
La habitabilidad del espacio periurbano en el área metropolitana de Guadalajara: Entropías en la provisión de servicios hidrosanitarios

The habitability of the peri-urban space in the metropolitan area of Guadalajara: Entropies in the provision of hydrosanitary services

Mario Gpe. González Pérez¹
Yefer Asprilla Lara²

Fecha de recepción: 13/06/2016

Fecha de aprobación: 28/07/2016

Citación del artículo: Asprilla, Y. & González, M. (2016). La habitabilidad del espacio periurbano en el área metropolitana de Guadalajara: entropías en la provisión de servicios hidrosanitarios.

Resumen

La experiencia de vivir en topografías accidentadas y de difícil acceso para la dotación de infraestructura básica ha vulnerado la habitabilidad de este espacio geográfico, particularmente en cuanto al manejo de las aguas producidas por las precipitaciones, las destinadas para el suministro humano y las relacionadas con el desalojo y disposición final. Este trabajo revisa el escenario de la infraestructura y los servicios hidrosanitarios de los residentes perirurbanos del Área Metropolitana de Guadalajara, mediante la indagación documental, la inspección in situ y los preceptos de la teoría de los sistemas, se ha encontrado que estos habitantes están inmersos en un escenario complejo asociado con la periurbanización y con actuaciones fundamentadas en el costo-beneficio de los proyectos hidráulicos.

Palabras clave: Entropía, espacio periurbano, habitabilidad, servicios básicos.

Abstract

The experience of living in rugged topographies and difficult access for the provision of basic infrastructure has violated the habitability of this geographic space, particularly in the management of water produced by rainfall, those destined for human supply and those related to the Eviction and final disposition. This paper reviews the scenario of the hydrosanitary services and infrastructure of perirurban residents of the Metropolitan Area of Guadalajara, through documentary inquiry, in situ inspection and the precepts of systems theory, it has been found that these inhabitants are immersed in A complex scenario associated with periurbanization and actions based on the cost-benefit of hydraulic projects.

Keywords: Entropy, peri-urban space, abitability, basic services.

¹ Investigador en el Centro Universitario de Tonalá. Profesor en el Doctorado en Geografía y Ordenamiento territorial del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara. inge_united@hotmail.com. Autor para correspondencia

² Ingeniero Civil, M. Sc. en Ingeniería Civil, Estudiante Doctorado en Movilidad Urbana, Transporte y Territorio Universidad de Guadalajara, Profesor asociado Universidad Distrital Francisco José de Caldas. yeasla@hotmail.com

Introducción

En las ciudades de corte metropolitano las condiciones físicas y capacidad de las obras de captación, transporte y disposición final de la escorrentía superficial pluvial y sanitaria se encuentran rebasadas. Sobre todo porque *“las ciudades, en sus tendencias de expansión y crecimiento, ocupan áreas deshabitadas de muy bajo o nulo valor productivo”* (Ávila, 2009: 94). Este escenario se corrobora visualmente a través de una morfología configurada por fuerzas hostiles para la mayoría de los espacios habitacionales, tanto los conformados por viviendas autoconstruidas gradualmente, como por las que han sido planificadas con infraestructura y servicios básicos, sin embargo, ubicadas en la periurbanización, e identificadas por una topografía accidentada y propensa a la aglomeración hídrica deslaves e inundaciones (González, 2016). En suma, *“cuando la expansión urbana y la planificación del uso del suelo no se realizan en forma conjunta, se produce el crecimiento anárquico de las superficies impermeables y la consecuente falta de espacio para el manejo de los escurrimientos superficiales”* (Acosta, 2001:17).

En México, el concepto de *metrópoli* asocia la fusión entre dos o más municipios con más de 100 mil habitantes que interactúan fuertemente con el municipio central (Garza, 2003: 96-97). Esta fusión suele percibirse a través de una confluencia habitacional generalmente horizontal a cargo de la industria inmobiliaria, quien ha encontrado en la ecuación del costo-beneficio el éxito seguro en la construcción periurbana. Sobre todo, porque los

procesos de planificación de la vivienda se han caracterizado por la ausencia de una visión sistémica entre sus componentes, e incluso, desde una óptica económica los territorios de la periferia, *“desarrollan funciones específicas dentro del sistema principal”* (Ávila, 2009: 110). En otros términos, el proceso de metropolización es la consecuencia de altas concentraciones de población y actividades productivas en un determinado espacio físico, donde en su periurbanización ocurre *“(…) un intenso crecimiento poblacional, un permanente cambio del uso de suelo, la conformación acelerada de asentamientos humanos carentes de infraestructura y equipamiento”* (Fernández, 2012:1)

En el caso del espacio periurbano del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), personas cuyos ingresos oscilan entre los 2 y 3 salarios mínimos mensuales³ han podido adquirir una vivienda terminada con la infraestructura mínima necesaria. Sin embargo, las de menores ingresos han recurrido en muchos casos al proceso de autoconstrucción paulatina, es decir, al proceso gradual de la ampliación de la vivienda. Actividad que cobró auge con la migración del campo a la ciudad y fue conformando un mercado no formal de la actividad inmobiliaria (Barranco y González, 2015).

En función de esto último, se incrementó más pronto que tarde la demanda de suelo y por tanto de vivienda en la periurbanización, y mediante políticas de construcción habitacional condicionadas por las dinámicas del mercado inmobiliario, quien aprovechando el frágil marco normativo se hizo de suelo periurbano barato. Es

³ Para 2017, el salario mínimo mensual en México está estipulado en 2433,22 pesos mexicanos, alrededor de 128 dólares americanos, considerando un tipo de cambio de 19,00 pesos mexicanos por un dólar americano.

decir, suelo donde la inversión inicial resulta menor, debido a la ausencia de infraestructura hidrosanitaria, de movilidad, educación, salud, entre otras (Nieto, 1999).

