

BALANCE HÍDROLÓGICO EN CUENCAS URBANAS CON POBLACIONES BAJO RIESGO HÍDRICO. LA CAVA DE VILLA ITATÍ. QUILMES, PROV. DE BUENOS AIRES

Angheben, Enrique, Romanazzi, Pablo G.

Laboratorio de Hidrología - Departamento de Hidráulica - Facultad de Ingeniería - UNLP
Calle 47 N° 200, piso 1, Oficina 6, La Plata - Tel. 0221-427-5223
hidrologia.aplicada@ing.unlp.edu.ar

Palabras clave: Balance Hidrológico – Cuenca Urbana – Ecohidrología

INTRODUCCIÓN

Villa Itatí, y en particular el sector de “La Cava”, ubicados en el partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires, conforman un ejemplo de sistema hidrológico altamente disturbado, en el cual la intervención antrópica tuvo un rol preponderante. Originalmente existía otro sistema, constituido por el terreno natural, su régimen hídrico superficial y subterráneo, el cual fue modificado sustancialmente, transformándose en otro completamente distinto.

El proceso de transformación de áreas naturales en urbanas implica la modificación del ciclo hidrológico de un modo definido y previsible (agua potable, cloacas, desagües, superficies impermeables, etc.), pero en el caso de urbanizaciones espontáneas y no planificadas esto no se cumple, dando lugar a situaciones complejas e imprevisibles. Por esto es interesante e importante el estudio del sistema hídrico en estas condiciones, para lo cual el enfoque ecohidrológico, que incluye los aspectos ambientales, se hace más necesario.

El ciclo del agua en ambientes antropizados marginales posee características particulares, como ser: déficit en el acceso al agua potable; condiciones de alto riesgo sanitario debido a la ausencia de colectoras de aguas residuales y efluentes cloacales; obtención de agua para uso doméstico de fuentes no seguras, precarias o clandestinas; deterioro de la calidad de los cursos de agua superficiales y/o del recurso hídrico subterráneo; Inundación y/o anegamiento de viviendas por insuficiencia o inexistencia de obras de infraestructura pluvial, o por ascenso del nivel freático.

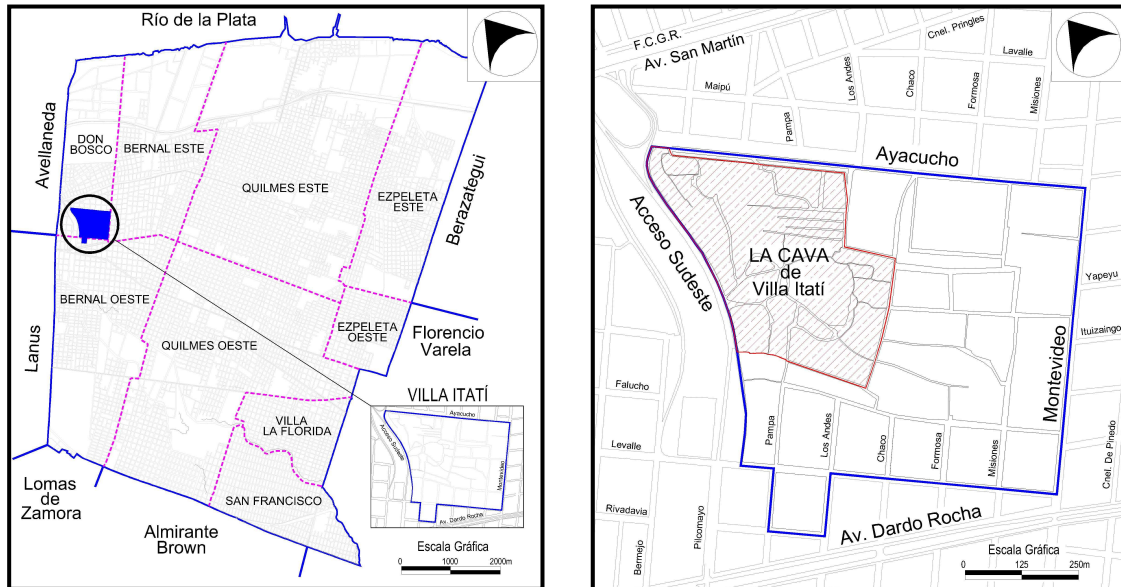
El objetivo del trabajo fue elaborar un balance hidrológico bajo régimen no permanente, en una cuenca urbana marginal no planificada, y como resultado del mismo se pudo cuantificar el agua presente en La Cava, identificarla respecto de sus orígenes y calcular los porcentajes de incidencia de cada uno de ellos. Finalmente los resultados del balance se relacionaron con los aspectos hídricos ambientales mediante la aplicación de conceptos estratégicos para la gestión urbana.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al asentamiento urbano denominado Villa Itatí, se encuentra, dentro del partido de Quilmes, en la localidad de Don Bosco y abarca desde el Acceso Sudeste a la ciudad de Buenos Aires, hasta la calle Montevideo, y desde la calle Ayacucho hasta calle Levalle, con una superficie de 55,8 ha. Se encuentra casi en su totalidad urbanizada, las calles internas son de tierra, de forma irregular (típicas de estas zonas de asentamientos precarios donde la urbanización no responde a parámetros parcelarios ordenados), de anchos variables, y en general de uso sólo peatonal.

