

Captar, infiltrar, integrar. El agua y el espacio público en el Eixample de Barcelona

Joan Maria Martí Elias, Andrea Capilla Mónaco

Universidad Politécnica de Cataluña
joan.marti.elias@upc.edu, Andrea.capilla.monaco@gmail.com

Palabras clave: Agua / Espacio público / Barcelona / infiltración

RESUMEN:

Urbanización vs. Infiltración

En la investigación por lograr escenarios urbanos más resilientes e integrados en su entorno mediante la optimización de sus lógicas metabólicas, la gestión del agua juega un papel fundamental. Episodios climáticos recientes, en los que sequías o temporales cada vez más comunes afectan al suministro y el equilibrio de las ciudades, constatan la importancia de reformular el uso de este recurso, ligado históricamente al desarrollo urbano.

Se toma como pretexto la convocatoria de un concurso de ideas, organizado por el ayuntamiento de Barcelona dentro del programa Superilles, para estudiar cómo las dinámicas del agua pueden incidir en la transformación del espacio público en un entorno tan característico, y a la vez genérico como es el Eixample de Barcelona. Se busca, a partir de un análisis cuantitativo de las fuentes locales del ciclo del agua en el Eixample, ensayar un escenario en el que se recupere la infiltración al subsuelo desde una mirada local, sin depender de grandes redes de gestión del metabolismo urbano, dentro de los parámetros propios de los proyectos de espacio público vigentes.

La trama urbana ideada por Ildefons Cerdà el año 1855 se formula como una infraestructura ortogonal que se superpone al llano de Barcelona (un espacio delimitado por la normativa militar imperante en el siglo XIX), adaptándose a su topografía. No en vano el primer documento que dibuja el ingeniero es un levantamiento topográfico del ámbito, que funcionará como base para el concurso de ideas. Se trata de la imposición de una red viaria impermeable sobre el terreno existente, un suelo polvoriento que se encharcaba con facilidad (dando origen al apodo que recibía la ciudad condal en aquel entonces, "Can Fanga").

La progresiva urbanización (y, por ende, impermeabilización) del llano ha solucionado los problemas de encharcamiento, pero a su vez ha roto el ciclo natural del agua impidiendo su infiltración en el subsuelo. Este hecho dio lugar a numerosos problemas de inundaciones que acompañan a los episodios de lluvias, puesto que el agua que no es absorbida se desplaza por escorrentía hasta acumularse en áreas críticas. La construcción de grandes depósitos anti DSU a inicios de los 90's solucionó tal problema, pero no reparó la alteración de las dinámicas naturales del agua.

Entre el detalle y la Metrópolis

Es en este contexto dónde la necesidad de aumentar la capacidad de infiltración toma protagonismo. Las bases disciplinares de esta corriente las marcan Arnold y Gibbons, que a finales del milenio definían la impermeabilización de las ciudades como un índice ambiental clave para evaluarlas. Este índice dio lugar a la progresiva aparición de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el espacio público, una solución que permite suavizar el impacto de la impermeabilización y que ha sido ampliamente estudiada.

Por otro lado, la ciudad de Barcelona cuenta con numerosos estudios ambientales, cuyos inicios se remontan al Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales, inspirados por las investigaciones realizadas por Duvigneaud en Bruselas. Esta investigación, así como los estudios sucesivos realizados por diversas instituciones gubernamentales ponen la mirada en el conjunto de la ciudad, y desatienden el tratamiento del agua desde la proximidad. Es precisamente en esta brecha, entre los estudios a escala metropolitana y el detalle en el espacio público, dónde se inscribe la investigación.

Martí Elias, J.M.; Capilla Mónaco, A. **Captar, infiltrar, integrar: el agua y el espacio público en el Eixample de Barcelona.** A: *Forma urbana y resiliencia: los desafíos de salud integral y el cambio climático: Actas del VI Congreso Internacional ISUF-H.* Madrid: UPM, 2022. ISBN: 978-84-9728-605-3, p. 541-550

La dimensión del agua

Se plantea una metodología inductiva, dónde a partir de un caso de estudio particular se puedan alcanzar consideraciones generales. Partiendo del patrón del ensanche de Barcelona, se define una unidad básica de análisis, el chaflán. Es precisamente el vacío definido por las tan características manzanas el protagonista del espacio público en la capital catalana. Por otro lado, se integran las tres dimensiones del urbanismo ecológico, entendiendo que las cubiertas, la cota cero (en la que se sitúa el espacio público) y el subsuelo constituyen una unidad hídrica de estudio.

Atendiendo al ciclo del agua del ámbito de estudio, el origen de la misma tiene una doble procedencia. La primera y más evidente es la precipitación, sujeta a un régimen estacional, cada vez más abrupto en el paisaje mediterráneo, con menos episodios, pero de mayor intensidad. La segunda se inspira en la propuesta del ingeniero Pedro García Faria para el saneamiento del ensanche, en el que el agua consumida se planteaba como un recurso para irrigar las huertas del entorno de la ciudad. Se propone pues entender que las llamadas aguas grises, lejos de ser un residuo que se evacua a las grandes centrales de tratamiento propias del metabolismo de la ciudad, sean aprovechadas para usos específicos y compatibles con su calidad.