Es conocido que *“en forma directa o indirecta la artificialización del hábitat y la infraestructura, en función de las necesidades humanas, tanto de hábitat para la vida como para la producción, implica un típico proceso de destrucción-construcción”* (Sejenovich y Gallo, 2001:61). De esta forma, es posible identificar tres causales de la intervención inmobiliaria en la periurbanización: a) por un lado, la sustitución de la planificación racional por la planificación estratégica, con énfasis en las decisiones del sector privado; b) con el modelo de apertura comercial neoliberal que dio pauta a un financiamiento de la economía internacional, detonando un incremento de la oferta de capital inmobiliario; y c) un enfoque de competitividad urbana, a través de la visión de un City Marketing y encaminado a atraer inversiones en el sector inmobiliario *“bajo el supuesto de que se pueden elevar los niveles de crecimiento y empleo”* (De Mattos, 2006: 55-59).

En las últimas décadas el panorama manifiesto se torna aún más complejo, no solo por la insuficiencia o deficiencia de infraestructura física (implementada la mayoría de las veces a posteriori), sino porque el incremento habitacional descontrolado y avalado por el Estado se ha trasladado a zonas de difícil acceso y en muchos casos a zonas que han servido para la recarga freática natural o acuífera, lo que consecuentemente detona en un incremento de los escurrimientos superficiales y facilita la

ocurrencia de inundaciones, las cuales son provocadas también, por la *“insuficiencia de la conducción hidráulica”* (Rojas y González, 2015: 72). Es decir, *“si el conjunto de procesos que acompañan la urbanización desarticula el ciclo y no se efectúan las compensaciones necesarias, se pueden generar impactos negativos considerables de difícil mitigación; las inundaciones en las tramas urbanas se presentan con frecuencia como ejemplos concretos”* (Peudkin y De Pietri, 2001:109).

En este contexto, resulta plausible cuestionar sobre los factores que han propiciado la entropía en materia de dotación de infraestructura hidrosanitaria en el espacio geográfico de la Zona Metropolitana de Guadalajara, lo que nos lleva a suponer que ante una carente concepción sistémica en el proceso de ordenamiento territorial y urbano que incluya la coparticipación entre la entidad político-administrativa y la población en general, se contribuye a la conformación de un conjunto de fuerzas hostiles en el espacio periurbano y se generan por tanto, entropía en el espacio geográfico⁴. En este sentido, el objetivo de esta investigación revisa el escenario de la infraestructura y los servicios hidrosanitarios de los residentes perirubanos del Área Metropolitana de Guadalajara, a través de una inspección documental compuesta por información conceptual de la teoría de sistemas, estudios urbanos y espaciales, e información relacionada con la planificación de la infraestructura hidráulica. Este trabajo de gabinete fue complementado con un ejercicio de campo, que selectivamente determinó como área de estudio al municipio con mayor crecimiento

4 Considerando el marco conceptual de la teoría de sistemas, en la ciudad existe un conjunto de fuerzas de sentidos contrarios en constante pugna. Es decir, mientras unas fuerzas pretenden la estabilidad del estado homeostático de la ciudad-sistema denominadas fuerzas neguentrópicos, existen en contraposición un conjunto de fuerzas que confabulan para desestabilizarla y llevarla a una situación caótica conocidas como fuer (zas entrópicas. La entropía pues, es ese estado de desorden de la materia y energía en el sistema González, 2017)

urbano del AMG: Zapopán. Aquí, fueron elegidas selectivamente un par de colonias ubicadas en la periurbanización con evidente falta de infraestructura hidrosanitaria, relacionada con la ubicación topográfica y el costo que implica la implementación de la red hidráulica.

La concepción sistémica y el habitar

En materia de paradigmas científicos, el XX se caracterizó por presenciar el auge y expansión logarítmica de los preceptos de la teoría de los sistemas en los diferentes quehaceres del trabajo científico (Bertalanfy, 1976). El urbanismo no fue la excepción, la visión organísmica influenció los estudios e investigaciones en materia urbano-territorial. Conceptos como los de metabolismo urbano, autopoiesis, sistemas complejos, inputs, outputs, resiliencia, caos, redes, termodinámica, entropía, neguentropía, etc. (De Lisio, 2007; Díaz, 2014; Inostrosa, 2014; García *et al.*, 2014; Martínez y Bustillo, 2010; Arnold, *et al.*, 2011; Becerra, 2016; González, 2017), fueron paulatinamente readecuándose a las realidades urbanas y territoriales. Es decir, este enriquecedor marco teórico conceptual proporcionó otra visión de entender los fenómenos espaciales y sociales.

Es por ello que iniciativas de este tipo, como la teoría cuántica, la teoría de la información, la paradójica relación entre las leyes de la termodinámica, los sistemas complejos y la autopoiesis misma, están siendo retomados y abordados para incorporar nuevos elementos que permiten aportar además de explicación, comprensión hermenéutica de los fenómenos en un marco biohistórico, dinámico y complejo de interacciones que conlleva a los desplazamientos de la frontera del conocimiento. En este sentido, se ha observado en el transcurrir del tiempo el surgimiento de las diversas generaciones de pensamiento sistémico que trasladan enfoques de explotación y control a otros de comprensión y conservación, donde el ser humano ya es considerado sujeto/objeto de investigación y parte fundamental

para entender los sistemas complejos en los que estamos inmersos (Martínez y Bustillo, 2010: 224).

