El Hatillo, bordea la carretera La Trinidad – El Hatillo, y llega a la urbanización La Trinidad, donde al unirse con la quebrada Sorocaima forma la quebrada la Guairita. La quebrada El Paují nace en la urbanización Los Naranjos y baja con rumbo norte, hasta desembocar en la quebrada la Guairita. La quebrada La Limonera – o Sorocaima – nace al sur de la Universidad Simón Bolívar – también se denomina quebrada Sartenejas -, continúa bordeando la urbanización El Placer, atraviesa terrenos de la urbanización La Limonera, recibe los aportes de la quebrada Ojo de Agua, antes de llegar a la urbanización Piedra Azul, y de allí sigue en dirección a la urbanización La Trinidad, donde confluye con la quebrada Manzanares.

La quebrada la Guairita no está canalizada, a pesar de que atraviesa áreas muy sensibles y su hoya tiene una extensión de unas 4.000 Hás. Está afectada por procesos de sedimentación que han elevado su cauce hasta 3 metros, ocasionando desbordamientos que han provocado incidentes fatales. Se observa el escurrimiento de aguas negras, las cuales provienen de sus afluentes o de descargas directas, la mayoría proveniente de asentamientos informales, por lo cual requiere un saneamiento integral mediante colectores marginales y posibles tratamientos. El cauce de la quebrada la Guairita es natural en casi todo su recorrido. La adyacencia de importantes sectores de actividad comercial y residencial, especialmente en el tramo entre La Trinidad y Los Naranjos, hace necesario estudiar su comportamiento hidrológico en caso de lluvias excepcionales, y acometer acciones correctivas.

#### **4.8.3 Contexto científico, social y cultural**

Este período hubo una importante incorporación de ingenieros, arquitectos y urbanistas a las labores de planificación y gestión urbana, así como al diseño y operación de las redes de infraestructura hidráulica, favorecida por el intercambio de experiencias entre la Academia y los organismos del Sector Público, sinergia que desaparecería posteriormente como producto de cambios en la estructura institucional que no mantuvieron las bondades de la estructura precedente. De acuerdo con los profesores Alfredo Cilento y Juan José Martín:

*“Por su parte, en la Universidad, a pesar de haberse creado en 1953 una Facultad de Arquitectura y Urbanismo, la formación de los cuadros —ingenieros, arquitectos, economistas, sociólogos, etc.— a nivel de postgrado, se inició en 1961 con el Centro de Estudios del Desarrollo (Cendes) adscrito al vicerrectorado académico de la UCV (Darwich, 2005) y, dentro de la Facultad de Arquitectura y*



*Urbanismo de la UCV, con el Instituto de Urbanismo en 1967 y el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) en 1975 (cf. Lovera, 2004; Cilento Sarli, 2005, pp. 30-53); en este último caso la transferencia del sector público a la universidad tuvo como antecedente la experiencia de la Sección de Diseño en Avance del Banco Obrero, entre 1962 y 1967, fundado por profesionales provenientes de esa institución que también actuaban como docentes en la UCV (cf. Cilento Sarli, 1996; Arellano, 2005). Pero esta fecunda transferencia de conocimientos, experiencias e iniciativas de los organismos de la administración pública a la Universidad —\*MOP\*, BO, ICU, INOS— a través de ingenieros y arquitectos que compartían el trabajo profesional y la docencia, se vería interrumpida en la década de los setenta cuando se produjo la reestructuración ministerial que eliminó el MOP.*

...

*Sin embargo, como efecto —ni perverso ni deseado— de esta decisión de reorganización ministerial y de las nuevas jerarquías de los institutos autónomos, la universidad fue recibiendo una parte —la otra la aprovecharía el sector privado— del flujo de conocimientos producidos en el sector público y pudo captar en algunos casos, en el campo de la tecnología de la construcción, la experiencia profesional acumulada por los profesionales empleados en las instituciones públicas. Desde 1976, el proceso de producción y transferencia entre el sector público y el académico en el campo de las obras públicas se detuvo —como de hecho se detuvieron éstas— correspondiéndole entonces a la universidad incursionar en la investigación y el desarrollo en ese ámbito disciplinar.” (Cilento, A. Martín, J.J. 2006: Págs. 9-28).*

El período 1970 – 1990 constituye desde el punto de vista social y cultural, uno de fuertes contrastes en lo económico y social, variando de una engañosa opulencia a una fuerte carencia de recursos que ocasionó mayor desigualdad social, lo cual fomentó una profunda crisis política cuyas consecuencias se mantienen hoy. Las posibilidades que brindó al país una renta petrolera inesperada – producto de alzas en el precio del barril de petróleo en 1973 debido a tensiones políticas en el medio oriente - y la nacionalización de la industria petrolera, ofreció ingentes recursos que, lejos de fortalecer a la sociedad venezolana, la debilitaron. Es el período de la Venezuela Saudita. Sin embargo, esta riqueza fue absorbida solamente por un grupo de la población – el más cercano a la clase política – sin traducirse en una oportunidad colectiva de ascenso económico y social.

A un alza inesperada de la renta petrolera desde 1973 a 1979 siguió una baja muy pronunciada de los precios del barril, que encontró al país sin capacidad de responder a las exigencias de organismos financieros internacionales para honrar los préstamos adquiridos durante la ilusoria bonanza. El endeudamiento del país implicó una crisis macroeconómica que en 1983 condujo a una fuerte devaluación del bolívar, afectando la capacidad de compra, debilitando los salarios y desatando una economía inflacionaria que no fomentó la inversión interna, más, por el contrario, propició la fuga de capitales.



La necesidad de revertir el país rentista fue entonces enfrentada a partir de 1989 con un programa de ajustes macroeconómicos que no consideraron suficientemente su efecto en las clases más desfavorecidas. El período culminó con el estallido social de 1989, el cual, además de su perjudicial efecto psicosocial, ocasionó un progresivo desconocimiento de los esquemas de modernización estatal recomendados por organismos internacionales, una creciente debilidad institucional para abordar con eficacia los problemas de urbanización y de prestación de servicios públicos, entre otros. A partir de entonces temas como regulación de mercado, ajuste de tarifas, incursión del sector privado en la prestación de servicios públicos, serían seriamente cuestionados. La crisis de gobernabilidad apenas asomaba, pues pocos años desencadenará en nuevas reacciones que resquebrajarán totalmente el estamento político e institucional.

#### **4.8.4 Estructura político - institucional**

Los cambios institucionales fueron muy profundos en este período, y debilitaron una estructura institucional que había sido muy exitosa para enfrentar los desafíos de la vertiginosa urbanización que registró la ciudad a partir de los años '50. El MOP y el INOS, organizaciones que habían desempeñado un rol clave en la construcción de viviendas, vialidad, canalizaciones y obras sanitarias, todo lo cual hizo posible sostener la Caracas Moderna de los años 50 al 70, fueron desmontados para dar lugar a otros organismos que bajo la promesa de una mayor especialización en sus funciones, no ofrecieron la continuidad de buenas prácticas, efectividad de gestión y progreso técnico y científico de décadas anteriores. En el caso de Caracas, ello resultó particularmente crítico, pues justamente a partir de los años '70 el sistema de abastecimiento trascendió las barreras municipales para abarcar un territorio más amplio que requería una consideración regional de su crecimiento e intervención.

El profesor Víctor Fossi expresa las consecuencias del desmantelamiento del MOP de la siguiente manera:

*“En 1976, con la reforma de la Ley Orgánica de la Administración Central, las funciones encomendadas al MOP fueron repartidas en varios despachos oficiales. La responsabilidad principal en materia de ordenación urbanística quedó atribuida al Ministerio del Desarrollo Urbano (MINDUR), pero actividades fundamentales del sector quedaron bajo la tutela de otros ministerios (Abastecimiento de agua, cloacas y drenajes urbanos: Ambiente y Recursos Naturales Renovables; vialidad y transportes urbanos: Transporte y Comunicaciones). Al mismo tiempo que se complicaba significativamente la tramitación de autorizaciones para urbanizar o edificar, la responsabilidad sobre aspectos importantes del desarrollo urbano se fue deteriorando en la medida en que la misma comenzó a ser compartida por varios organismos... la responsabilidad compartida ha dado*



*muy pobres resultados y contribuyó de manera importante a la desactivación de los programas de inversión pública en el desarrollo urbano” (Fossi, V. 2011: Pág. 6).*

Los profesores Alfredo Cilento y Juan José Martín Frechilla avalan esta posición y complementan expresando las consecuencias adversas que la decisión tuvo en la docencia e investigación universitarias :

*“... en 1975, el Ministerio de Obras Públicas fue desmantelado para dar paso a tres nuevos ministerios, supuestamente especializados, que nunca lograron alcanzar el nivel técnico, de actualización y la eficiencia del antiguo \*MOP\* ... Las razones del desmantelamiento en parte coyunturales, la “construcción” del medio ambiente como problema... pero sobre todo políticas, tuvieron una profunda repercusión tanto en la eficiencia hasta entonces proverbial del \*MOP\* como en el desarrollo de la docencia e investigación universitarias, que se nutrían de la experiencia en proyectar y construir grandes obras públicas de infraestructura y servicios”.*  
(Cilento, A. Martín, J.J., 2006: Págs.9-28).