A partir de aquí se define la superficie de captación en m², diferenciando las cubiertas de los edificios, el espacio público y la superficie de circulación, puesto que la calidad del agua resultante es muy distinta y necesita un tratamiento específico. Con el coeficiente de lluvia de diseño propio de la zona se puede definir la cantidad de agua anual obtenida a partir de la precipitación, así como los máximos caudales que se deberán soportar en momentos puntuales. Por otro lado, la densidad del ensanche ofrece un flujo continuo de aguas grises, que pueden ser parcialmente reutilizadas en las mismas edificaciones, pero que cuentan con un excedente que puede ser manipulado desde el espacio público. Esta información permite contrastar, en términos numéricos, el volumen con el que debe lidiar cada cruce del Eixample, desvelando la dimensión física del ciclo del agua. Se ensayan diversas propuestas de espacio público en función de este parámetro, y se desvelan conclusiones interesantes hacia el potencial de resiliencia que ofrece la compacidad del Eixample de Cerdà.

1 EL POTENCIAL DE RESILIENCIA URBANA DESDE EL ESPACIO PÚBLICO

En un horizonte de investigación para alcanzar espacios urbanos más resilientes e integrados en su entorno, el estudio y gestión del ciclo del agua juega un papel central dentro de esta discusión (Ranzato, 2017). Es en este marco donde, bajo el pretexto de la convocatoria de un concurso de ideas abierto por parte del Ayuntamiento de Barcelona para la reurbanización de varios chaflanes en el distrito del Eixample, se inicia una investigación para explorar el potencial de transformación del espacio público desde la óptica del ciclo del agua.

Desde una perspectiva histórica, la ciudad de Barcelona cuenta con numerosos estudios ambientales, cuyos inicios se remontan al Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (Terradas et al., 1985), inspirados por las investigaciones realizadas por Duvigneaud en Bruselas. Esta investigación, así como los estudios sucesivos realizados por diversas instituciones gubernamentales ponen la mirada en el conjunto de la ciudad, pero desatienden el tratamiento del agua desde la proximidad que se plantea en esta investigación.

Una serie de episodios recientes tales como temporales meteorológicos o sequías ponen de relieve la importancia de este recurso en el diseño urbano. En el contexto de ciudades europeas en las que la discusión de las infraestructuras y la ciudad está consolidada, la gestión del agua se afronta a partir de la construcción de una compleja red metropolitana de abastecimiento y saneamiento (Area Metropolitana de Barcelona, n.d.). Ante la perspectiva de un sistema basado en un proceso de continua superposición de grados de complejidad, se propone un planteamiento ecosistémico basado en los principios de least work solution, de Ian Mc Harg (Bryant & Turner, 2019).

El espacio público desempeña un papel central dentro de este proceso de transformación ecosistémica de los entornos urbanos (Crosas & Martí, 2021), al ser el ámbito de confluencia entre los múltiples agentes que conforman la ciudad. Estos són las edificaciones, sus habitantes y las infraestructuras que abastecen a la metrópoli. Precisamente en un ámbito urbano tan característico como la malla del

Eixample de Barcelona ideada por Ildefons Cerdà, plantear el chaflán como sujeto de estudio, y no en la manzana tradicional, permite plantear una intervención sistémica dentro de esta red en sintonía con el modelo de espacio público planteado desde el ayuntamiento (Rueda, 2017).

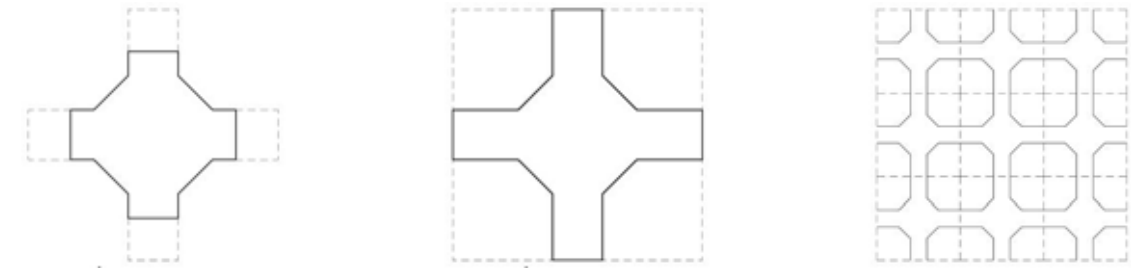


Figura 01. Del caso particular al funcionamiento sistémico: Ámbito de proyecto (der) – Ámbito de estudio (cen.) – Propuesta sistémica (izq). Elaboración propia.

Esta aproximación se plantea en tres etapas. 1/ La primera establece un contexto histórico desde una mirada retrospectiva a la génesis de ese planeamiento urbanístico tan característico, donde el proceso de urbanización supuso una alternación del comportamiento hídrico local. 2/ La segunda etapa acota el ámbito del ciclo del agua urbano donde debe situarse la exploración, estableciendo cuál es el origen del agua que debe contribuir a la resiliencia del espacio público. 3/ Finalmente, la tercera se centra en el estudio de un cruce específico, entre las calles Consell de Cent y Girona, como campo de pruebas para el desarrollo de conclusiones (Martí & Capilla, 2021).