Si partimos del supuesto de que la ciudad es un sistema abierto con intercambio de flujos de materia y energía. Entonces, aquello que no es ciudad pasaría a representar el entorno o ambiente del sistema-ciudad, es decir, el campo. Sin embargo, existe un límite difuso, sin características definidas entre el sistema y el entorno; en otros términos, se tiene una porción territorial entre la urbanización y la no urbanización. Esta franja periférica ha sido estudiada nombrada y renombrada por diferentes enfoques y categorías de conceptos con convergencias y divergencias en su fundamentación. Términos como campo urbanizado, periurbanización, desurbanización, contraurbanización, reurbanización, Città Difusa, exopolis, edge city, postsuburbia, postmetrópolis, urban village, entre otros más, han inundado los estudios urbanos y no urbanos (Jacobs, 1961; Samoná, 1976; Berry, 1976; Bauer y Roux, 1976; Indovina, 1990; Magnaghi, 1990 2000; Dezert, Matton y Steinberg, 1991; Garreau, 1991; Till, 1993; Rusk, 1993; Corboz, 1994 2001; McKenzie, 1994; Harvey, 1996 1998; Sachs, 1996; Savino, 1997; Nel-lo, 1997; Teaford, 1997; Dematteis, 1998; Duany, *et al.*, 2000; Narváez, 2006; Ferras, 2006; otros), donde el habitar periurbano se convierte en un tema de revisión, toda vez, que es el lugar donde se experimentan cotidianamente complicados escenarios, relacionados con la forma urbana configurada. Aquí, la pugna entre las fuerzas que desorganizan y generan un estado caótico que se entremezclan con las fuerzas tendientes a mantener la homeostasia del sistema. Las primeras son identificadas como fuerzas entrópicas, mientras que las segundas representan las fuerzas neguentrópicas (González, 2017). En suma, la

situación de la infraestructura en lo general y de la del tipo hidrosanitario en lo particular se complica en la periurbanización.

El habitar periurbano en el área metropolitana de Guadalajara

En el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG)⁵, desde hace un par de décadas, la política que ha orientado al mercado de la vivienda no dista en nada con la ejercida en otras ciudades de México y del mundo. Esta se ha sostenido en el modelo difuso de la construcción habitacional, aún y cuando se conocen las desventajas de esta práctica en el espacio físico (García y Gutiérrez, 2007:9). En este sentido, el modelo de construcción difusa ha ocasionado territorios entrópicos con gran presencia de construcción horizontal, manifiestos en una diversidad de asentamientos habitacionales diferenciados socioeconómicamente. La distribución espacial de los fraccionamientos diseñados para las personas de menores ingresos (interés social y popular) y las personas con mayores ingresos se han podido mezclar en el territorio agrícola, de recarga hídrica y en las topografías escarpadas con pendientes hostiles que complican desde luego, el cumplimiento de los máximos permitidos por la normativa en el caso del diseño hidrosanitario. Además, a esto se adiciona el tema de las inundaciones, cuya principal problemática radica en la falta de planeación de las actividades humanas, las cuales están alterando el entorno y con ello, las condiciones que frecuentemente han dado lugar a inundaciones más severas (figura 1). Sobre todo, porque las prácticas antrópicas en el

medio ambiente tales como: deforestación, erosión, intrusión salina, artificialización y otras, modifican inevitablemente “*la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la ocurrencia y la magnitud de inundaciones*” (CENAPRED, 2004).



Figura 1. Inundaciones en la ZMG. Fuente: Lomelí, 2003

El nivel de peligro depende de la magnitud, ocurrencia y correlación entre los fenómenos naturales implicados (Maskrey, 1993). En este contexto, se presume que por efectos del cambio climático global, se tiene un incremento en la intensidad de las tormentas, donde se tiene una mayor población asentada en zonas peligrosas y en una ciudad con malos drenajes, que no atiende las bocas de tormenta, que no limpia, que sigue tirando basura y que no tiene una educación ambiental (Alatorre, 2015). Efectivamente, la construcción inmobiliaria en la periurbanización ha influenciado en diferentes momentos cambios significativos en los patrones de consumo, tales como: repuntes en la actividad comercial con la fabricación de muebles domésticos (closets y

⁵ Al AMG la constituyen las áreas de los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá. Estos cuatro municipios quienes conforman la ZMG. Sin embargo a estos 4 municipios se le adicionan cinco más: Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán y Zapotlanejo.

cocinas); generación de nuevos servicios profesionales, a tal grado que “*aparecen nuevos negocios o el repunte de los ya establecidos y se suman prestadores de servicio, que cuidan tanto a los jardines como a los hijos de los nuevos residentes*. [En otros términos], *el movimiento de la población de la ciudad al campo genera nuevas clases en el campo y nuevas relaciones urbano-rurales*” (Ferrás, 2007). Lo que conlleva a decir, que la periurbanización se convierte en el espacio donde las estructuras rurales se subruralizan y las estructuras urbanas se suburbanizan (Eizaguirre, 2001).

La forma de habitar en el espacio periurbano se ha caracterizado por tres tipos principalmente. Tenemos por un lado la forma identificada como habitar progresivo y otra habitar racionalista (Giglia, 2012). Sin embargo, para Barranco y González (2016) ocurre una hibridación entre estas dos categorías, la cual denominan como habitar racionalista-progresivo. Efectivamente, la primera categoría se fundamenta en acciones graduales, mediante autoconstrucciones o auto remodelaciones de la vivienda. Normalmente en topografías complejas y ausentes inicialmente de infraestructura básica, particularmente de tipo hidrosanitario. En tanto, en el habitar racionalista resulta bastante evidente la provisión de los servicios y la infraestructura. El tipo de habitantes que adquieren estas viviendas cuentan con facilidades de ingresos o financiamiento (Giglia, 2012: 19-22). Sin embargo, estas viviendas que inicialmente se caracterizaron por ser racionalistas, con el tiempo van modificándose y readecuándose en función de las necesidades e intereses de sus residentes. Es decir, aquí se mezcla el diseño adquirido de facto, con diseños posteriormente adaptados de manera progresiva” (Barranco y González, 2016: 171). En los últimos años, en el espacio periurbano del AMG la

construcción de vivienda racional se ha realizado principalmente a través de vivienda horizontal en serie en suelo originalmente agrícola, particularmente en los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Zapopán. Sin embargo, también el municipio de El Salto y Tonalá están participando fuertemente con productos habitacionales bajo un régimen condominal de la vivienda. Por su parte, la construcción de vivienda progresiva la podemos encontrar en los diferentes municipios del AMG, pero la problemática se acentúa de manera importante en la periurbanización metropolitana de Zapopan, Tlajomulco y Tonalá.