Sin embargo, al menos en la estructura legal hubo aportes muy relevantes. La ordenación del Territorio y la Ordenación Urbanística, ejercidas sin un marco legal que las amparase, fueron recogidas en sendas leyes decretadas en 1983 y 1987, respectivamente, ordenando una materia donde había una necesidad de señalar instrumentos, contenidos, competencias y modalidades de ejecución de la ordenación territorial y urbana. Estas leyes fueron bien concebidas y aún hoy siguen siendo útiles<sup>23</sup>,

Respecto a las tareas de planificación territorial, considerando lo intempestivo del fenómeno de la urbanización en Caracas a partir de la década de los 50, la estructura institucional se adaptó oportunamente. En efecto, en 1960 se creó la Oficina Municipal de Planeamiento Urbano y en 1972 se crea la mancomunidad urbanística, con la cual aparece la Oficina Metropolitana de Planeamiento Urbano, asimilando a la anterior Oficina Municipal dependiente de la Gobernación del Distrito Federal.

Estas dependencias facilitaron la actualización de los planes de ordenamiento urbanístico de la ciudad capital. En 1972 se promulga el Plan 1970 – 1990 y en el año 1981 se promulga el Plan Caracas 2000. No obstante este esfuerzo de planificación, en 1992 se disuelve la mancomunidad urbanística y se dispersan los esfuerzos por lograr una visión unificada de la ciudad. El Ministerio

---

<sup>23</sup> Ello a pesar del intento de suplantar estas leyes por otra, la “Ley Orgánica para la Planificación y Gestión de la Ordenación del Territorio”, sancionada el 15 de agosto de 2006 y publicada en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.820 Extraordinario, de fecha 01 de septiembre de 2006, la cual fue derogada meses después de su promulgación, según Gaceta oficial N° 38.633 del 27 de Febrero de 2007. Al respecto, existen opiniones encontradas respecto a la permanencia de un régimen de “vacatio legis” en la materia.



del Desarrollo Urbano emprendió en 1990 una iniciativa - ante la inminente desaparición de la mancomunidad urbanística del AMC – de establecer un programa de cooperación técnica entre el Ministerio y las 17 municipalidades de la Subregión Metropolitana. Lamentablemente esta iniciativa, que debía formular un Plan de Ordenación Urbanística para la subregión, quedó descontinuada, debido al clima de inestabilidad política que se produjo después de la destitución del presidente de la República en 1993.

La década de los 90 se intenta un enfoque distinto para lograr una visión metropolitana, con mayor agilidad en la toma de decisiones: se crea la Fundación Plan Estratégico de Caracas, la cual pretendía focalizar la atención de los organismos públicos clave en los problemas más acuciantes. No obstante, la fundación creada en 1995 desapareció años después. Uno de sus aportes consistió en identificación de problemas y oportunidades para resolver el suministro de agua a Caracas, y en la revisión de las expectativas poblacionales esperadas para la subregión Metropolitana

En 1991, ante la creciente burocratización del INOS, se resuelve su liquidación y se crea una estructura de varias empresas descentralizadas regionales, dependientes de una casa matriz: HIDROVEN y sus filiales. En el caso de Caracas, HIDROCAPITAL pasó a asumir las funciones que realizaba el INOS en la Región Capital. Del Diccionario Multimedia de Historia de Venezuela se extraen las razones de la obsolescencia del INOS:

*“Además, el instituto se alejó de los concejos municipales y de la comunidad. Ese divorcio de sus usuarios y de los organismos naturales de coordinación, unido a la falta de planes de contingencia, afectó notablemente su funcionamiento. De allí a la debacle será cuestión de pocos años. .. Con la regionalización que se adelantaba en el país, el INOS se burocratizó aún más, la administración de los acueductos perdió independencia y autonomía, el organismo se partidizó en exceso y creció su carga burocrática, a la vez que aumentaban desmedidamente las demandas de sus trabajadores. Y eso, unido a una baja recaudación por tarifas subsidiadas, llevó al organismo a la insolvencia”.*  
(Fundación Polar, 2000: Acueductos)

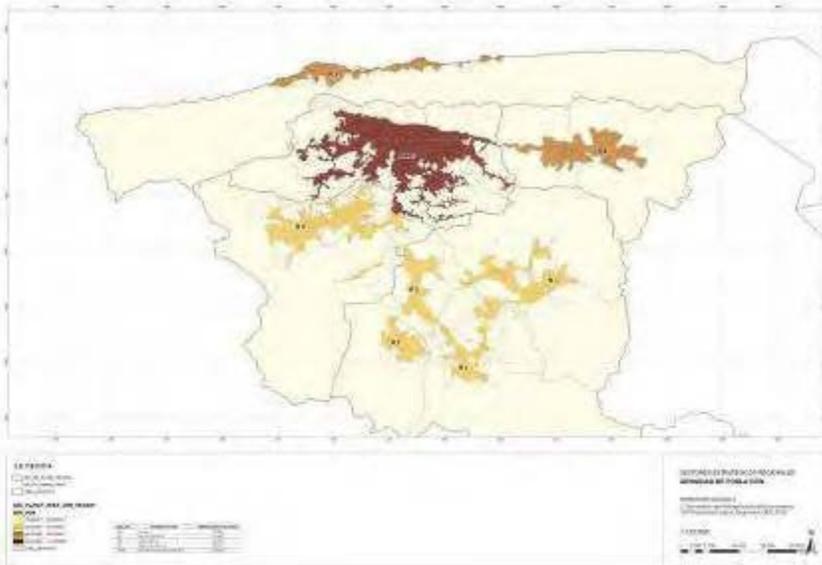
El proceso de descentralización se inició también en los años 90, lo cual ocasionó la desagregación de la estructura municipal prevaleciente de dos distritos en 5 municipios dentro del AMC, cada uno de los cuales tenía autonomía y competencias para el manejo de la materia urbanística y sanitaria. Si bien ello contribuyó a centrar el interés en el desarrollo de las comunidades y acercó las autoridades electas a los ciudadanos, la desagregación atomizó los esfuerzos locales de planificación y gestión urbana y sanitaria.

## 4.9 CARACAS A INICIOS DEL SIGLO XXI, (1990-2011)

### 4.9.1 Breve descripción de la ciudad

El organismo metropolitano que constituye Caracas ya se visualiza desde los años '70 como una entidad regional, compuesta por el Área Metropolitana de Caracas, el valle de Guarenas y Guatire, el valle del Tuy Medio, el Litoral Metropolitano y los Altos Mirandinos. Otra tesis (Negrón, M. 2004: Págs. 227 y 228), señala que este organismo alcanza un territorio mucho mayor, anteriormente definido en la Región Centro Norte Costera, y que abarca desde el valle de Guarenas y Guatire hasta Puerto Cabello.

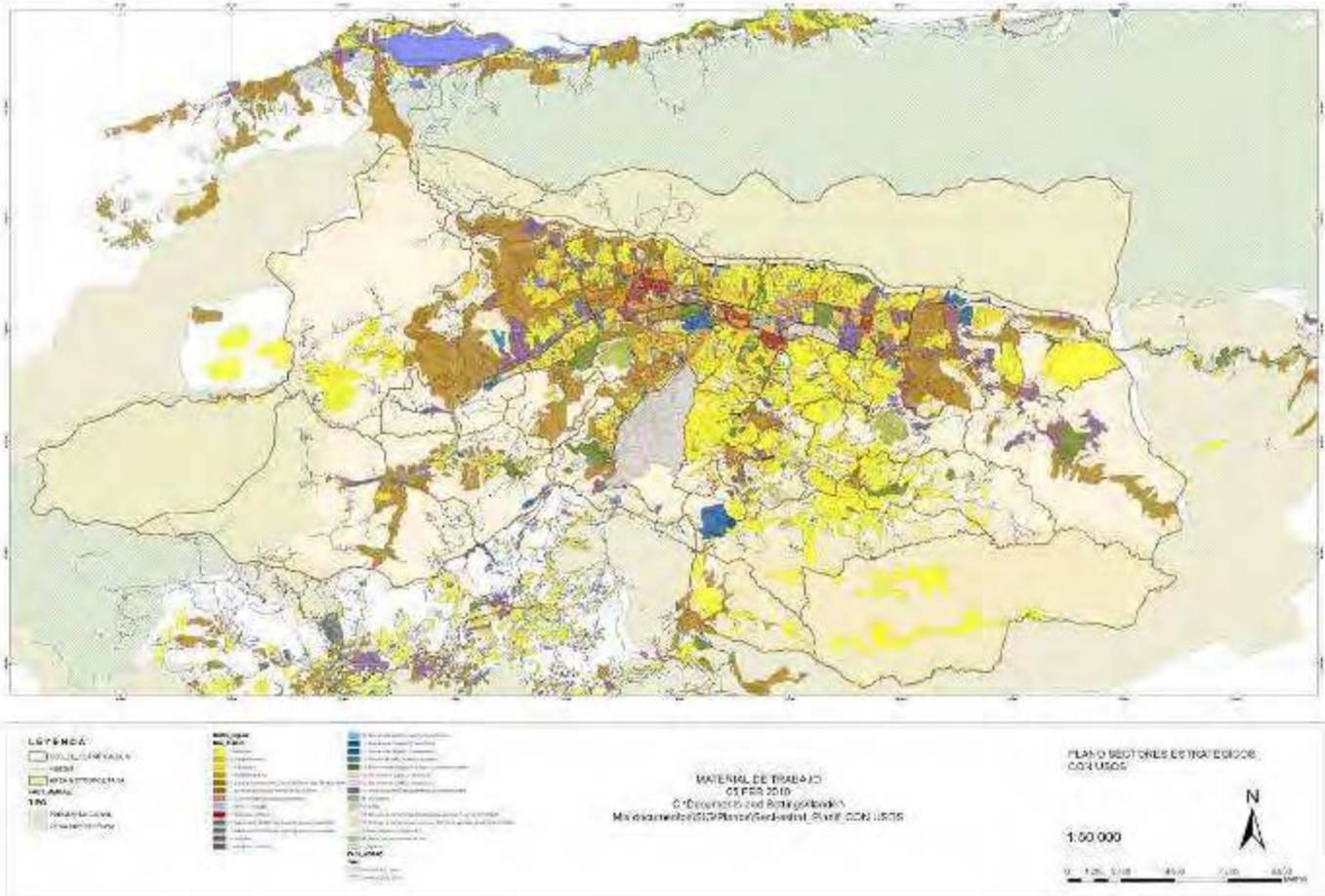
Desde el punto de vista de la configuración actual de las redes de abastecimiento y los efectos medioambientales de los efluentes que producen, todos los centros poblados dependientes la cuenca de los ríos Guaire y Tuy, así como el Litoral Metropolitano, están totalmente relacionados desde los años 70.