2 LA CONSTRUCCIÓN DEL EIXAMPLE, UNA LUCHA CONTRA EL AGUA.

La trama urbana de Cerdà ha sido objeto de un amplísimo abanico de literatura académica, y este capítulo no busca ampliar este conocimiento ni glosar las virtudes de un proyecto tan paradigmático, sino poner énfasis en el proceso de urbanización del mismo. La trama urbana se superpone al llano de Barcelona, un vasto territorio escasamente ocupado entre la ciudad de Barcelona de mitad del s. XIX y las villas del entorno. Con motivo de la convocatoria del concurso para el Eixample de Barcelona en 1859, el año 1855 el propio Ildefons Cerdà dibuja un levantamiento topográfico de los entornos de la ciudad. El proyecto de ensanche que redacta el mismo ingeniero posteriormente construye una malla de características isótropicas que se superpone a los terrenos del llano, integrando en parte determinados trazados hídricos (es decir, convirtiendo las rieras en calles), pero descuidando otros factores que intervienen en el correcto desarrollo del ciclo del agua. Esto se debe a que la urbanización del Eixample se realiza a partir de la construcción de sus calles, entendidas como superficies pavimentadas y delimitadas por muros de aproximadamente un metro de altura, que funcionarían posteriormente como cimientos para las nuevas edificaciones. Este nuevo nivel de la ciudad se constata en la revisión de documentos posteriores a la redacción del plan, como sería la memoria del Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona (García Faria, 1891). Éste, haciendo referencia a la geología del subsuelo de la Barcelona de finales del s.XIX, aproximadamente cuarenta años después de la redacción del plan de Cerdà y en pleno proceso de implantación del mismo, narra cómo en varios puntos de la ciudad se encuentra una capa superior de un metro de altura de “tierra de labor” superpuesta a una capa de arcilla roja. Este suelo arcilloso que se encharcaba con facilidad era el que conformaba el paisaje previo a la construcción del Eixample, dando el mote a la ciudad de Barcelona de “can fanga”. Esta capa de arcilla descansa sobre una segunda capa de tortorano (travertino), de aproximadamente 1 metro de profundidad, y después se localiza un sustrato arenoso, donde en las cotas inferiores de la ciudad se encuentra el nivel freático.

El planteamiento ilustrado y la preocupación por los aspectos higienistas y sociales de Cerdà (Graus et al., 2009), le lleva a plantear soluciones para garantizar la salubridad de las calles, mediante la canalización y soterramiento de la recogida de agua de la lluvia. La progresiva urbanización y el crecimiento de la ciudad han comportado prácticamente la total impermeabilización de estas calles, enterrando la capa de tierra superpuesta. Este factor solucionó los problemas de salubridad y encharcamiento, pero cortó definitivamente la posibilidad de infiltración del agua hacia el subsuelo, teniendo una doble conse-

cuencia. Por un lado, la progresiva expansión de la ciudad impermeable genera importantes problemas de inundaciones en puntos determinados de la ciudad en episodios de lluvia. El agua que no es absorbida por el terreno se desliza por escorrentía y es conducida a la red de alcantarillado, pero a partir de cierto punto ésta infraestructura se satura y se inundan áreas específicas en las cotas inferiores. La solución aplicada por la ciudad se desarrolla a inicios de los 90's a lo largo de las transformaciones preolímpicas, y se basa en la construcción de grandes depósitos subterráneos DSU ubicados en emplazamientos estratégicos a lo largo de la ciudad. Esta construcción garantiza la seguridad ciudadana, pero no recupera la segunda consecuencia de esa impermeabilización, relativa al metabolismo de la ciudad. Evitando la infiltración en la capa de arenas que menciona Garcia Faria, se corta una parte importante de las ganancias hídricas del acuífero del Baix Besòs y del Pla de Barcelona, una fuente histórica para el abastecimiento urbano actualmente en desuso (Guàrdia, 2011), pero que desempeña un papel clave en la lucha contra la infiltración salina proveniente de la costa.

Se considera, en consecuencia, que hay que tener presente esta situación a la hora de explorar el potencial del espacio público en la transformación ecosistémica de la ciudad, a partir de la recuperación de unas dinámicas metabólicas que los populares adoquines (el panot) enterraron.

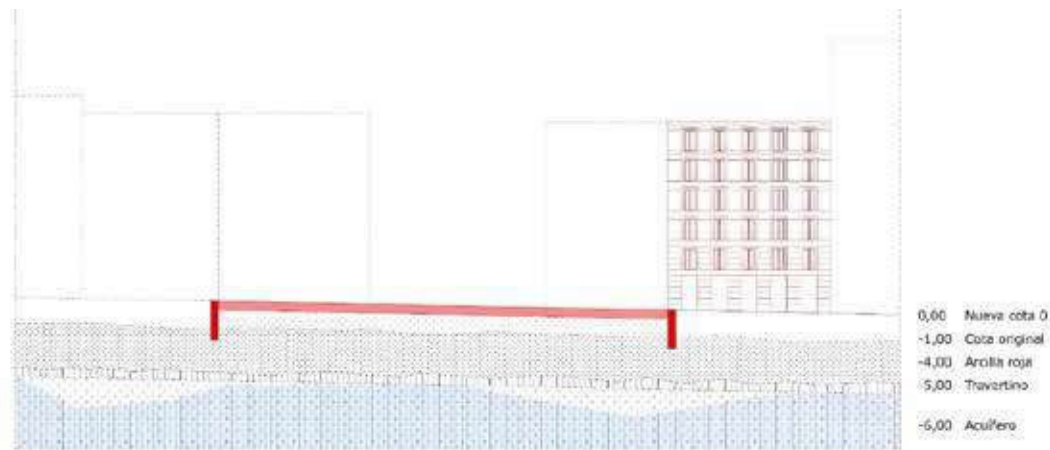


Figura 02. La construcción del Eixample (esquema). En rojo, los elementos superpuestos al llano de Barcelona según el proyecto de Cerdà. Elaboración propia.