La necesidad hídrica periurbana

El manejo inadecuado y la sobreexplotación del recurso hídrico, el incremento demográfico-poblacional y la consecuente expansión urbano-habitacional, aunados al fenómeno de cambio climático, configuran un escenario poco alentador para la sostenibilidad de la generaciones presentes y las futuras. Se habla incluso que desde hace cinco décadas se ha triplicado la demanda mundial del consumo hídrico (Gleick 2003). Esto se complica porque de acuerdo con estimaciones de la ONU, se espera que para el 2030, el porcentaje de población urbana ronde el 84%, lo que consecuentemente implicaría no solo un reto sino un problema de magnitudes complejas para los administradores locales, regionales y nacionales (Torres y García 2010).

En el caso de México, de acuerdo con Adrián Fernández actualmente “*(...) los mantos freáticos subterráneos se están agotando rápidamente. Hay menos agua disponible en el subsuelo y en la mayor parte de los acuíferos del país se está utilizando la llamada agua fósil*” (Martins, 2012). No obstante, cierto es que toda persona tiene

derecho al acceso al agua, como lo establece la Constitución Política del Estado Mexicano. Sin embargo, el paradigma que prevaleció en el pasado relacionado con la inagotabilidad y renovabilidad del recurso agua paulatinamente se fue diluyendo ante el incremento del requerimiento hídrico en las zonas y áreas urbanas con alta densidad poblacional que han aumentado alarmantemente los costos de la dotación y el saneamiento. Esto supone que *“el incremento de la capacidad de autoabastecimiento hídrico (...) se podría traducir en la disminución de la tasa de captación de agua desde las fuentes de abastecimiento externas, minimizando la generación de aguas residuales urbanas y (...) el impacto sobre los ecosistemas (...)”* (Perpiñán y Marvello, 2014: 32).

La expansión de la periurbanización ha complicado el trabajo de las dependencias encargadas del manejo hídrico. Pues, actualmente se tiene una deficiencia e insuficiencia de la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en las localidades periféricas, y una red hidráulica urbana envejecida, que detona pérdidas por fugas y fallas en la red de tuberías. Asimismo, existe una escasa cultura de pago por la prestación de los servicios hídricos, lo que complica el panorama de provisión para los organismos operadores municipales. Sobre todo porque *“la cobertura de agua potable incluye a las personas que tienen agua entubada dentro de la vivienda; fuera de la vivienda, pero dentro del terreno; de la llave pública; o bien de otra*

vivienda” (Conagua, 2011: 66).

Diseño y redes hidrosanitarios en la periurbanización: El caso Agua Fría y Villa de Guadalupe en Zapopan.

El municipio de Zapopan se ha caracterizado por un importante crecimiento de población desde el año 2000. Pues la población superó la existente en los municipios de Tonalá y Tlaquepaque (Inegi, 2000). Inclusive, en esta década la población urbana representó el 98% del total de la población del municipio y la concentración de la población se manifestó en la ocupación del espacio geográfico a tal grado que el conjunto urbano pasó a un 99,22% de las viviendas del municipio, con la característica de que el área urbanizada apenas representaba el 15,74% del total de superficie (Velazco, 2009). La ubicación geográfica y la morfología topográfica que identifica al municipio de Zapopan le han posibilitado la disponibilidad de suelo destinado al ejercicio inmobiliario. Sobre todo, porque es el municipio con mayor extensión territorial del AMG. No obstante, la población periurbana de las viviendas racionalistas y progresivas ha presentado mayores riesgos, muchos de ellos, de tipo hidrometeorológico⁷. Zapopan colinda al norte con el área de la Barranca de Huentitan donde existen algunos afluentes del río Santiago como “El Caballito” y “El arroyo Hondo”. Las colonias Agua Fría y Villa de Guadalupe, elegidas convenientemente se ubican en la cuenca de “El arroyo Hondo” (figura 2).

6 La facturación volumétrica, suele ser una vía para concientizar del consumo y construir una cultura del agua. Por ello, la política de medir el consumo domiciliario, considerando una facturación de agua mínima; muy independiente de la cantidad de uso. En otros términos, *“no es posible pedirle a una tarifa que represente las concesiones mutuas entre precio y beneficio que la teoría económica adjudica a la eficiencia económica definida por el Teorema de Coase”* (Olivares, 2011: 51).

7 Mediante la inspección in situ, es sencillo identificar ubicaciones residenciales en márgenes de arroyos u obstrucciones de escurrimientos pluviales en topografías que otrora fungían como cauces de caudales efímeros e intermitentes importantes.

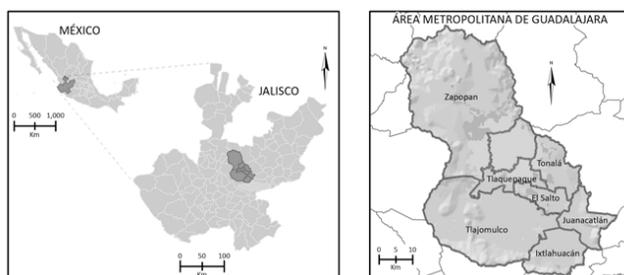


Figura 2. El municipio de Zapopan en el AMG. Fuente: Miriam Ascencio, 2016.