**Figura 4-48:** Extensión de la mancha urbana en la Subregión Metropolitana hacia 2010.

Fuente: Alcaldía Metropolitana de Caracas. IMUTC. 2011.

Respecto a los usos del suelo, es notoria la mayor concentración de actividades empleadoras y de servicios en el Área Metropolitana Interna respecto a la baja concentración de las entidades periféricas, que actúan como ciudades dormitorio, sin concentrar una magnitud de empleos que disminuya los viajes hogar trabajo.



**Figura 4-49:** Usos del suelo en el Área Metropolitana Interna y el Litoral Vargas hacia 2010.

Fuente: Alcaldía Metropolitana de Caracas. IMUTC. 2011.

El área metropolitana interna de Caracas constituye una entidad espacial que comprende un territorio de 77.672 hectáreas, de las cuales se encuentran ocupadas unas 31 mil y altiméricamente alcanza cotas desde 800 msnm hasta unos 1350 msnm.

De acuerdo a las estimaciones realizadas por el Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas, nueva entidad de planificación dependiente de la Alcaldía Metropolitana, a partir de la conformación del Distrito Metropolitano de Caracas, la población de la Subregión Metropolitana creció casi un millón de habitantes entre 1990 y 2007, pasando de 4 millones cien mil habitantes a unos 5 millones de habitantes.



**Cuadro 4-4.** Población de la Región Metropolitana de Caracas y sus componentes. Comparación años 1990 y 2007.

POBLACIÓN POR COMPONENTE	1990	%	2007	%
AMC	2.928.387	70,86%	3.174.034	63,24%
Altos Mirandinos	282.548	6,84%	408.747	8,14%
Ciudad Fajardo	246.810	5,97%	427.310	8,51%
Tuy Medio	370.184	8,96%	675.713	13,46%
Litoral Vargas	304.493	7,37%	332.938	6,63%
<b>Subregión Metropolitana</b>	<b>4.132.422</b>	<b>100,00%</b>	<b>5.018.742</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Distrito metropolitano de Caracas. IMUTC. Plan Caracas 2020..

Las expectativas de crecimiento poblacional señaladas por la anterior OMPU estimaban para el Área Metropolitana Interna y Externa, o Sub Región Metropolitana – una definición que encaja bastante con la de Región Metropolitana acuñada por el IMUTC<sup>24</sup> -, un crecimiento mayor que alcanzaría unos 5 millones 450 mil habitantes para el año 2000, de modo que las estimaciones precedentes superaron lo que realmente ocurrió, aunque sí sucedió que las entidades periféricas crecieron bajo la influencia de Caracas, incluso más que el propio AMC. En todo caso, desde 1990 las tasas de crecimiento para toda la Subregión Metropolitana se han mantenido por debajo de 0,5% interanual, y de acuerdo con el INE, no se espera su incremento.

De acuerdo al IMUTC: *“Esto tiene su explicación en el auge de la construcción de viviendas en las regiones mencionadas, en detrimento de un menor crecimiento relativo que se ha dado en el AMC, y por el deslave del año 1999 en el estado Vargas, que mermó la actividad en esa área.”* (Alcaldía Metropolitana. s/f: Pág. 13):

Respecto a la informalidad urbana, las estimaciones al año 2010 para el AMC señalan que la población alcanzó 1.427.190. Ello representó cerca del 45% de la población. Para determinar si la informalidad urbana se incrementó o no, será necesario esperar los resultados del censo del 2011, los cuales aún no están disponibles. Como se recordará, en el Plan Caracas 2000 se estimó que los habitantes en estas áreas debían reducirse al 46% si se acometían acciones que abordaran el problema.

Aunque sí se emprendieron acciones durante los años 2000 al 2002, desde 1998 ha habido una merma muy importante en la construcción de vivienda, además de una práctica alentada desde el

<sup>24</sup> El IMUTC denomina a esta entidad “Región Metropolitana”. En el presente trabajo, dependiendo del contexto, se utilizaran en forma indistinta las denominaciones “Subregión Metropolitana” y “Región Metropolitana”.



sector oficial, de ocupación intempestiva de terrenos que pudo haber alentado una mayor informalidad. También ha habido una posición del sector público dirigida a reconocer las condiciones de informalidad y de propiciar la formalización de la propiedad de la tierra.

Ello aún no logra vencer el fenómeno. Aún las condiciones de informalidad pesan sobre la calidad de los servicios públicos, las condiciones de acceso son precarias, la inseguridad y los eventos de desastre son más recurrentes en los asentamientos informales.

#### **4.9.2 Caracterización de las redes de infraestructura hidráulica**

Hasta el 2011 los sistemas de abastecimiento del acueducto metropolitano dependen de los sistemas Tuy I, II y III que ya habían sido construidos en los '70 y mejorados durante los años '90. A raíz de la disolución del INOS, el sistema de abastecimiento y distribución de agua para la región Capital quedó en manos de HIDROCAPITAL, quien dividió la prestación del servicio en cinco sistemas que producen y distribuyen en 2011 casi 26 mil lps; se trata de los sistemas Metropolitano, Litoral, Fajardo, Losada-Ocumarito y Panamericano.

El Sistema Metropolitano atiende las demandas de los cinco municipios que ahora componen el distrito metropolitano; en orden del tamaño de la demanda: Libertador, Sucre, Baruta, El Hatillo y Chacao. Depende de los sistemas Tuy I, II y III, y a futuro incorporará el abastecimiento del Tuy IV. Produce casi 18 mil lps, los cuales son suficientes de atender las demandas de los próximos 20 años de los cinco municipios, con una dotación per cápita superior a 450 lpd; no obstante, existe una desigual repartición del recurso. A pesar de asegurar una dotación generosa, el sistema metropolitano presenta problemas de fugas por deterioro de las tuberías, una proporción de agua no contabilizada superior al 60% del total del agua producida, y una red incompleta de distribución que afecta fundamentalmente a los sectores informales, donde no existen redes de distribución planificadas (HIDROCAPITAL; 2002: Págs. 74-75).

El sistema metropolitano comparte el servicio con el Instituto Municipal de Aguas de Sucre, una instancia municipal que atiende a los sectores populares del municipio Sucre. El IMAS constituye la única experiencia de gestión municipal de agua y alcantarillados, y se creó por iniciativa del Municipio Sucre para asegurar una atención directa de los problemas de distribución que afectaban a los sectores populares de Petare (Beausson, N., 2011. Ver entrevista en anexos).



**Cuadro 4-5.** Sistema Metropolitano. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.

Sistema Metropolitano - IMAS		Área metropolitana de Caracas	1990	2010	2030
<b>Producción</b>	<b>17.665</b>	<b>Consumo (lps)</b>	<b>11.865</b>	<b>13.046</b>	<b>13.675</b>
Tuy I (1)	2.350	Población (hab)	2.928.887	3.220.540	3.375.804
Tuy II	6.500	Dotación (lpd)	350	350	350
Tuy III (2)	8.150	<b>BALANCE (lps)</b>	<b>5.800</b>	<b>4.619</b>	<b>3.990</b>
Tuy IV (3)	-	Dotación real (lpd)	521	474	452
PT La Pereza	120				
PT Macarao	120				
Otras fuentes superficiales locales	125				
Fuentes subterráneas locales	300				

Nota:

- (1) Se han descontado 850 lps que se envían al Sistema Panamericano.
- (2) Se han descontado 1.200 lps que se distribuyen en el Tuy Medio, sistema Losada Ocumarito y 450 lps que se envían al sistema Litoral.
- (3) No se incluye el aporte del Tuy IV pues este sistema sustituirá casi totalmente la producción del Tuy III desde el Embalse Camatagua.

Fuente: Elaboración propia, con base en proyecciones del INE y datos de HIDROCAPITAL.