Respecto a los recursos hídricos superficiales y subterráneos, la cuenca hidrográfica a la que pertenece es la del arroyo Santo Domingo (Área=210 km²), formado por la confluencia de los arroyos San Francisco y Las Piedras, el cual tiene como destino final el Río de la

Plata; y de acuerdo con González (2005) el área de estudio queda comprendida dentro de la región hidrogeológica Noreste (NE) de la provincia de Buenos Aires. La principal característica que relaciona al sistema es la recarga que se produce por el movimiento de filtración vertical descendente. El clima de la región es del tipo templado – húmedo (Auge, 2004), con temperatura media anual del orden de los 17 °C (1901/1990)



Figuras 1 y 2: Ubicación de Villa Itatí en el partido de Quilmes y de La Cava en Villa Itatí.

El sector denominado La Cava, está enclavado dentro de Villa Itatí y su nombre deriva de la excavación realizada para la extracción de material de préstamo o “tosca”, destinado a la construcción del Acceso Sudeste. “La Cava” es básicamente la urbanización de esa excavación y su periferia. Esta zona comprende una superficie estimada de 15,8 ha. y se caracteriza por sus construcciones precarias ubicadas sobre los taludes y fondo de la excavación, pasillos tortuosos, zanjas abiertas y carencia de los servicios públicos básicos. Por su propia característica (una excavación) confluyen en La Cava aguas de diferentes orígenes y calidades, las cuales al no ser captadas por los sistemas adecuados permanecen o escurren lentamente en superficie. La parte baja está conformada por un cuerpo de agua tipo lagunar que recibe los efluentes superficiales (precipitación, aguas servidas, desagües pluviales) y subterráneos. En esta zona más baja se encuentra instalada una estación de bombeo que permite mantener controlado el nivel de agua dentro de la misma. Este cuerpo de agua constituye un humedal cubierto en su totalidad por vegetación palustre dominada por “Totoras” (género Typha).



Fotos 1 y 2: Acceso a La Cava desde el Acceso Sudeste y Laguna de Fondo.

MATERIALES y MÉTODOS

Para la realización del balance hídrico se utilizó un modelo bajo régimen no permanente (del tipo: Ingresos – Egresos = +/- Variación del Almacenaje); esto es, la diferencia entre el total de las entradas y el total de las salidas, en el período de tiempo considerado, debe ser igual a la variación en el almacenamiento, en este caso expresado como volumen [m^3]. Para el caso particular de La Cava de Villa Itatí, el mismo conforma un sistema endorreico, formado por una cuenca urbana cerrada sin afluentes superficiales, en la cual todos los aportes tienen como destino final la laguna.

El paso de tiempo del balance se estableció en un día, y el período total considerado corresponde a los meses de abril a diciembre de 2011, 270 días (nueve meses). Los datos de precipitación y temperatura se obtuvieron de los registros de la estación meteorológica Aeroparque Buenos Aires (SMN). El volumen inicialmente contenido en la laguna se estimó a partir de considerar su superficie de 2,98 ha y una profundidad promedio del orden de los 0,85 m, lo que resulta prácticamente en un almacenamiento superficial de 25.000 m^3 .