3 LAS CAPAS DE LA CIUDAD

Partiendo de las premisas del urbanismo ecológico (Rueda et al., 2012), a los parámetros convencionales que regulan la ordenación urbanística deben incorporarse aquellos aspectos que condicionan la transición hacia un modelo que incorpore la lectura ecosistémica de la ciudad. Esto implica sumarle a la idea de suelo como sujeto de estudio del campo del urbanismo, dos planos más; el subsuelo y las cubiertas en altura. La estratificación de la ciudad es reflejo de la superposición de las múltiples realidades que construyen el fenómeno urbano. La calle, naturalmente, se convierte en el elemento central desde el que nos aproximamos a las demás capas. En la investigación para la capacidad integradora del proyecto urbano a partir de la gestión del agua, se considera imprescindible tener en cuenta el conjunto de cubiertas de los edificios de los entornos y las diferentes capas del subsuelo, tanto la composición geológica como el paso de determinadas infraestructuras de servicio metropolitana tales como la energía, el agua y, sobre todo, la movilidad.

La definición de este conjunto para cada uno de los cruces del ensanche permite determinar lo que llamamos unidad hídrica específica, a partir de la cual se observa el comportamiento del ciclo del agua desde una óptica local, es decir, intrínseca de cada unidad hídrica. Con la premisa de que el agua se mueve por gravedad, se tiene en cuenta en todos sus niveles, desde la lluvia como fenómeno atmosférico hasta las aguas subterráneas del acuífero. En relación con la procedencia de esta agua de carácter local, se pueden establecer dos fuentes. La primera, y más evidente, es la precipitación atmosférica en forma de lluvia sobre los edificios y el espacio público, mientras que la segunda se genera en los propios edificios del entorno, en forma de producción de aguas grises, un elemento que actualmente se considera residual pero que es un recurso en ciernes.

3.1 Precipitación.

Este fenómeno depende del régimen pluviométrico, que varía según la zona. Considerando que la ciudad de Barcelona goza de un clima mediterráneo, caracterizado por precipitaciones intensas y de corta duración, no se valora la pluviometría anual (que oscila entre los 440 y 520 mm/año), sino que pone el foco en la cantidad máxima de agua que se puede llegar a precipitar en un lapso de tiempo acotado. Este valor recibe el nombre de lluvia de diseño (Ecología Urbana, 2020), y considerando un período de retorno de T=10 años, que es el valor con el que trabajan los técnicos municipales, se toma una intensidad pico de 169 mm y una precipitación total de 52,9 mm/hora por episodio pluvial. Se puede esperar pues, que en cada episodio extremo de lluvia (en un lapso de 10 años), obtengamos hasta 52,9 mm de agua por metro cuadrado de superficie en el caso más desfavorable. Es decir, si en el punto más bajo del ámbito dispusiéramos de un depósito de aguas pluviales, y toda la superficie fuera impermeabilizada, obtendríamos un agua acumulada del valor de 52,9mm/m² x S, donde S=Superficie total del ámbito. En tanto que esto no es posible, este valor permite prever unos parámetros de recogida específicos para cada una de las zonas de la unidad hídrica, como se desarrollará más adelante.

3.2 Capacidad productora de los edificios del entorno.

Frente al fenómeno atmosférico de la precipitación, se considera un segundo recurso de carácter local y que se desprende de la condición antrópica implícita en la ciudad. El sistema de abastecimiento hídrico de la ciudad de Barcelona queda satisfecho por una compleja red de escalera suprametropolitana, que va desde los embalses de Sau y de Susqueda (Ter) hasta los de la Baells, la Llosa del Cavall y Sant Ponç (Llobregat). Esta agua es posteriormente recogida mediante el sistema de saneamiento, y conducida a centrales de tratamiento (EDAR), para ser posteriormente devuelta al medio, conformando un conjunto de tuberías subterráneas y arquetas de registro, cuya presencia en el espacio público es prácticamente invisible.