El Sistema Litoral atiende la demanda del municipio Vargas. Produce y distribuye unos 1.800 lps, de los cuales cerca de 450 lps provienen del sistema Tuy III a través de la aducción Caracas – Litoral. El sistema litoral puede asegurar dotaciones por encima de 400 lpd para los próximos 20 años, siempre que se pueda mantener el suministro de la aducción desde Caracas. Aparentemente el servicio de esta aducción no es regular y en caso de insuficiencia del recurso en el AMC, el envío se reduce. Para asegurar una provisión continua, existen planes para la construcción de un embalse en Puerto Maya, lo cual reduciría la dependencia de la referida aducción.

El carácter de sitio de recreación turística que posee el Litoral Vargas afecta la distribución de recurso durante fines de semana y épocas vacacionales, produciendo un incremento puntual de la demanda que puede doblar el tamaño de población, afectando la forma de distribución del recurso. La topografía, la dispersión de las distintas poblaciones respecto a las fuentes y la creciente informalidad, también afectan notoriamente las operaciones necesarias para la distribución.



**Cuadro 4-6.** Sistema Litoral. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.

Sistema Litoral		Litoral Vargas	1990	2010	2030
<b>Producción (lps)</b>	<b>1.865</b>	<b>Consumo (lps)</b>	<b>1.233</b>	<b>1.379</b>	<b>1.589</b>
PT Picure	1.000	Población (hab)	304.493	340.337	392.170
PT Naiguatá	240	Dotación (lpd)	350	350	350
PT Carayaca	25	<b>BALANCE (lps)</b>	<b>632</b>	<b>486</b>	<b>276</b>
PT Macuto	50	Dotación real (lpd)	529	473	411
Aducción Caracas – Litoral (1)	450				
Otras fuentes superficiales y pozos locales	100				

Nota:

(1) Se dedujeron 450 lps del sistema Tuy III en el sistema metropolitano.

Fuente: Elaboración propia, con base en proyecciones del INE y datos de HIDROCAPITAL.

El Sistema Fajardo atiende a las poblaciones de Caucagua, Guarenas y Guatire. Su principal fuente de abastecimiento es el embalse y la planta de tratamiento de Taguaza, complementándose con fuentes superficiales propias (Diques toma en Curupao, Toma Norte, la Churca, La Silma, Anauco e Izcaragua), así como numerosos pozos locales (existen más de 30). Existen planes para construir otros diques, así como para ampliar la capacidad de producción de la Planta de Taguaza.

El principal problema que confronta el sistema Fajardo lo constituyen los asentamientos informales, los cuales representan una importante proporción del Municipio Plaza (Guarenas), y donde no existen redes planificadas de distribución, baja capacidad de almacenamiento y necesidad de bombear para alcanzar cotas de servicio elevadas (HIDROCAPITAL, 2002: Págs. 70 - 71).

La dotación actual es de unos 400 lpd, pero a futuro, con el crecimiento de la población, será necesario incrementar la capacidad del abastecimiento para mantener la dotación actual.

**Cuadro 4-7.** Sistema Fajardo. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.

Sistema Fajardo		Valle Guarenas - Guatire	1990	2010	2030
<b>Producción (lps)</b>	<b>2.086</b>	<b>Consumo (lps)</b>	<b>1.000</b>	<b>1.827</b>	<b>2.310</b>
PT Taguaza	1.586	Población (hab)	246.810	450.892	570.164
		Dotación teórica (lpd)	350	350	350
		<b>BALANCE (lps)</b>	<b>1.086</b>	<b>259</b>	<b>-224</b>
Otras fuentes superficiales y pozos locales	500	Dotación real (lpd)	730	400	316

Fuente: Elaboración propia, con base en proyecciones del INE y datos de HIDROCAPITAL.



El Sistema Losada Ocumarito atiende a las poblaciones del Tuy medio: Charallave, Cúa, Ocumare del Tuy, Santa Teresa, Santa Lucía y San Francisco de Yare. El sistema depende de las mismas fuentes que surten al acueducto metropolitano y de algunas fuentes superficiales y pozos locales. Produce y distribuye más de 3 mil lps, lo cual garantiza una dotación media superior a 370 lpd. Este sistema incrementará notoriamente su demanda en los próximos 20 años (casi un millón de nuevos habitantes), por lo cual urge aumentar el suministro. La incorporación de Tuy IV sería la respuesta necesaria para atender este incremento. Por otra parte, el sistema registra fuertes deficiencias en la recaudación, debido a una escasa cultura de pago y una política poco agresiva de mercadeo, aferrada a un modelo de gestión gubernamental de un “Estado sobreprotector”, que se espera superar con la aplicación de la Ley Orgánica para la prestación de los servicios de Agua potable y saneamiento, promulgada en 2001 (HIDROCAPITAL, 2002: Pág. 68).

**Cuadro 4-8.** Sistema Losada-Ocumarito. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.

Sistema Losada - Ocumarito		Tuy medio	1990	2010	2030
<b>Producción (lps)</b>	<b>3.120</b>	<b>Consumo (lps)</b>	<b>1.598</b>	<b>2.898</b>	<b>3.753</b>
Tuy III	1.200	Población (hab)	394.598	715.296	926.404
PT Ocumarito	1080	Dotación (lpd)	350	350	350
PT TM-1	370	<b>BALANCE</b>	<b>1.522</b>	<b>222</b>	<b>-633</b>
PT La Peñita	370	Dotación real (lpd)	683	377	291
Otras fuentes superficiales y pozos locales	100				

Nota:

- (1) Del sistema Tuy III se han descontado 1200 lps al abastecimiento del sistema metropolitano para atender parcialmente la demanda del sistema Losada Ocumarito.

Fuente: Elaboración propia, con base en proyecciones del INE y datos de HIDROCAPITAL.

Por último, el sistema Panamericano atiende a las comunidades localizadas en los municipios Guaicaipuro, Los Salias y Carrizal. Produce cerca de 1500 lps, y depende del Sistema Tuy I, pues se envían cerca de 850 lps desde la PT La Mariposa. El sistema complementa el suministro con diversas fuentes locales. Se trata de un sistema que no puede alcanzar la dotación per cápita de los otros sistemas, y que verá agravado en los próximos 20 años el suministro, debido a insuficiencia de las fuentes actuales; de hecho, actualmente el servicio se presta de forma racionada en muchos sectores. La red de distribución presenta problemas por la necesidad de bombeo, y lo precario de las redes de algunos sectores, principalmente en las zonas informales. Existen problemas de catastro de usuarios, de agua no contabilizada y de escasa cultura de pago, todo lo cual afecta la gestión comercial del servicio (HIDROCAPITAL, 2002: Págs. 78 y 79).



**Cuadro 4-9.** Sistema Panamericano. Producción y consumo de agua potable 1990, 2010 y 2030.

Sistema Panamericano		Altos Mirandinos	1990	2010	2030
<b>Producción (lps)</b>	<b>1.485</b>	<b>Consumo (lps)</b>	<b>1.145</b>	<b>1.751</b>	<b>2.242</b>
Tuy I	850	Población (hab)	282.548	432.140	553.442
PT Agua Fría	175	Dotación (lpd)	350	350	350
PT Laguneta	250	<b>BALANCE</b>	<b>340</b>	<b>-266</b>	<b>-757</b>
PT La Culebra	80	Dotación real (lpd)	454	297	232
PT Qda La Virgen	30				
PT Paracotos	20				
PT Los Amarillos	20				
Otras fuentes superficiales y pozos locales	60				

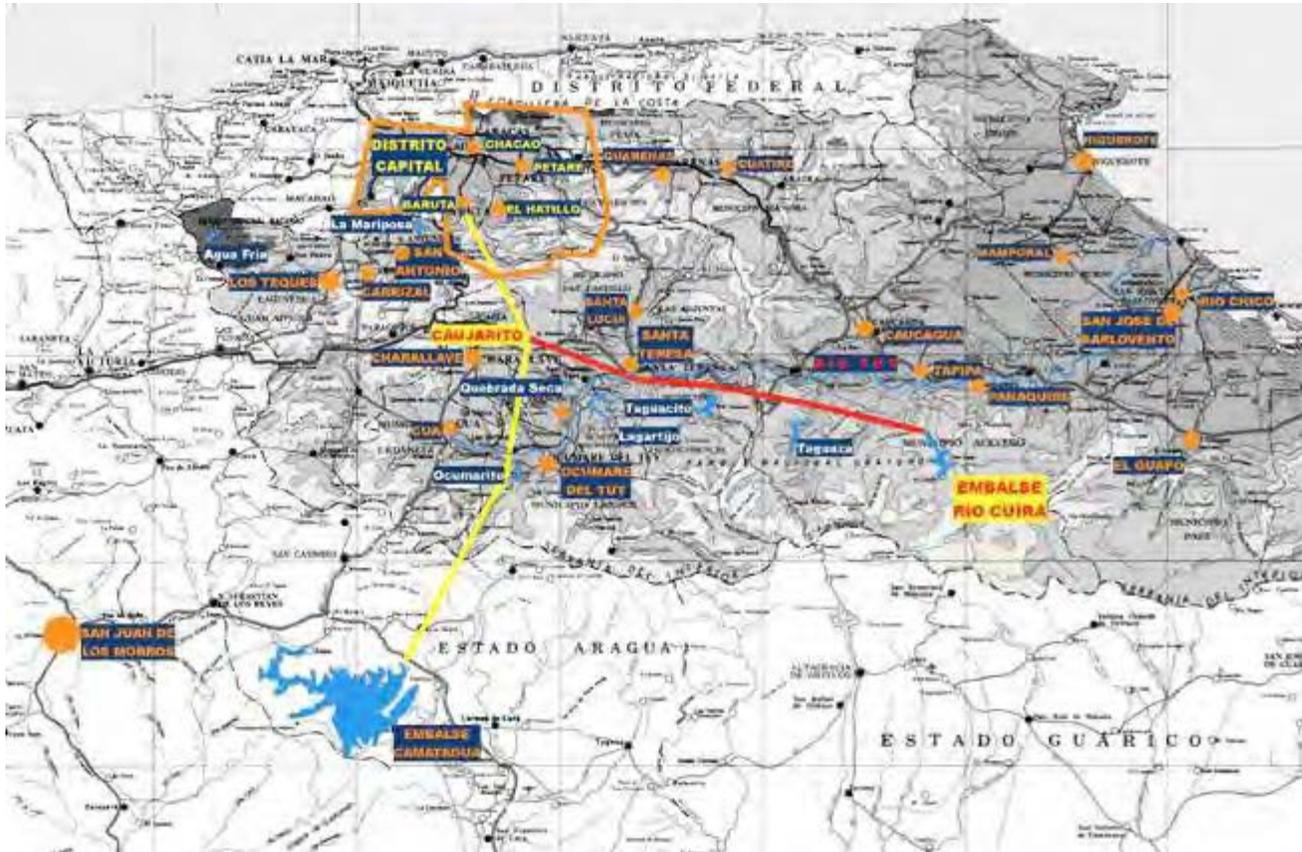
Nota:

- (1) Del sistema Tuy I se han asignado 850 lps al abastecimiento del sistema Panamericano.

Fuente: Elaboración propia, con base en proyecciones del INE y datos de HIDROCAPITAL.

Una modificación mayor del abastecimiento a los sistemas que maneja HIDROCAPITAL consiste en la incorporación del sistema Tuy IV, cuyo proyecto fue iniciado en 2005 y su construcción en 2007. El Tuy IV permitirá aportar desde el embalse Cuira una cantidad de 21 mil litros por segundo a la planta de tratamiento de Caujarito, alimentada actualmente por el embalse de Camatagua.

Este abastecimiento atenderá demandas de Caracas y del Tuy Medio, liberando unos 10 mil litros por segundo que suple actualmente el embalse de Camatagua a través del Tuy III. Ello permitirá disponer nuevamente de este caudal para fines de riego, que fue el propósito principal para la construcción del embalse de Camatagua, tal como lo señaláramos en la descripción del sistema en el período 1950 – 1970. El proyecto no descarta seguir proveyendo agua para el consumo humano desde Camatagua, sino garantizar que ambos embalses provean en forma conjunta las demandas para consumo humano de la Región Capital, pues las condiciones climáticas e hidrometeorológicas de los sitios de los embalses son distintas y sus aportes podrían complementarse, en caso de ser necesario.



**Figura 4-50:** Localización del embalse Caira y trazado aproximado de la línea del Tuy IV.

Fuente: <http://proyectotuy4.com/index.htm>

De acuerdo a la información disponible en la página web de HIDROVEN, el proyecto se inició en agosto de 2005 y debía finalizar en agosto de 2010 (<http://proyectotuy4.com/index.htm>), sin embargo, algunas obras aún se encuentran en proyecto y construcción.

El proyecto comprende la construcción de un embalse para almacenar las aguas del río Caira, afluente del Tuy, en la parte Norte del Municipio Acevedo del Estado Miranda: Se estima extraer 21.000 litros por segundo, que serían enviados por bombeo, a través de unos 70 kilómetros de tubería de 3 metros de diámetro, hasta la planta de tratamiento de Caujarito, construida en 1978, cercana a Charallave, punto de suministro al Sistema Tuy III. La tubería de aducción del Tuy III posee un diámetro de 85"; mediante modificaciones al sistema de bombeo para ampliar su capacidad, el sistema Tuy III podrá transportar los 21 m<sup>3</sup>/seg que proveerá el Tuy IV. Este nuevo



suministro llegará a los estanques de Baruta, en las inmediaciones de Sartenejas, de modo que si bien el suministro general al área metropolitana de Caracas se incrementará, será necesario realizar cambios en la red de distribución para garantizar una mejor repartición del recurso.

El sistema de bombeo dependerá de una estación adyacente al embalse, con una capacidad de impulsión máxima de 24 m<sup>3</sup>/seg, pero que en condiciones normales enviará 12 m<sup>3</sup>/seg. Desde el embalse a la estación de bombeo, el agua se desplazará en caída libre. La obra comprende unos 69 kilómetros de tubería de 100 a 120 pulgadas (25000 a 3000mm) de diámetro. La cota de la estación de bombeo es 50 msnm y será elevada hasta una chimenea de equilibrio ubicada en Aragüita, cuyas cotas de fondo y de rebose son de 367 y 376 msnm, respectivamente, por lo que la impulsión debe salvar un desnivel de 326 metros. Una vez allí el agua entra al sistema Tuy III ya existente. El agua será potabilizada en la planta de tratamiento de Caujarito, ubicada a 345 msnm; luego se enviará mediante las estaciones 32 y estación 33 del sistema Tuy III hasta los estanques ubicados en Baruta y de allí ingresa al sistema de distribución de la ciudad.

Si bien el nuevo sistema asegura una provisión suficiente de agua para Caracas, tiene consecuencias adversas en otros aspectos. Para la operación del sistema de bombeo se requiere alimentar la estación con una línea de 230 KV a fin de satisfacer una demanda de 125 MVA, equivalente a la carga generada por una ciudad de unos 140 mil habitantes<sup>25</sup>. Ello es preocupante, considerando las limitaciones del sistema eléctrico actualmente. Otra consideración consiste en las consecuencias medioambientales de reducir el caudal del río Tuy, cuyo gasto medio en el sitio Urapal es de 18,6 m<sup>3</sup>/seg (MARNR, 1982: Pág 23) y que en época de estiaje reduce su caudal, lo cual se agravaría con la extracción de 12 m<sup>3</sup>/seg, pudiendo alcanzar hasta 21 m<sup>3</sup>/seg, lo cual acentuaría la concentración de contaminantes en el río y la posterior descarga en las costas de Barlovento. Otro aspecto a destacar lo constituyen las poblaciones afectadas, pues el espejo de agua a máxima capacidad abarca 2.459,0 hectáreas, es decir, 24,6 km<sup>2</sup>.

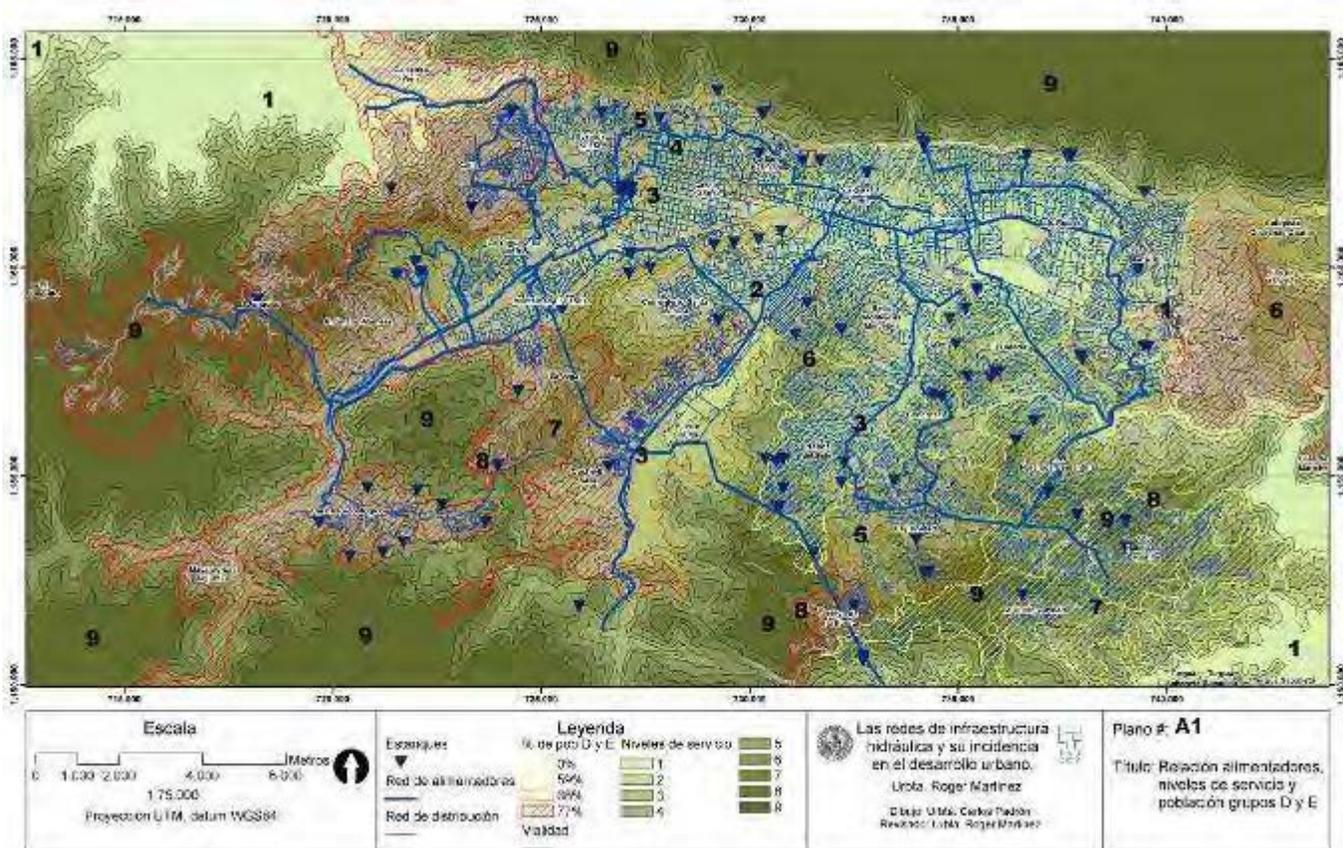
Con esta enumeración no se pretende señalar que la construcción del sistema Tuy IV sea una decisión equivocada, sino que la decisión obliga a importantes esfuerzos complementarios en otras áreas: en la optimización del sistema de generación, transmisión y distribución eléctrica hacia Caracas, en el saneamiento de los ríos Guaire y Tuy, y en la relocalización de habitantes en las poblaciones afectadas.