Respecto al diagnóstico ambiental, para que exista riesgo debe existir una amenaza, siendo la "vulnerabilidad" la propensión de sufrir daños que exhibe un componente de la estructura social. El riesgo es, en consecuencia, una condición latente o potencial y su grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes (Merlinsky, 2006). Por ello, el eje de su análisis se sustenta en los conceptos estratégicos para la gestión ambiental urbana: Amenaza-Vulnerabilidad-Riesgo (A-V-R).

Las tareas de campo más relevantes, aparte del relevamiento topográfico, consistieron en las campañas de registro del nivel freático en pozos de observación y laguna, con el objeto de estimar el gradiente hidráulico; y el establecimiento de una "Planilla de Control de Bombeo" donde se registró, día a día, la hora de arranque y parada de cada una de las bombas. Este control estuvo a cargo de los propios vecinos que viven en La Cava y pertenecen a la Asociación de Cartoneros de Villa Itatí.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

La evolución diaria del balance para todo el período considerado se muestra en el Gráfico 1. Se puede observar que entre los meses de septiembre a noviembre el almacenamiento superficial en la laguna tiende a estabilizarse (ver detalle), luego de un fuerte descenso durante el mes de agosto.

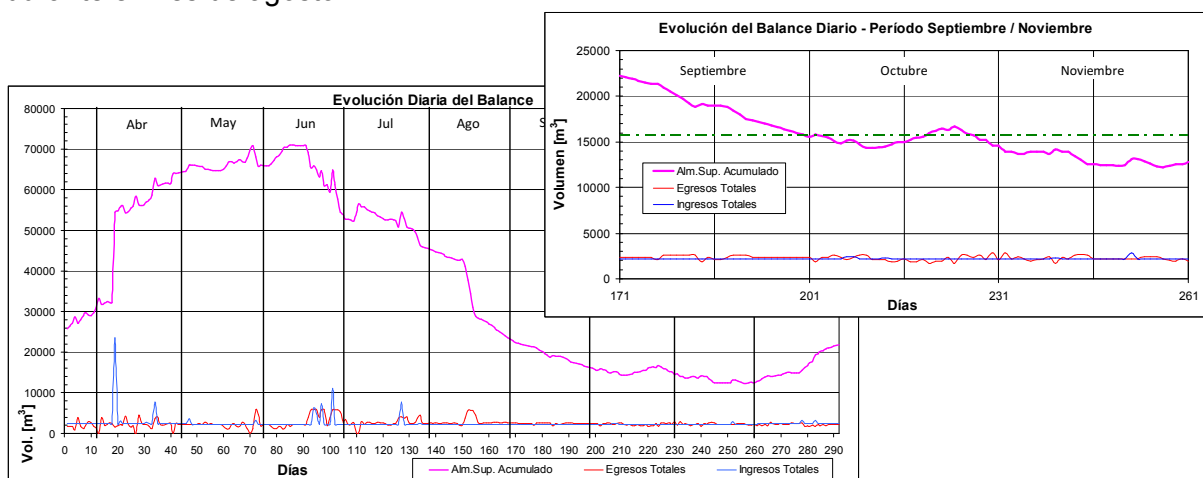


Gráfico 1: Evolución diaria del balance hidrológico

La comparación entre los ingresos y egresos totales correspondientes a cada mes se pueden apreciar en el Gráfico 2

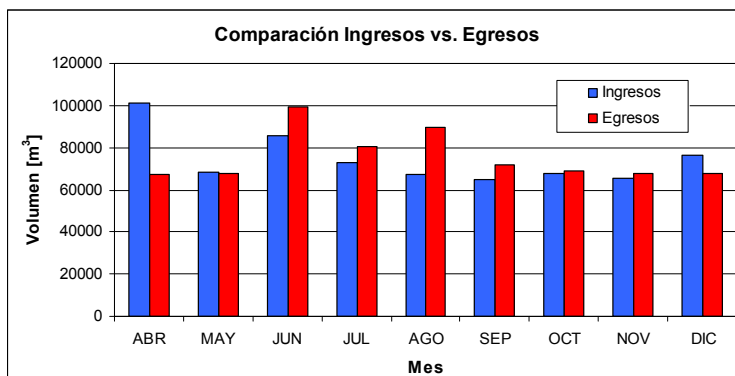


Gráfico 2: Balance hidrológico. Comparación Ingresos – Egresos Totales

En el período indicado (sept.-nov 2011, con escasa precipitación y una evapotranspiración mínimas) se realizó una comparación entre las variables predominantes: agua importada y escurrimiento subterráneo como ingresos, y bombeo como egreso. De esa comparación surgió que en el paso diario el volumen bombeado era variable, pero en su valor medio prácticamente compensaba la suma del agua importada y la afluencia subterránea, lo cual permitió ajustar los parámetros del modelo, cuyos valores finalmente adoptados fueron (Cuadro 1):