Ante este planteamiento, que desborda la escala del presente análisis, se abre una oportunidad de incidir en este ciclo, en el preciso instante en el que el agua abastecida pasa a ser consumida. Aunque la llegada del agua de consumo esté tan deslocalizada, ésta se convierte rápidamente en agua residual al ser consumida por los usuarios, siendo ésta última agua de kilómetro cero, producida en el mismo chaffán. Recuperando el planteamiento de Richard T. T. Formann en *Urban Ecology. Science of Cities: Urban residents rapidly convert much of the piped clean-water to wastewater flushed down drains and toilets.* (Forman, 2014)

Determinadas normativas municipales del ámbito de Cataluña, como es el caso de Sant Cugat del Vallès, siguiendo el ejemplo de capitales europeas como Berlín, han implantado medidas para el reaprovechamiento de estas aguas grises, basándose en los principios del fit for purpose (Ajuntament de Barcelona, 2009; Àrea de Medi Ambient, 2009). Éstos se basan en el análisis de la calidad del agua resultante, en la dirección que apunta Formann, pues determinados usos domésticos no requieren la misma calidad que la llamada agua de boca (Ajuntament de Barcelona, 2016). Las cisternas de los inodoros, o el riego de espacios exteriores, que suponen hasta un 21% de la demanda total, pueden ser abastecidos a partir del tratamiento local de agua reaprovechada proveniente de duchas y grifos (un 30% del consumo). Estudios recientes, provenientes del propio ayuntamiento de Barcelona, certifican que en edificaciones plurifamiliares de más de 8 viviendas el retorno económico de la inversión en cuanto a la reducción del consumo del agua total se realiza en un período inferior a los 10 años, convirtiendo en el Eixample un distrito en el que, por sus características morfológicas, esta estrategia sería fácilmente aplicable. Estos estudios se plantean desde la perspectiva de las condiciones metabólicas intrínsecas a la edificación, indicando que existe un excedente entre el agua que se puede regenerar (30%), con la consumida por usos que admiten las aguas grises (21%). Es precisamente en este desajuste donde se abre la posibilidad de vincular la edificación a la ciudad, convirtiendo los edificios de la unidad hídrica en potenciales productores de aguas grises que se pueden utilizar para el riego, la naturalización y la infiltración desde el espacio público.

Dicho planteamiento no es nuevo en el debate sobre la gestión del agua en la ciudad de Barcelona, puesto que en el mismo Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona, redactado por el inge-

niero y arquitecto Pere García Faria en 1891, se propone reutilizar las aguas residuales provenientes de las viviendas para irrigar los campos de cultivo del Delta del Llobregat, convirtiendo un elemento residual en un retorno hacia la ciudad en forma de alimentos. Dicho planteamiento no se llegó a implantar a causa de tensiones políticas (Miranda González, 2006), pero supone una lectura territorial muy atenta a las necesidades contemporáneas en relación a la ciudad y sus ciclos metabólicos.

Esta segunda fuente de aguas locales permite pensar el ciclo del agua urbano más allá de la temporalidad del régimen pluvial del clima mediterráneo, abriendo la puerta a un planteamiento más sistémico, dónde los flujos constantes son la base de un planteamiento cíclico (es decir, circular) de la gestión del metabolismo en entornos urbanos.

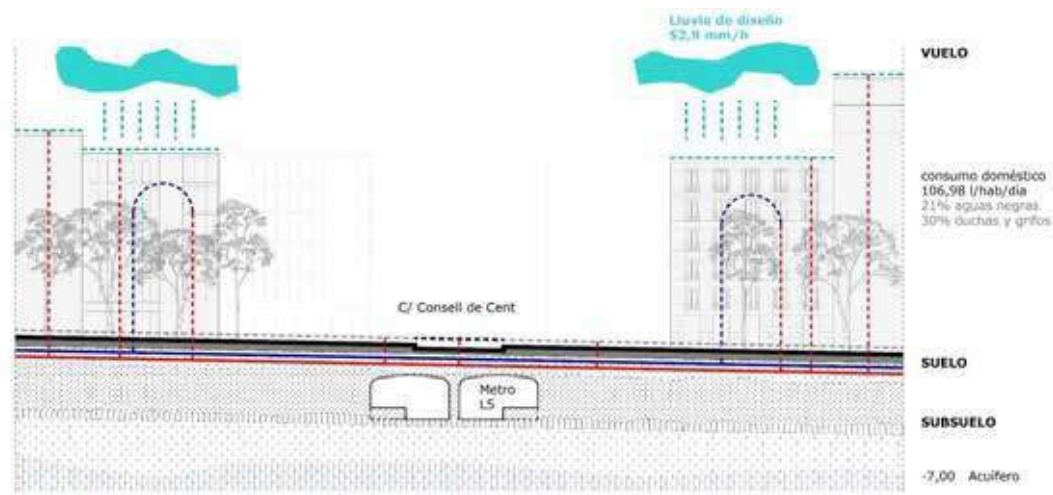


Figura 03. Ciclo del agua local en el Eixample. Elaboración propia.

4 LA UNIDAD HÍDRICA.

Como se ha anunciado anteriormente, a partir de un planteamiento inductivo se pretende llegar a conclusiones que puedan ser extrapoladas al conjunto de cruces que conforman la característica retícula del ingeniero Cerdà. En este caso, se establece como sujeto de estudio el cruce de las calles Consell de Cent y Girona (uno de los cuatro escenarios del concurso de ideas convocado por el ayuntamiento). La elección se realiza por considerarse éste el escenario más complejo, debido a la presencia de una estación de metro, que ocupa una parte del subsuelo, incorporando una realidad en la ciudad contemporánea consolidada, que es que buena parte del mismo está ocupada y, por tanto, no está disponible para la infiltración (entendida como el fin último para restaurar el funcionamiento original del ciclo del agua). Una vez definida la unidad de estudio, se procede a clasificar los elementos determinantes para la cuantificación del agua de origen local, tanto desde los parámetros de la pluviometría como la producción de aguas grises.