Por lo general, estas comunidades experimentan falta de infraestructura hidrosanitaria, debido a la dificultad que representa la construcción de fosas sépticas, por las características del subsuelo conformado en su gran mayoría por roca. Además, las descargas domésticas se hacen al aire libre en las calles y veredas del lugar que fungen como una red de drenaje abierta, pues los vertidos escurren fácilmente por las pendientes escarpadas hacia los arroyos, lo que implica altos riesgos para la seguridad e integridad de los residentes. De igual forma, la contaminación en los cauces naturales configuran escenarios entrópicos para la salud pública (figura 3).



Figura 3. Descargas del drenaje al aire libre en Villa de Guadalupe, Zapopan. Fuente: Ramón Cervantes

Es característico que las colonias con estas problemáticas se encuentren en áreas con alto grado de marginación socioeconómica, con poca

o nula atención de la autoridad municipal en materia de inversiones o reinversiones. Además, la mayoría de las redes de alcantarillado sanitario existentes han sido construidas considerando las especificaciones del *manual de diseño de agua potable y alcantarillado* (Mapas); una derivación en materia de diseño hidráulico editada por la Comisión Nacional del Agua (Conagua). De igual forma, en el Área Metropolitana de Guadalajara se ha utilizado la normatividad de los manuales de diseño del organismo operador de agua potable y alcantarillado intermunicipal (Siapa). La “*Conagua considera que la cobertura de alcantarillado incluye a las personas que tienen conexión a la red de alcantarillado o una fosa séptica, o bien a un desagüe, a una barranca, grieta, lago o mar*” (Conagua, 2011: 67).

Estos criterios que actualmente rigen el diseño consisten en mantener las velocidades del flujo sin exceder los rangos permitidos por los organismos rectores y descargar en los colectores (Conagua, 2007; Siapa, 2010). Inclusive, estos generalmente se construyen en las partes bajas o en los márgenes de los arroyos, lo que genera caídas por encima de las permitidas en los lineamientos vigentes de diseño. Los manuales de diseño de los organismos rectores mencionan algunas recomendaciones que rigen los proyectos hidrosanitarios, como por ejemplo: a) las pendientes deben de mantener las velocidades del agua por debajo de los 5 m/s, con la intención de evitar el desgaste prematuro de las tuberías a causa de la erosión, producida por el transporte hídrico. Además, se recomiendan generar distancias de alrededor de 100 metros entre pozos para dar mantenimiento y no encarecer la obra (Conagua, 2007; Siapa, 2010). Sin embargo, en el caso de terrenos demasiado accidentados los pozos se llegan a colocar a menos de 10 metros de separación; lo que incrementa notablemente el costo de las inversiones (figura 4).



Figura 4. Red de alcantarillado sanitario de la colonia agua fría. Fuente: Jesús Rodríguez.

En la intención de dar cumplimiento con las especificaciones normativas para mantener las velocidades en los rangos indicados anteriormente, es necesario construir un gran número de pozos de visita en tramos cortos de tubería lo que resulta poco costoso. Adicionalmente, este tipo de líneas de conducción están expuestas a la erosión de las vialidades ocasionadas por los escurrimientos pluviales, dado que la mayoría no tienen algún tipo de revestimiento, lo que implica encofrar las tuberías con algún material como la mampostería o el concreto, aumentando con ello el presupuesto de mantenimiento.

Ciertamente, las alternativas de diseño para mejorar la relación costo-beneficio de estos proyectos de infraestructura sin sacrificar el funcionamiento hidráulico de las redes se enfocan en las tuberías y estructuras especiales. Generalmente, la utilización del polietileno de alta densidad (PEAD), cuyo espesor de pared suele ser mayor que el de las tuberías comúnmente usadas, posibilita la sustitución de las tuberías de PVC serie 25, e incrementa la vida útil de la tubería aproximándose como mínimo al horizonte del proyecto considerado. Asimismo, es posible aumentar las pendientes de las tuberías hasta casi igualarlas con las pendientes del terreno natural,

lo que permite suprimir la mayoría de los pozos de caída. Sin embargo, las velocidades alcanzadas pueden rondar los 10 m/s, lo cual trae a colación otra serie de dificultades como la erosión, donde en algunos materiales logra cambiar los patrones de velocidad de corrosión, “*causante del deterioro de la capa protectora interna de la tubería*” (American Petroleum Institute, 2003), y en *materiales frágiles, el deterioro es causado por agrietamiento, fractura y desprendimiento de pequeñas partes del material* (Peña, 2001).

En este sentido, también se han podido utilizar tramos de tubería de acero al carbón con diseños especiales que funcionan como reductores de velocidad, colocados usualmente en los cambios de dirección horizontal o vertical. No obstante, estos deben de tener un recubrimiento externo e interno de algún tipo de material que garantice su protección a la corrosión y mantener en todo momento un estricto control de calidad en soldaduras y pinturas. Además, se debe considerar el colocar atraques de concreto a la tubería para evitar el deslizamiento en zonas con pendientes extremadamente altas.

Es importante mencionar que es indispensable colocar al final de la línea, en la parte más baja y antes de incorporar las aguas a los colectores principales, estructuras de disipación de energía que normalicen el flujo llevándolo a un régimen subcrítico en la escala de Froude para su posterior incorporación a la red sin ocasionar problemas o perturbaciones al flujo. En el ejercicio de campo efectuado en los entornos periurbanos se eligieron territorios con presencia de vivienda mayormente progresiva, en las cuales se pudo identificar por un lado, la morfología topográfica del suelo urbanizado y las características físicas de la infraestructura hidrosanitaria. En estos entornos habitacionales convergen fuerzas de carácter

entrópico que han configurado un escenario hostil para la experiencia de la vida cotidiana (figura 5).