Dentro del Distrito Metropolitano de Caracas, el sistema de distribución posee la misma configuración y operación establecida en décadas anteriores, es decir, varios alimentadores que atienden las demandas según cotas de servicio, de acuerdo al sistema lastrado propuesto por el

<sup>25</sup> En efecto, para alimentar una población de 140 mil habitantes, a razón de 4,5 hab/viv y una carga promedio de 4 KVA/viv, se requerirían 124 MVA.

Ing. Yanes a finales de los 60, como ya se resumió antes. La red de distribución ha operado relativamente bien para las zonas de desarrollo formal, pero no así para las áreas informales, donde las limitaciones propias de su red de distribución, aunadas a un crecimiento hacia sitios alejados de la red de alimentadores y en cotas superiores a la 1290 msnm, inciden en una precaria calidad de la prestación del servicio. En efecto, en estas áreas se registran ciclos de suministro de varios días sin agua, y problemas en la potabilidad, debido a la contaminación de las redes por el ingreso de aguas contaminadas de la mesa freática al permanecer vacías tuberías que deberían mantener una presión constante.

Otra debilidad de la red de distribución que se evidencia con creciente frecuencia en este período consiste en la rotura de tuberías y la dificultad para sustituirlas. Gran parte de red de distribución tiene más de 50 años de construida, por lo cual su vida útil feneció, requiriéndose su completa sustitución.



**Figura 4-51:** Red de Distribución del AMC. Las líneas más gruesas señalan el trazado de los alimentadores

Fuente: Elaboración propia, 2011



A pesar de que estos hechos son conocidos, no se vislumbra en los esfuerzos de mejoramiento urbano de la ciudad la confección y puesta en marcha de algún plan integral para mejorar la frecuencia y calidad de servicio en las zonas de desarrollo informales, ni tampoco para sustituir las redes obsoletas en las zonas formalmente urbanizadas.

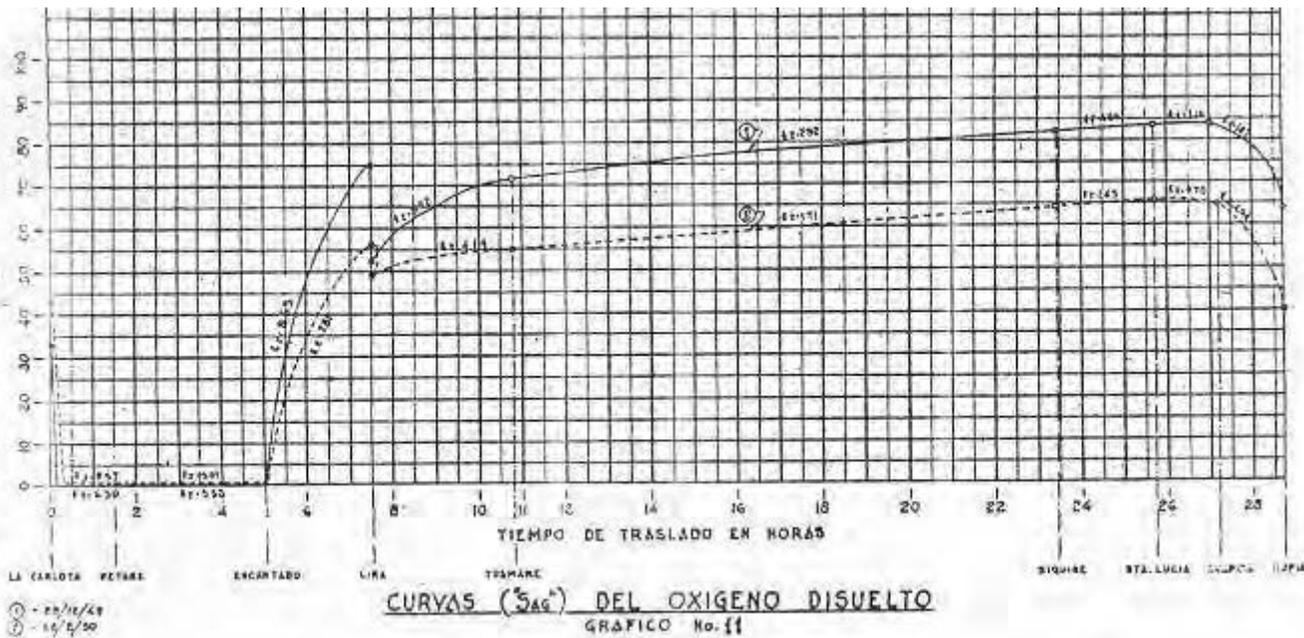
En relación a la red de alcantarillado sanitario, se mantiene la situación registrada en el período 1990-2000, donde los sectores desarrollados formalmente poseen una red completa de recolección, pero su conexión a los colectores marginales de las quebradas, así como la incorporación de éstos a los marginales del río Guaire, sigue siendo una debilidad. En el caso de los desarrollos informales, que ya concentran a la mitad de los habitantes de la ciudad, las debilidades de la recolección son aún mayores y más preocupantes, pues las redes existentes generalmente presentan roturas que ocasionan filtraciones al terreno, debilitándolo para el soporte de estructuras, ocasionando frecuentes deslizamientos de masas de tierra e incrementando la vulnerabilidad del asentamiento en caso de sismos. Por otra parte, el mismo proceso de informalidad en la construcción de estas redes sanitarias no previó su incorporación a la red cloacal de la ciudad, por lo que es habitual que en la mayoría de estos desarrollos las descargas se realicen directamente a las quebradas, lo cual dificulta la incorporación de estos efluentes a los colectores marginales del Guaire, como se reseñó en el período 1970 - 1990.

Por último, hasta 2011 tampoco se ha logrado el tratamiento de las aguas residuales generadas en Caracas, con lo cual se mantiene la descarga de aguas residuales al Guaire y por consiguiente al río Tuy, el cual ya registra una importante contaminación antes de la confluencia con el río Guaire. A pesar de este escenario desalentador, desde 2005 el Gobierno Nacional, a través del Ministerio del Ambiente, concibió el Proyecto Guaire, un proyecto integral de saneamiento que lograría mejorar la recolección de los asentamientos informales, la conexión de todos los colectores secundarios a los marginales del río Guaire, y el tratamiento de efluentes antes de descargarlos al río. En efecto, a través del proyecto Guaire se pretende realizar (MINAMB, 2006: Pág. 20): *“...cientos de obras de ingeniería hidráulica en toda la ciudad, cuya ejecución ofrece de inmediato una mejor calidad de vida en el sector donde se aplica y contribuye a la reorientación de las aguas y su posterior saneamiento para devolverlas al río limpias y en un punto ya fuera de la ciudad”*

El Proyecto Guaire definió al menos tres sitios posibles de tratamiento: uno en la confluencia de los ríos San Pedro y Macarao - en el sitio Las Adjuntas, donde nace el río Guaire -, otro intermedio en la confluencia de los ríos Valle y Guaire – en zonas de la Ciudad Universitaria, y otro final, aguas abajo de Puente Baloa en Petare. Sin embargo, en este aspecto ha habido grandes variaciones que impiden conocer a ciencia cierta si realmente existe un proyecto y cuál será la localización y diseño definitivo de dichas plantas. En un resumen que hace del proyecto Guaire el Dr Gustavo Rivas Mijares (Grases, J. (Compilador). 2006: Pág. 360) se señala que en lugar de construir la tercera planta en la descarga de los marginales en las cercanías de Petare, sería mejor que a los efluentes

se les deje avanzar por su lecho natural hacia el sur, atravesando zonas rurales hasta el sector La Encantada, donde el río presenta un tramo de fuerte pendiente y grandes saltos naturales que facilitan su aireación y por lo tanto la oxidación de la materia orgánica, haciendo las veces de un reactor biológico. Al final de esta secuencia de saltos, Rivas Mijares propone la construcción de un sedimentador que separaría los lodos y aclararía el efluente. El proceso de aireación se repetiría de ser necesario, recirculando las aguas bombeándolas aguas arriba de los saltos naturales para optimizar el proceso de oxidación. La condición de saltos naturales que proveen una autopurificación del río ya había sido advertida en 1946.