Cuadro 1: Valores de los parámetros resultantes del balance hidrológico

Variable	Parámetro	Valor
Afluencia Subterránea	Gradiente Hidráulico	$3,8 \times 10^{-3}$
	Transmisividad	100 m ² /día
	Longitud de la curva isofreática	1.270 m
Agua Importada	Dotación en meses de verano	190 l/hab/día
	Dotación en meses de invierno	170 l/hab/día
	Coefficiente de vertido	0,9
	Porcentaje de pérdidas en la red de agua	40%
Precipitación Efectiva	Número de Curva para condición II (CN II)	92
Evapo-Transpiración	Índice Térmico	75

Finalmente los cálculos realizados para el período de nueve meses (270 días) considerados arrojaron los siguientes porcentajes de incidencia (Cuadro 2):

Cuadro 2: Balance Hidrológico. Porcentajes de Incidencia

Ingresos			Egresos	
Precipitación Efectiva	Agua Importada (red agua potable)	Afluente Subterráneo	Bombeo	Evapotranspiración
7,4%	71,4%	21,2%	97,4%	2,6%

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS ADOPTADOS

Las distintas componentes del balance requerían la determinación de parámetros para su calibración. Los valores inicialmente adoptados son los que se muestran en el Cuadro 1, los cuales surgieron en base a la experiencia y la recopilación de antecedentes. No obstante, se realizó un análisis de sensibilidad de los parámetros involucrados en las variables más relevantes (ver rango de exploración en el Cuadro 3), con el fin de evaluar su influencia sobre los resultados. Así surgieron más de 20 escenarios posibles, como consecuencia de su combinación.

Cuadro 3: Análisis de sensibilidad. Parámetros seleccionados

Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea				
Grupo Hidrológico		Coeficiente de Vertido		Transmisividad				
Original	Nuevo	Original	Nuevo	Original	Nuevos			
Tipo "D"-CN=92	Tipo "C"-CN=88	0,9	0,8	100	50	80	120	150

Los escenarios que resultaron factibles (es decir, compatibles con los niveles observados de la laguna de fondo en el período de calibración), se muestran en el Cuadro 4:

Cuadro 4: Análisis de sensibilidad. Escenarios factibles

Escenario	Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea			ΔSsp	Cota
	Grupo Hidrológico		Coef. de Vertido		Transmisividad				
	"C"-CN=88	"D"-CN=92	0,8	0,9	100	120	150	m ³	IGN
5	88	---	0,8	---	---	---	150	22.444	3,32
9	88	---	---	0,9	---	120	---	18.061	3,18
10	88	---	---	0,9	---	---	150	50.885	3,85
14	---	92	0,8	---	---	120	---	9.224	2,72
15	---	92	0,8	---	---	---	150	42.048	3,68
18	---	92	---	0,9	100	---	---	15.782	3,10
19	---	92	---	0,9	---	120	---	37.665	3,60
20	---	92	---	0,9	---	---	150	70.489	4,16

Los escenarios 9, 14 y 18 corresponden a la combinación de parámetros que mejor reproducen los niveles observados de la laguna. De esta forma se comprobó que el escenario 18 (valores coincidentes con el Cuadro 1) pertenece al conjunto de combinación de parámetros más factibles.