4.1 Categorización superficial

En el caso de superficies sobre las que se precipita el agua de lluvia, éstas se pueden dividir en 3 grandes categorías, según la calidad del agua resultante (Woods-Ballard et al., 2007). La primera corresponde a las cubiertas de edificios residenciales, que debido a su mantenimiento se considera que tienen el nivel mínimo de contaminación. La segunda es el espacio público y las cubiertas de edificaciones no residenciales, con un nivel bajo de contaminación, mientras que la última categoría la comprende el espacio destinado al tráfico de vehículos, siendo ésta la que presenta mayores niveles de contaminación. Cada una de estas categorías implica un diferente nivel de tratamiento, que como vamos a observar más adelante se materializa en diferentes estrategias de proyecto. Entendiendo que el concurso de proyectos apunta en la dirección de reducir el espacio destinado a la calzada a partir del aumento del espacio público, se considera una reducción de ésta hasta un 10% del total del área, a expensas del aumento de la superficie de la segunda categoría. A partir de los datos pluviométricos de la lluvia de diseño,

se calcula el volumen de agua total a tener en cuenta, siendo 1.042,14m³, de los que 697,73m³ se recogen en cubiertas de edificaciones residenciales privadas, 241,17m³ desde el espacio público y 103,24m³ se precipitan sobre la calzada.

4.2 Capacidad productiva

En relación a la producción de aguas grises, se calcula a partir la información del catastro que hay un total de 297 viviendas en el ámbito, y teniendo en cuenta que el número de habitantes por vivienda en la ciudad de Barcelona es de 2,45 habitantes/vivienda según el INE, se consideran un total de 727 habitantes. Considerando que el consumo doméstico por habitante y día en la ciudad según datos del Ayuntamiento de Barcelona en 2018 es de 106,98l/hab/día, se concluye que en un día se consumen hasta 77.774,46 litros. De esta cantidad, y según lo establecido en el apartado anterior, un 9% de ésta puede ser considerada un excedente de aguas grises regeneradas que pueden ser regeneradas e infiltradas en el espacio público. A partir de un planteamiento de máximos, en caso de que esta operación se aplicara a todas las edificaciones (una vez certificado el ahorro económico correspondiente), se considera que un 9% del agua consumida total dentro de la unidad hídrica se convierte en un flujo continuo diario hacia la calle, para la infiltración de la misma.

4.3 La distribución del espacio.

Una vez dimensionado el volumen de agua a gestionar, el modelado del mismo delimita (es decir, define) una serie de superficies dentro del ámbito, para certificar que la intervención sistémica resulta viable. Se plantea una propuesta de reurbanización del espacio público a partir de una estrategia de máximo aprovechamiento local del ciclo del agua.

En primer lugar, y buscando revertir las condiciones del suelo previas a la urbanización del ensanche, se parte de la premisa de maximizar la superficie permeable. Para garantizar el confort y condiciones de accesibilidad, las aceras que permiten el acceso a los edificios y el espacio para la circulación de vehículos se mantienen como superficies impermeables. La presencia de la estación de metro subterránea, que ocupa el tramo sur de la C/ Consell de Cent, también se considera una superficie impermeable. A partir de aquí se define un conjunto de áreas clasificadas según las acciones cuatro llevadas a cabo dentro del ciclo del agua, la Filtración, Conducción, Retención e Infiltración (Green Blue Management, 2018).



Figura 04. Ámbitos de recogida e infiltración (izquierda). Movimiento del agua en superficie (centro). Propuesta de espacio público (derecha). Elaboración propia.

4.3.1 Sistemas de tratamiento - Filtración

La filtración se entiende como un tratamiento necesario para corregir los parámetros de contaminación presentes en el agua de la lluvia recogida en la calzada, a fin de evitar que sedimentos e hidrocarburos sean infiltrados en el subsuelo. Esto se puede realizar mediante elementos vegetales, geotextiles o fil-

tros naturales, siendo la solución más habitual la definición de franjas vegetadas. Para que se produzca esta filtración es necesaria el flujo del agua, hecho que en el Eixample se simplifica bastante debido a la suave pendiente continua del terreno. Se sitúa pues una franja vegetal en la parte más baja de la calle vertical, entendiéndose que el agua que pasa por este tramo entra en el espacio central del cruce ya filtrada, recuperando la calidad original del agua que se precipita directamente al espacio público.

4.3.2 Sistemas de conducción – Bordos impermeables.

Según se ha comentado antes, se definen un conjunto de áreas impermeables no destinadas al tráfico de vehículos, para garantizar por un lado la accesibilidad universal dentro de la ciudad, y por otro para reflejar en superficie la ocupación del subsuelo por parte de las infraestructuras. Estas áreas se plantean como elementos de captación que, por gravedad a causa de la pendiente existente, conducen las aguas hacia las áreas permeables.