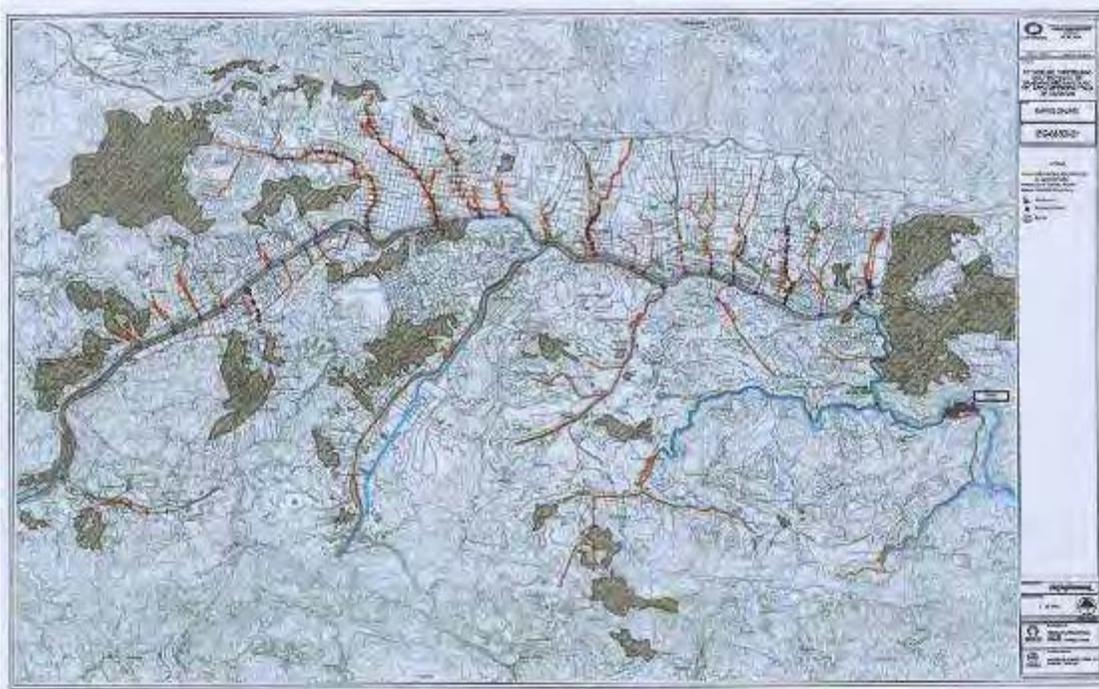
Un artículo publicado por los ingenieros Osorio, Hurtado y Acevedo en la Revista del INOS en 1950, señala lo siguiente: “El río corre del Encantado a Lira disminuido en gasto pero con extraordinarias facultades de reaeración y sedimentación. Es en este sector donde el río deja de ser séptico y empieza a aparecer el oxígeno disuelto y el río a recobrar sus cualidades de manera vertiginosa. Es maravilloso notar como el río, que frente a la toma del Encantando es todavía séptico, al llegar a Lira, 5,5 kms aguas abajo, ya tiene una saturación de oxígeno que puede ser de 50 a 75%”(Osorio, L., Hurtado, J R., Acevedo, F., 1950: Págs. 53 y 54)



**Figura 4-52:** Registro del Oxígeno disuelto en 1949 y 1950, resaltando el incremento en el tramo Encantado –Lira debido a la existencia de saltos naturales que oxigenan al río Guaire.

Fuente: Revista del INOS N° 6, 1950.

En un estudio elaborado en 2005 realizado por el consorcio TECSUL – ECODIPLA, se analizaron otros posibles sitios de tratamiento: Jardín Botánico, Parque Los Caobos, Aeropuerto Francisco de Miranda (La Carlota), Terrenos de Concretera al sur de Petare, y Hacienda El Encantado.



**Figura 4-53:** Ubicación de los colectores marginales a rehabilitar e identificación del sitio El Encantado, escogido para la construcción de la Planta General de Tratamiento.

Fuente: TECSUL-ECODIPLA, 2005.

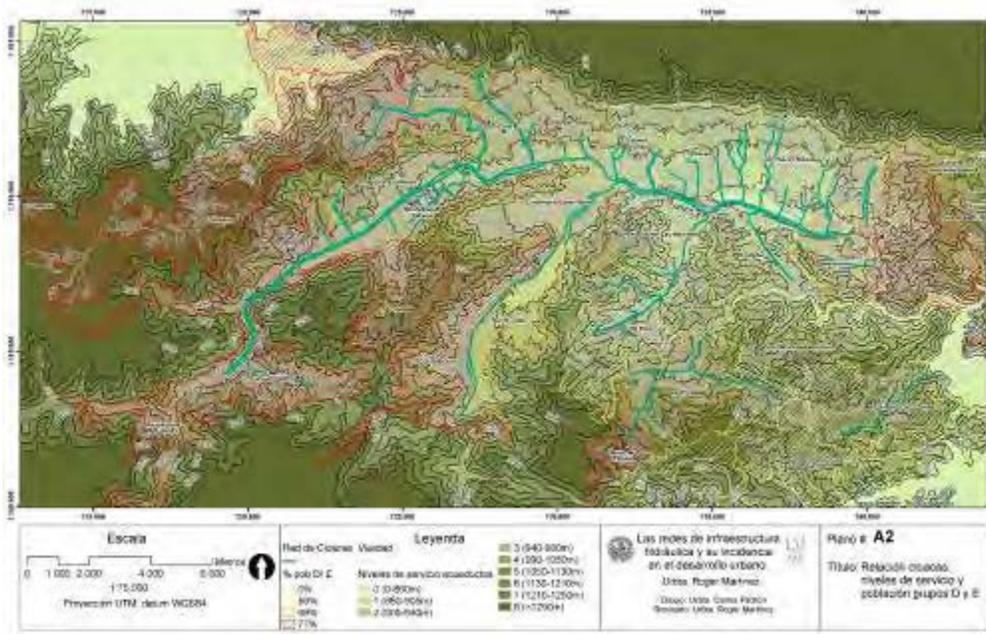
Después de considerar los inconvenientes, el informe señala que, en conjunto con el Ministerio del Ambiente, se decidió eliminar la opción de realizar tratamientos dentro del perímetro urbano, escogiéndose el sitio El Encantado (TECSUL – ECODIPLA, 2005: Pág. 68)., debido a varias razones: la disminución de los costos de construcción y operación, la facilidad de enviar por gravedad los efluentes hasta la entrada de la planta, la posibilidad de generar electricidad debido a la existencia de una caída de más de 40 metros hacia el cauce del Guaire, y a la posibilidad de interceptar la totalidad de las descargas aguas abajo de Petare y las que provienen de las hoyas de las quebradas La Guairita y El Hatillo<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Las características de la planta, a construir a 5,4 km del Puente Baloa, implica concentrar los colectores izquierdo y derecho en un solo colector emisario de 5,4 km de longitud, constituido por un cajón de concreto de 3 x 3 mts de pendiente 2 por mil, obra a la que debe añadirse dos obras de alivio en cada marginal, un sifón para atravesar el río y así traer las aguas del marginal derecho al lado izquierdo por donde se trazará el emisario, un puente a la altura del Conjunto residencial Paulo VI, y la protección de las riberas mediante gaviones. Respecto a las obras de tratamiento, estas se proyectan para el año 2023 y consisten de 12 canales para desbaste, 12 desarenadores aéreos que también facilitarán la separación de grasas, 4 desarenadores de aire, una estación para coagulantes, 60 reactores biológicos con inyección de aire desde el fondo, 24 sedimentadores primarios con reactor flocurador, 8 canales de desinfección

El estudio incluye las consideraciones necesarias de la planta para garantizar que su efluente cumpla especificaciones del decreto 883 relativas a Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5), Sólidos Suspendidos, Coliformes Totales, Fósforo Total y Nitrógeno Total (TECSUL – ECODIPLA, 2005: Pág. 61).

Pero el esfuerzo de mayor envergadura y complejidad técnica y social para el saneamiento del río Guaire deberá hacerse precisamente en las áreas de crecimiento informal. De acuerdo a las estimaciones de TECSUL-ECODIPLA, se requerirá construir más de 1.400 kilómetros de tuberías de recolección (1.300 km de tuberías de 150 mm y unos 165 km de tuberías de 250 mm o mayores) en una superficie de 5.000 hectáreas, y más de 325.000 conexiones individuales (TECSUL, ECODIPLA. Informe 500. 2005: Pág. 59).

En el plano a continuación se muestra la condición actual de la red de colectores del AMC. Es evidente que en los sitios donde se concentra la informalidad urbana, denotados en manchas de color rojo, prácticamente no existen sistemas de recolección mediante colectores marginales como sí se construyeron en las áreas de desarrollo formal. El resultado, ya reseñado en el período 1970 – 1990, es que buena parte de la superficie contribuyente de los principales afluentes al Guaire reciben descargas directas a la red de drenaje, contaminando al río.