Figura 5. La experiencia cotidiana en las Colonia Agua fría y Villa de Guadalupe en los márgenes del Arroyo Hondo en la periurbanización del AMG. Fuente: Ramón Cervantes.

La periferia les ha generado ciertas ventajas o beneficios como tener una morada, refugio o predio a menor costo que el comúnmente ofertado en las proximidades al centro urbano. Sin embargo, las desventajas o costos sociales suelen convertirse en una fuerza resultante de magnitudes negativas importantes. Sobre todo, porque la inversión o reinversión en infraestructura representa costos monetarios que se trasladan de alguna u otra forma a la población son pagos en función de los costos de inversión y el número de beneficiados. De hecho, estos generalmente son recuperados mediante los impuestos que paga la población, debido a que *“respecto al financiamiento del gasto público productivo, éste se rige según la restricción presupuestal del sector público, es decir, el conglomerado de la infraestructura pública o acervo de capital público, junto con el consumo público, proviene de los impuestos actuales, por lo cual el balance público se supone en equilibrio* (Hernández, 2010: 74).

Conclusiones

El incremento poblacional implica necesariamente un aumento de las actividades de producción y consumo necesarias para su sostenimiento. El territorio como espacio geográfico en el que se desarrollan las poblaciones se torna vulnerable ante la práctica de mercantilización de los usos y precios del suelo y de la concepción utilitarista que operado el mercado de la vivienda. Esta visión complica la supervivencia y la satisfacción de las necesidades básicas como plataforma para una mejor calidad de vida. En materia hidrosanitaria, aún y cuando actualmente existen alternativas para mejorar los diseños de los sistemas de drenaje y de abastecimiento hídrico para consumo humano en los espacios periurbanos de las ciudades de corte metropolitano, resulta necesario que organismos operadores y entidades gubernamentales empiecen con la revisión de los criterios de diseño, con la finalidad de flexibilizar los lineamientos sobre los casos que requieran modificaciones, siempre y cuando se justifique técnicamente las nuevas propuestas.

El municipio de Zapopan presenta problemas recurrentes de inundaciones producto de una inadecuada planeación urbana aunada a la permisión de una urbanización irregular y compleja en la periurbanización. Los asentamientos ubicados en Agua fría y Villa de Guadalupe se pueden considerar directamente afectados al igual que diversas colonias con características similares. En efecto, la ciudad cotidianamente se va transformando y configurando por la acción humana, estos cambios no necesariamente deben implicar modificaciones morfológicas, sino transformaciones y redefiniciones conceptuales sobre la realidad y el entorno, los cuales a fin de cuentas caracterizan a

la ciudad y a sus habitantes.

El marco conceptual de la teoría de sistemas posibilita un bagaje interesante para la discusión e inclusión en los programas de planificación urbano-territorial. Concebir a la ciudad como un sistema y asumir que en ella convergen y divergen fuerzas de sentidos contrarios, algunas conducen como causal la actividad antrópica, e implica reconsiderar que más allá del sistema ciudad se encuentra el entorno y entre la ciudad y el entorno una franja compleja denominada espacio periurbano. Este espacio que funge como una interfaz experimenta más claramente la discontinuidad de la urbanización. De acuerdo, con su topografía puede ser sensible, o en términos de la teoría de sistemas, puede identificarse entropía tanto en la acumulación, recarga o distribución del recurso hídrico. Si entonces, la planificación de la infraestructura hidráulica tendiente a la provisión del recurso no se resume a prolongar la red de tuberías con sistemas de control, equipos de bombeo y obras anexas para mantener un estado de orden, sino requiere una visión integral o sistémica que configure condiciones de habitabilidad deseables para los residentes de la periurbanización.

Referencias Bibliográficas

Acosta, J. (2001). Las inundaciones en la Argentina. En Kreimer, A., Kullock, D. y Valdés, J. D. (editores). Inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires. The World Bank Disaster Management Facility. Recuperado el 10 de noviembre de 2015 de <http://siteresources.worldbank.org/INTDISM/GMT/Resources/buenosaires.pdf>

Alatorre, K. (2015). “Una inundación de problemas”. En La Gaceta de la Universidad de Guadalajara no. 837. Recuperado el 4

marzo, 2016 de http://www.gaceta.udg.mx/G_notas1.php?id=17671

American Petroleum Institute (2003). Damage mechanisms affecting fixed equipment in the refining industry. Houston. Recuperado el 12 de noviembre de 2015 de https://www.silcotek.com/hs-fs/hub/22765/file-815218612-pdf/docs/api_rp_571.pdf

Arnold, M., Thumala, D. y Urquiza, A; (2011). Recepción del concepto de autopoiesis en las ciencias sociales. *Sociológica*, 26(73) 87-107. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305026708004>

Ávila, H. (2009). Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. Estudios Agrarios. *Revista de la Procuraduría Agraria del Gobierno Federal Mexicano*. Recuperado el 80 de agosto de 2015 de http://proterritorios.net/descargas/periurbano/marco_conceptual/lo_periurbano_conceptos.pdf

Barranco C. y González M. (2016). “El transporte intracondominal en la movilidad cotidiana de la periurbanización: el enlace comunitario del Área Metropolitana de Guadalajara”. En *Revista Transporte y Territorio* No. 14. Recuperado el 10 julio, 2016 de <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/2434>

Bauer, G. y Roux, J. M. (1976). *La rurbanisation, ou la ville éparpillé*. París: du Seuil.