4.3.3 Retención e infiltración - una nueva dimensión del espacio público.

Es sobre los suelos permeables donde la transformación del espacio público desde la gestión de los ciclos toma un papel relevante, convirtiéndose en el ámbito donde se acumula esta agua para posteriormente ser infiltrada en el subsuelo, restableciendo la transpiración y el intercambio de la superficie con el acuífero. Éste suelo debe dar respuesta a dos aportes hídricos, uno continuo y uno estacionario. El estacionario, correspondiente al régimen pluviométrico, permite una convivencia con los usos cívicos característicos de la ciudad mediterránea. Se calcula que en un episodio intenso de lluvias pueden llegar a acumularse hasta 344,42m³ de agua. Esto implica definir una serie de áreas en una cota inferior a la actual, preparadas para retener esta agua e infiltrarla poco a poco, a la vez que mediante la vegetación autóctona se acelere su evapotranspiración. Considerando que estos desniveles deben ser inferiores a los 45cm para evitar la aparición de barreras físicas exigidas en la normativa de edificación, sería necesario definir un área de 765,36m², que se puede repartir en varios espacios (por ejemplo, antes y después de la losa de la estación), y que supone un total del 18% del espacio público disponible. Se considera que se trata de una proporción viable, y compatible con los otros usos propios de este ámbito.

El régimen continuo, proveniente de la regeneración de aguas grises, reclama un espacio exclusivo para el mismo y no resulta compatible con otros usos cívicos, por tanto, es importante definir el alcance de esta área. Este planteamiento es comparable a otros ejemplos dentro de la misma ciudad de Barcelona, tales como la C/Cristóbal de Moura o la Marina del Prat Vermell (Soto Fernández, 2020), donde se destinan grandes extensiones por SUDS, consistentes en vados vegetados inundables, no accesibles para los ciudadanos. En este caso, considerando que todas las aguas regeneradas se concentraran en el mismo punto, éste debería infiltrar diariamente 7,01 m³ de aguas. Considerando que se infiltra en la capa de arena dispuesta bajo la capa de travertino que describe Garcia Faria, se considera un coeficiente de infiltración de 3x10⁻³ mm/segundo. Esto implica que necesitamos disponer de un área total de 27,03m², que se plantea como un vado vegetal inundable, por debajo de la cota de la calle. Este ámbito únicamente ocupa un total del 0,66% del espacio público, y por tanto se considera que puede aplicarse fácilmente.

El total del área permeable resultante es el 18,66% de la superficie, siendo esta un valor dentro de los parámetros del programa Superilles, evidenciando que dicha propuesta no desentona con los principales parámetros de transformación que se plantea el ayuntamiento de Barcelona.

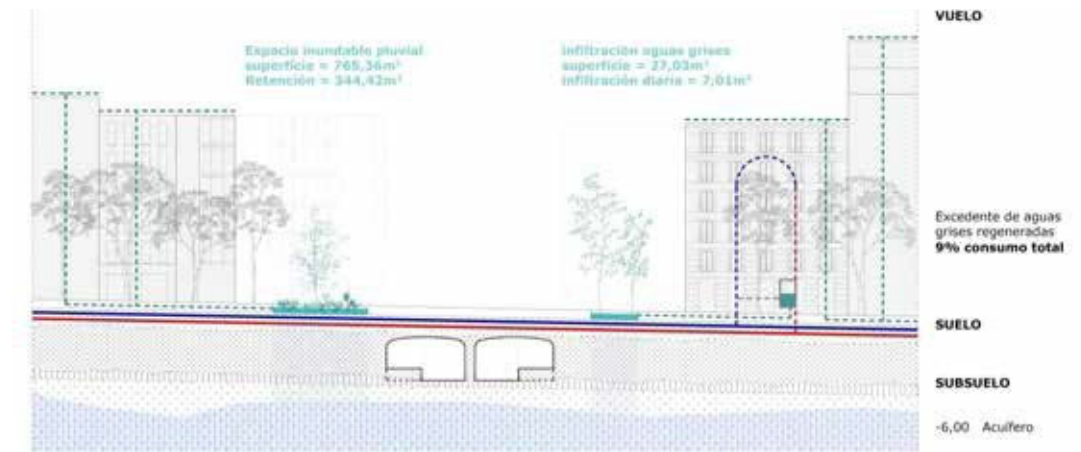


Figura 05. Infiltración y recuperación de aguas grises. Elaboración propia.

5 CONCLUSIONES

A partir de los dimensionados previos, se certifica que el proyecto de transformación del espacio público tiene la capacidad de incidir favorablemente en la gestión local del ciclo del agua, planteando escenarios urbanos más resilientes, atentos a los ciclos locales y que no contribuyen en la saturación de red de infraestructuras metropolitana. Este planteamiento, desde la proximidad, se apoya en los ciclos locales para reducir la huella ecológica que supone la gestión del ciclo del agua metropolitano, apostando por un planteamiento sistémico extrapolable a los numerosos nodos de la retícula del Eixample de Barcelona. La intervención se inscribe en un movimiento dirigido a la pacificación de las calles y mejora de su espacio público, que en este caso se considera como una oportunidad para que la transformación de la ciudad no sea superficial, sino que suponga una mejora de la gestión de su metabolismo, como ya se hizo en el sector 22@ (Crosas & Perea, 2018).