**Figura 4-54:** Sistema actual de colectores principales del AMC en 2011.

Fuente: Elaboración propia, con base al estudio de TECSUL-ECODIPLA, 2005.

mediante lámparas UV, un tubo final de descarga al río Guaire, y una mini central hidroeléctrica para proveer 3,5 MVA y alimentar el 75% de la demanda requerida por la planta (TECSUL, ECODIPLA. Informe 600. 2005: Págs. 7y 8).



#### **4.9.3 Contexto científico, social y cultural**

Si bien en las ciencias tecnológicas no registraron cambios importantes durante en este período, la aplicación en la gestión pública de conceptos e ideologías provenientes de las ciencias económicas y sociales se manifestaron en prácticas gubernamentales muy contrapuestas.

A inicios de los 90 se intentó licitar el acueducto de Caracas, como consecuencia del seguimiento de un programa de ajustes sugerido por organismos multilaterales para hacer frente a la crisis burocrática y económica de finales de los 80, siguiendo principios neoliberales de intervención que postulaban la incursión del capital privado en la prestación de servicios públicos.

El estallido social de febrero de 1989 se tradujo en dos intentos de golpe de Estado y en la necesidad de reconfigurar el aparato político - institucional. Antes del estallido del 89, la Comisión para la Reforma del Estado (COPRE), constituida por decreto presidencial en 1984, había discutido la necesidad de realizar cambios en la estructura institucional, y había sugerido algunas reformas (Propuestas para Reformas Políticas Inmediatas), que fueron aplicadas parcialmente. Una de las propuestas que fue aplicada se refirió a la elección directa de Alcaldes y Gobernadores en diciembre de 1989, quienes antes de esa fecha eran designados directamente desde el gobierno central. Este cambio generó un escenario de gobernabilidad que alivió tensiones políticas promoviendo liderazgos regionales, pero erosionó las bases del funcionamiento de los partidos políticos tradicionales. El proceso constituyente de 1999 refrendó la tesis de la descentralización, y desde entonces existe un fértil campo de acción gubernamental a nivel regional y local.

No obstante, el gobierno que asumió el poder desde 1998 tomó distancia de estos planteamientos, re-estatizó algunas de las empresas de agua potable que habían sido concesionadas en el país, ha apostado a una gestión centralizada, y ha experimentado la aplicación de modelos de gestión de los servicios de agua y saneamiento basados en la participación comunitaria y en modelos societarios de emprendimiento, a través del cooperativismo y la autogestión. Estos cambios apuntan a un nuevo modelo de producción y de relaciones institucionales, basado en una economía de corte socialista, tal como lo expresan las autoridades a nivel central.

Desde el punto de vista de la gestión de agua potable y saneamiento, el enfrentamiento de visiones centralizadoras y descentralizadoras, así como el cuestionamiento de la iniciativa privada en el manejo de los servicios públicos, han restringido las posibilidades de diseñar modelos de gestión eficaces. Por su parte, el empoderamiento de las comunidades, especialmente de los sectores informales, para intervenir en los servicios de agua potable y saneamiento, ha sido un evento bienvenido por la población y que goza de respaldo a nivel internacional. Sin embargo, son necesarios ajustes para alcanzar modelos de gestión del servicio más eficaces.



#### **4.9.4 Estructura político - institucional**

La decisión de liquidar al INOS en 1989 y la posterior creación de HIDROVEN y sus filiales regionales se asumió en su momento de forma transitoria, para sobrellevar la crisis institucional, política y financiera en que se encontraba el INOS; es decir, no apareció como resultado de una re-estructuración institucional como la que provocó la aparición del organismo en 1943, justificada por la necesidad de enfrentar el desafío de una creciente urbanización con recursos nacionales.

En Caracas, la liquidación del INOS dio origen a dos entidades operadoras del acueducto y las cloacas: HIDROCAPITAL, que formaría parte del holding de empresas encabezado por HIDROVEN, y el Instituto Municipal de Aguas de Sucre (IMAS), dependiente de la Alcaldía de ese municipio. Ambas instituciones serían manejadas por el sector público.

En el caso de HIDROCAPITAL, una vez creado se procedió de inmediato a seguir las recomendaciones de organismos financieros internacionales: se organizó una licitación para privatizar el acueducto y las cloacas de Caracas, bajo la premisa de que la incorporación del sector privado fomentaría mayor eficacia en el manejo de los recursos y superaría la burocratización que desmoronó al INOS. Pero con la llegada al poder del presidente Chávez, el nuevo gobierno se opuso radicalmente a la posibilidad de incorporar capital privado al manejo de las empresas de servicios públicos. La decisión de otorgar en concesión el acueducto y cloacas de Caracas a grupos empresariales privados fue completamente desechada. En el caso del municipio Sucre, a pesar de las dificultades presupuestarias, el IMAS pudo realizar la tarea de brindar el servicio a los sectores populares del municipio Sucre desde 1991 hasta febrero de 2012. La atención de los sectores populares del municipio, que adolecían a finales de los años 80 de una atención adecuada por parte del INOS, había sido la principal razón de su creación (ver transcripción de la entrevista al Ing Norberto Bausson en anexo). Sin embargo, después de 20 años de gestión, la gestión autonómica del municipio tropezó a partir de 2009 con la vocación centralista del Gobierno Nacional, el cual le mermó recursos y restringió el ejercicio de las competencias municipales en la materia, decidiéndose en febrero de 2012 la supresión de las actividades del organismo<sup>27</sup>.

La reorganización del aparato gubernamental a partir de 1999 en razón de la convocatoria de la Asamblea Nacional Constituyente, trajo consigo el mandato de mayor participación de las comunidades en la gestión gubernamental, respondiendo así a demandas sociales que clamaban por mayor transparencia y efectividad en el manejo de recursos públicos, así como la conveniencia

---

<sup>27</sup> Recientemente, por decisión del Ejecutivo Nacional a través del Ministerio del Ambiente, el IMAS fue relevado de la función de operador del servicio de acueducto y cloacas en el municipio Sucre, debido a quejas de algunos sectores populares del municipio que en febrero de 2012 quedaron siete días sin servicio de acueducto, como consecuencia de cortes del servicio realizados por el IMAS para facilitar la construcción de obras del Metro de Petare (Cabletren). Esta decisión, respaldada por la Cámara Municipal del Municipio Sucre, pone punto final a anuncios anteriores desde el Nivel Central (El Universal, 09 de octubre de 2009) de eliminar la gestión de este organismo municipal.



de un esquema que sincerara las responsabilidades y competencias. En este marco se entiende que la Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (LOPSAS; República Bolivariana de Venezuela, 2001) señalara la inminente incorporación de los municipios a la gestión del agua (art. 11), y legitimara la participación de las comunidades en la gestión de estos servicios (art 62), creando la figura de las Mesas Técnicas de Agua (art. 75), la cuales fueron posteriormente asimiladas dentro de otras figuras más generales de los Consejos Comunales, establecidas en la Ley respectiva del 2006 y reformada en 2010.

Este aspecto fue el que verdaderamente se impulsó a raíz de la promulgación de la LOPSAS. Desde el punto de vista de la gobernabilidad del sector, ese mecanismo resultó muy adecuado, pues vinculó las necesidades de las comunidades con las capacidades técnicas de la operadora, aspecto que luego se profundizó otorgando recursos económicos para su ejecución directa por parte de las comunidades a través de los consejos comunales. Este último aspecto es más polémico y requiere mayor supervisión, pues no puede señalarse que los cambios hayan significado mayor transparencia y eficiencia, aunque sí existen resultados satisfactorios.

Pero, además de este aspecto, la LOPSAS contiene todo un conjunto de modificaciones que pretendían deslindar las funciones de planificación y financiamiento, regulación y operación de los servicios en entes distintos, todas las cuales se encuentran conjugadas actualmente en HIDROVEN. En particular quedó pendiente la incorporación del Municipio como responsable de la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento, tema que como lo demuestra el caso del IMAS, ya no pareciera ser del interés del gobierno a nivel central. Valga señalar que recién promulgada la ley, ello fue plenamente avalado por HIDROVEN. De acuerdo con la opinión del Ing. Cristóbal Francisco *“Una de las bondades de la municipalización será que el responsable de la regularización del desarrollo urbano también lo es de los servicios de agua potable y saneamiento. Ha sido costumbre que los municipios vayan por un lado y las hidrológicas detrás. Ahora el municipio tendrá ambas responsabilidades y los aciertos o el caos que se generen serán sólo atribuibles a él. Los municipios deben estar muy conscientes de que esa responsabilidad es de ellos.”* (HIDROCAPITAL, 2002: Pág. 102).

En el caso de la Región Metropolitana, la aplicación de la Ley debe ser estudiada, pues existen consideraciones regionales en el manejo del recurso que trascienden las jurisdicciones municipales. Pero, a pesar de lo señalado en el marco legal vigente, aparentemente han aparecido otras razones desde el Nivel Central que impiden ejecutar en todo su vigor la LOPSAS. Mientras tanto, el Municipio se mantiene ajeno a la gestión del agua; ello, aunado a una fuerte merma en la provisión de recursos, provocada por una renovada visión centralista del gobierno desde 1999, ha limitado su capacidad de acción. La creciente informalidad urbana aún no tiene una respuesta contundente, limitando la posibilidad real de universalizar el servicio y vencer la desigualdad en la repartición del recurso.