Becerra, G. (2016). De la autopoiesis a la objetividad. La epistemología de Maturana en los debates constructivistas. *Opción*, 32(80)

- 66 - 87 . Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31047691004>
- Berry, B. (1976). *Urbanization and counterurbanization*. Bervelly Hill, CA: Sage.
- Bertalanffy, Von, L. (1976). *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Cenapred (2004). *Inundaciones*. Serie Fascículos 2004, México D.F. Recuperado el 4 de abril de 2016 de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
- Chavoya, J. I., García, J. y Rendón H. J. (2009). Una reflexión sobre el modelo urbano: ciudad dispersa-ciudad compacta. Recuperado el 4 de mayo de 2015 de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11342/01/PROCEEDINGS_M1_03_0006.pdf
- Conagua (2007). “Manual de agua potable y alcantarillado: alcantarillado sanitario”. Recuperado el 10 mayo, 2015 de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgapds-29.pdf>
- (2011). Estadísticas del agua en México. Capítulo 4 Infraestructura hidráulica. Recuperado el 12 de mayo de 2015 de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/SINA/Capitulo_4.pdf
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2012). Artículo 4, párrafo quinto. Recuperado el 12 febrero, 2015 de http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/012_comisioneslxii/01_ordinarias/002_agua_potable_y_saneamiento/13_marco_juridico/01_constitucion_politica_de_los_estados_unidos_mexicanos
- Corboz, A. (1994). Hyperville. *Cahier 8*, Givors, Institut pour l'Art et la Vie, Maison du Rhône, 112-129.
- Dematteis, G. (1998). “Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas”. En *La ciudad dispersa*, editado por Francisco Javier Monclús, 17-34. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.
- Dezert, B., Matton, A. y Steinberg, J. (1991). *Periurbanisation en France*. París: Sedes.
- De Lisio, A; (2007). La ciudad como antrotopo o el remozamiento termodinámico de la tradición ecológica urbana. *Revista Geográfica Venezolana*, 48(2) 165-182. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347730366002>
- Díaz, C. J. (2014). Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades. *Interdisciplina 2* (2), 51–70. Recuperado el 12 de diciembre de 2016 de <file:///Users/mariogadalupegonzalezperez/Downloads/46524-123727-1-PB.pdf>
- Duany, A., Plater, E. y Speck, J. (2000). *Suburban nation: the rise of sprawl and the decline of the american dream*. Nueva York: North Point Press.
- Eizaguirre, X. (2001). *La construcción del territorio disperso. Talleres de reflexión sobre la forma difusa*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Ferras, C. (2007). El enigma de la contraurbanización. Fenómeno empírico y

- concepto caótico. En *Revista Eure*, Vol. XXXIII, no 98: 5-25. 12 junio, 2015 de http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cv_yu/article/view/7020/5580
- García, M. I., Morales, T; Guerrero, J (2014). Análisis de flujos de agua en áreas metropolitanas desde la perspectiva del metabolismo urbano. *Revista Luna Azul*, (39), 234 - 249. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32173214201>
- Garza, G. (2003). *La urbanización de México en el siglo XX*, México: El Colegio de México
- Garreau, Joel (1991). *Edge city: life in the new frontier*. Nueva York: Doubleday.
- Gleick, P. (2003) Global freshwater resources: softpath solutions for the 21st century. En *Science* 302 (5650), 1524-1528. Recuperado el 6 de junio de 2015 de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=3436DA45B1BFCBC32B8E656559C206BC?doi=10.1.1.362.9670&rep=rep1&type=pdf>
- Giglia, Á. (2012). *El habitar y la cultura: perspectivas teóricas y de investigación*. Barcelona: Anthropos.
- González, M. G. (2016). *La habitabilidad del espacio periurbano en el Área Metropolitana de Guadalajara: entropías en la provisión de servicios hidrosanitarios*. Trabajo presentado en el 2o Congreso del Doctorado en Ciencias Sociales y el V Encuentro de Género y Estudios Culturales de la UAN: Territorialidades: proyectos de vida en disputa de 2016. Universidad de Autónoma de Nayarit, México.
- (2017). *Entropía y Neguentropía en la movilidad urbana: la línea 3 del tren ligero en Jalisco*. Trabajo presentado en la Semana de la Geografía de 2017. Universidad de Guadalajara, México.
- Gutiérrez, J. y García, J.C. (2007). La ciudad dispersa: cambios recientes en los espacios residenciales de la comunidad de Madrid. Recuperado el 12 de marzo de 2016 de http://www.uclm.es/cr/caminos/publicaciones/Cuaderno_Ing_Territorio/4jornadas/JavierGutierrezPuebla/4.pdf
- Harvey, D. (1996). "Cities or urbanization", *City*. Análisis of urban trends, culture, theory, policy, action, 1-2: 38-61.
- (1998). "Perspectives urbanes per al segle XXI". En *La ciutat. Visions i reptes*, editado por Joan Nogué, 113-130. Girona: Ajuntament de Girona-Universitat de Girona.
- Hernández Mota, J. L. (2010). Inversión pública y crecimiento económico: Hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno. *Economía: teoría y práctica*, (33), 59-95. Recuperado el 18 de mayo de 2015 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018833802010000200003&lng=es&tlng=es.
- Inegi (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Recuperado el 23 de octubre de 2015 de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv/cpv2000/>
- Indovina, Francesco (1990). *La città diffusa*. Italia: Daest-Iuav.
- Inostroza, L. (2014). Metabolismo urbano y apropiación de excedentes ecológicos. De la