Por otro lado, este procedimiento se plantea como un puente entre la investigación y la práctica profesional, dos facetas inherentes en la profesión del arquitecto y urbanista, que se retroalimentan entre ellas. Finalmente, la propuesta recibió el segundo premio en dicho concurso, convirtiéndose en un reconocimiento al trabajo realizado, así como en una oportunidad perdida para implementar un conjunto de soluciones enfocadas a recuperar la gestión cíclica y local del agua en uno de los crecimientos urbanos más paradigmáticos del urbanismo europeo del siglo XIX.



Figura 06. Imagen de la propuesta del concurso. Elaboración propia.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Ajuntament de Barcelona. (2009). Pla tècnic per l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius a Barcelona.
- Ajuntament de Barcelona. (2016). Consum d'aigua a la llar. <https://Ajuntament.Barcelona.Cat/Lafabricadelsol/ca/Content/Consum-Daigua-La-Llar-0>.
- Àrea de Medi Ambient. (2009). Pla tècnic per l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius a Barcelona : vol I/III Doc. Núm. 1 : Memòria i annexos. <https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/handle/11703/97762>
- Area Metropolitana de Barcelona. (n.d.). Cicle i recursos hídrics. <https://Www.Amb.Cat/s/Web/Ecologia/Aigua/Cicle-Aigua/Cicle-i-Recursos-Hidrics.Html>. Retrieved June 28, 2022, from <https://www.amb.cat/s/web/ecologia/aigua/cicle-aigua/cicle-i-recursos-hidrics.html>
- Bryant, M. M., & Turner, J. S. (2019). From thermodynamics to creativity: McHarg's ecological planning theory and its implications for resilience planning and adaptive design. *Socio-Ecological Practice Research*, 1(3–4), 325–337. <https://doi.org/10.1007/s42532-019-00027-1>
- Crosas, C., & Martí, J. (2021). Los equilibrios del agua oculta. Estrategias para un urbanismo ecosistémico en La Vall Baixa del Llobregat. *ZARCH*, 15, 80–95. https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2020154809
- Crosas, C., & Perea, J. (2018). Barcelona Metropolis. Interplay between Urban Project and Urban Metabolism. In G. Grulois, M. C. Tossi, & C. Crosas (Eds.), *Designing Territorial Metabolism*. Barcelona, Brussels and Venice. Jovis.
- Ecologia Urbana. (2020). Pla Director Integral de Sanejament de Barcelona.
- Forman, R. T. T. (2014). *Urban Ecology*. Science of Cities. Cambridge University Press.
- García Faria, P. (1891). Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona. *Alcantarillado-Drenaje-Residuos Urbanos* (1893rd ed.).
- Graus, Antoni., Rosell, R., garciapuentes, J., ParicioCasademunt, A., Rosellonicolau, M., Llimargas, Lourdes., & FiguerasBurrull. (2009). *El Ensanche : génesis y construcción* (Antoni. Paricio Casademunt, R. Graus, J. Rosell, garciapuentes, A. Paricio Casademunt, Rosello nicolau, M. Llimargas, & Lourdes. Figueras i Burrull, Eds.) [Book]. Lunwerg.
- Green Blue Management. (2018). Estudio de aprovechamiento de las aguas pluviales mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en la actualización del Plan Técnico para el Aprovechamiento de los Recursos Hídricos Alternativos de Barcelona.
- Guàrdia, M. (2011). *La revolució de l'aigua a Barcelona. De la ciutat preindustrial a la metròpoli moderna, 1867-1967* (Manuel Guàrdia, Ed.). MUHBA, Ajuntament de Barcelona.
- Martí, J. M., & Capilla, A. (2021). Concurs noves places Superilla Barcelona. LOT 4 - Consell de Cent/Girona. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/367067#.Yrq6U0b8iMc.mendeley>
- Miranda González, M. Á. (2006). Pedro García Faria, Ingeniero de Caminos (y Arquitecto). *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.*, 10(221), 205–228.
- Ranzato, M. (2017). *Water vs. Urban Scape. Exploring Integrated Water-Urban Arrangements* (M. Ranzato, Ed.). Jovis.
- Rueda, S. (2017). Les superilles per al disseny de noves ciutats i la renovació de les existents. El cas de Barcelona. *Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: Territori, Estratègies, Planejament*, 0(59). <https://raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/view/332027>
- Rueda, S., de Cáceres, R., Cuchí, A., & Brau, L. (2012). *El Urbanismo Ecológico. Su aplicación en el diseño de un Ecobarrio en Figueres.* . BCNecologia (Agencia de Ecologia Urbana).
- Soto Fernández, R. (2020). Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad Mediterránea: Barcelona como ejemplo. In C. Llop, M. Cervera, & F. Peremiquel (Eds.), *IV Congreso ISUF-H: Metrópolis en recomposición: prospectivas proyectuales en el Siglo XXI: Forma urbis y territorios metropolitanos*, Barcelona, 28-30 Septiembre 2020 (pp. 1–10). DUOT-UPC.
- Terradas, J., Parés, M., & Pou, G. (1985). *Ecologia d'una ciutat*. Barcelona (Ajuntament de Barcelona, Ed.).
- Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., & Shaffer, P. (2007). *The SUDS manual* (Vol. 697). Ciria.