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- La conclusión de mayor relevancia que arrojó el balance hidrológico es la que establece que el bombeo diario compensa la suma de los ingresos por agua importada y afluencia subterránea. Esto significa que se extrae diariamente del sistema (bombeo) prácticamente un volumen de agua semejante al generado por la misma población que habita La Cava.
- Contrastadas las precipitaciones ocurridas en el período estudiado con las ecuaciones de I-D-R recomendadas para la Ciudad de Buenos Aires, se determinó que el cuerpo lagunar de La Cava de Villa Itatí posee una capacidad para retener o amortiguar los efectos de una precipitación diaria del orden de los 5 años de recurrencia, sin que se produzcan inundaciones en su periferia que obliguen a la evacuación de las viviendas. Relacionada esta amenaza natural y socio-natural (precipitación), con la vulnerabilidad física y social presente en La Cava, permitió establecer que el grado de riesgo de padecer inundaciones que motiven su evacuación, es del orden de los cinco (5) años.
- Las consecuencias de estas inundaciones tienen impactos particularmente importantes, debido a que vienen a empeorar una situación de vulnerabilidad pre-existente, y de por sí ya comprometida en lo habitacional y sanitario. Ante estos eventos, las pérdidas materiales pueden representar la totalidad de los bienes y equipamientos, el daño en la infraestructura de la vivienda llega a ser total y emergen las enfermedades de vector hídrico.
- Es necesario dejar un área libre de construcciones que provea un volumen remanente para absorber precipitaciones con períodos de retorno por encima del umbral mencionado anteriormente, de manera de disminuir el riesgo de inundación asociado a lluvias intensas.

- Para revertir esta realidad es necesario una gestión del territorio en lo que respecta a su planificación y ordenamiento. En este sentido, para La Cava en particular, pero para toda Villa Itatí en general, es necesario realizar una zonificación de las áreas con riesgo hídrico que permita establecer un plan de desarrollo de infraestructura, pero sobretodo para poder intervenir eficientemente ante una emergencia, no solo de origen hídrico sino también sanitario. Esta intervención debe contemplar la búsqueda de la sustentabilidad ambiental del espacio ocupado, permitiendo el acceso al abastecimiento de agua potable, saneamiento y drenaje urbano, como así también al resto de los servicios públicos esenciales.
- Como consecuencia de los resultados derivados del balance hidrológico y del análisis A-V-R surge la necesidad de intervenir en La Cava de Villa Itatí de modo de detener el asentamiento poblacional que se ha ido produciendo en los últimos años, en particular en la zona baja, aquella que posee un riesgo mayor de inundación y se encuentra en contacto con el agua de la laguna.

Aunque esta conclusión final pudiera coincidir con la intuición de partida más lógica, esto es, que el área descripta no es apropiada para el asentamiento de población estable, se debe destacar que el peso de la recomendación dada en este trabajo se apoya en cuantificaciones técnico-ambientales y ecohidrológicas, pocas veces disponibles en los ámbitos de decisión sociopolítica.

BIBLIOGRAFÍA

- Auge, M. P., "Hidrogeología de la Ciudad de Buenos Aires". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Departamento Ciencias Geológicas. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Año 2004.
- Cardona, A., Omar D. "Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo". En Los desastres no son naturales. Año 1991.
- Censo Social Quilmes 2010. Municipalidad de Quilmes. Año 2010.
- Custodio, E & Llamas, M. R., "Hidrología Subterránea". Ed. Omega (2da. Edición). Barcelona. Año 1983.
- Chow, V. T., D.R. Maidment & L.W. Mays, "Hidrología Aplicada". Mc. Graw Hill. Bogotá. Año 1994.
- González, N., "Los ambientes Hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires", en Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino. Año 2005.
- Hargreaves, G. H., Samani, Z. A., "Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Eng. in Agric.". Año 1985.
- Hernández, Mario A., "Método para estudios hidrológicos en una cuenca endorreica". Conferencias de Limnología, Inst. de Limnología "Dr. A. Ringuelet". La Plata. Año 1993.
- Merlinsky, G., "Vulnerabilidad social y riesgo ambiental: ¿Un plano invisible para las políticas públicas?". Publicación Mundo Urbano, Universidad Nacional de Quilmes. Instituto Germani y Facultad de Ciencias Sociales de la Univ. del Salvador. Año 2006.
- Thornthwaite, C. W. y Mather J. R., "Instrucciones y tablas para el cómputo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. Año 1967.
- Tucci, C. M. E., "Gestión de Inundaciones Urbanas". Porto Alegre. Año 2006.
- Universidad Nacional de Quilmes. "Quilmes: diagnóstico sobre las condiciones urbanas y ambientales". Año 2006.