- estepa a la arquitectura burguesa. *Urbano*, 17(29), 31-44. Recuperado el 11 de diciembre de 2016 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19836173006>
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great american cities*. New York: Random House.
- Lomelí, J. (2013). Inundaciones: 55% de calles sin drenaje pluvial. Recuperado el 12 de agosto de 2016 de <http://www.unionjalisco.mx/articulo/2013/07/17/ciudadanos/Guadalajara/inundaciones-55-de-calles-sindrenaje-pluvial>. En septiembre 2013.
- Magnaghi, Alberto (1990). Dalla cosmopoli alla città di villaggi. En *La città e il limite y confini della città*, editado por Giancarlo Paba. Florencia: GEF.
- (2000). *Il progetto locale*. Turín: Bollati Boringhieri.
- Mckenzie, Evan (1994). *Privatopia: homeowner associations and the rise of residential private government*. New Haven: Yale University Press.
- Martínez, J. P. y Bustillo, L. (2010). La autopoiesis social del desarrollo rural sustentable. *Interciencia*, 35() 223-229. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33913157013>
- Martins A. (2012). “En México cada vez hay menos agua disponible”. En *BBC Mundo*. Recuperado el 10 abril, 2015 de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/03/120328_mexico_agua_am.shtml
- Maskrey, A. (1993). “Los desastres no son naturales”. Recuperado el 19 enero, 2015 de <http://www.redalyc.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>
- Narváez, A. (2006). *Ciudades difíciles. El futuro de la vida urbana frente a la globalización*. México: Plaza y Valdez.
- Nel·lo, Oriol (1997). “Els confins de la ciutat sense confins. Estructura urbana i límits administratius a la ciutat difusa”. En *La ciutat difusa i les perifèries. Experiències de planificació i gestió*, editor por Margarida Castañer y Joan Falgueras. 55-72. Girona, Universitat de Girona.
- Nieto, M.L. (1999). *Metodología de evaluación de proyectos de viviendas sociales*. Santiago de Chile: CEPAL-ILPES. Recuperado el 12 de febrero de 2015 de <http://archivo.cepal.org/pdfs/1999/S9910678.pdf>
- Olivares, R. (2016). Sistemas de información de agua potable y saneamiento: reflexiones entorno a un seminario de análisis, ANEAS, 2011. Recuperado el 7 mayo, 2016 de <http://www.aneas.com.mx/contenido/SistInfAPyS.pdf>
- Perpiñán, A. A. y Marbello, R. V. (2014). Metodología de apoyo a la decisión para la gestión integrada del agua en el sector institucional. En *Gestión y Ambiente* 17 (2), 31-43. Recuperado el 22 de septiembre de 2015 de <http://www.redalyc.org/pdf/1694/169433910002.pdf>
- Peña, D. (2001). Introducción a la erosión de materiales. *Revista Ión*, 17 (1). Recuperado el 9 de marzo de 2015 de <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaio>

[n/article/view/1302/1698](#)

- Prudkin, N. y De Pietri, D. (2011). Las inundaciones en el AMBA: Análisis ecológico. En *Kreimer, A., Kullock, D. y Valdés, J. D. (editores). Inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires*. The World Bank Disaster Management Facility. Recuperado el 10 de noviembre de 2015 de <http://siteresources.worldbank.org/INTDISM/GMT/Resources/buenosaires.pdf>
- Rojas, D., y González, M. G. (2015). Incertidumbre en los modelos hidrológicos y planeación de obras hidráulicas en México. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 36(2), 69-83. Recuperado el 15 de enero de 2016 de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000200006&lng=es&tlng=es.
- Rusk, David. 1993. *Cities without suburbs*. Washington: W. Wilson Press.
- Sachs, I. (1996). *Quelles villes pour quelle development?*. París: Puf.
- Samoná, G. (1976). *La città in stensione*. Palermo: Stass
- Savino, M. (1997). "Città diffusa, reti, ambienti insediativi. La ricerca di una verosimile definizione dei processi di trasformazione del territorio". En (a cura di) Territorio. Innovazione. Economia. Pianificazione. Politiche. Vent'anni di ricerca, editado por Francesco Indovina, 61-71. Venezia: DAEST.
- Sejenovich, H. y Gallo, G. (2001). Los aspectos económicos de las inundaciones. En *Kreimer, A., Kullock, D. y Valdés, J. D. (editores). Inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires*. The World Bank Disaster Management Facility. Recuperado el 10 de noviembre de 2015 de <http://siteresources.worldbank.org/INTDISM/GMT/Resources/buenosaires.pdf>
- Siapa (2014). Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Z.M.G. Recuperado el, 10 octubre, 2015 de <http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/portada.pdf>
- Teaford, J. (1997). *Post-suburbia: government and politics in the edge cities*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Till, K. (1993). Neotraditional towns and the urban villages: the cultural production of a geography of the otherness. *Environment and Planning D: Society and Space*, 11 (6), 709-732.
- Torres, P. y García, M. (2010). Las ciudades del mañana. Gestión del suelo urbano en Colombia, Banco Interamericano de Desarrollo. Washington. Recuperado el 9 de junio de 2016 de <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/35373281.pdf>
- Velazco, A.H.R. (2009). Desigualdad socio-territorial y fragmentación urbana en Zapopan, México. En *Revista Lider* no. 15 (11), 209-234. Recuperado el 19 octubre, 2016 de [http://ceder.ulagos.cl/lider/images/numeros/15/\[LIDERVol15A%C3%B1o11-2009-ISSN-0717-0165\]8-Desigualdadsocioterritorialyfragmentaci%C3%B3nurbanaenZapopanM%C3%A9xico.pdf](http://ceder.ulagos.cl/lider/images/numeros/15/[LIDERVol15A%C3%B1o11-2009-ISSN-0717-0165]8-Desigualdadsocioterritorialyfragmentaci%C3%B3nurbanaenZapopanM%C3%A9xico.pdf)