

LOS DESAGÜES PLUVIOCLOCALES EN EL RADIO ANTIGUO DE ROSARIO Y LA RENEGOCIACION CON APSF SA

Parte II: Revisión del Informe Estudio General sobre la Capacidad de Drenaje del Sistema Pluviocloacal del Radio Antigo de Rosario generado por Aguas Provinciales de Santa Fe. Modelación y Diagnóstico Hidráulico

Ing. Gerardo Riccardi (*), Ing. Raúl Postiglione ()**

(*) Investigador CIUNR – CURIHAM - FCEIA. – U.N.R. - Riobamba 245 bis. (2000)
Rosario – e-mail: riccardi@fceia.edu.unr.ar

(**) Prof. Adjunto - Director PID 202 – Depto. de Hidráulica - FCEIA. – U.N.R.
Riobamba 245 bis. (2000) Rosario – e-mail: rpostig@fceia.edu.unr.ar

Resumen: Se presenta un análisis crítico detallado del Informe Estudio General sobre la Capacidad de Drenaje del Sistema Pluviocloacal del Radio Antigo de Rosario presentado por la concesionaria. Particularmente se han analizado los capítulos correspondientes a la Modelación Matemática y Diagnóstico Hidráulico.

Como se mencionara en la parte I, este trabajo fue elaborado en el marco de la Audiencia Pública convocada por el Concejo Deliberante de la ciudad de Rosario para analizar la renegociación del contrato de concesión de Aguas Provinciales de Santa Fe S.A. a partir de una invitación del Presidente de la Comisión de Ecología y Medio Ambiente Dr D. Luna al Dpto. de Hidráulica de la Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

INTRODUCCIÓN

A los efectos de determinar un diagnóstico hidráulico de la red de desagües pluvio-cloacales del denominado radio antiguo de la ciudad de Rosario fue establecido en el pliego de concesión, la realización de estudios en el área mediante la modelación matemática hidrológica-hidráulica del sistema. APSF llevó a cabo dichos tareas y produjo el respectivo informe, el cual es analizado en este trabajo.

Cabe destacar que el ente regulador ENRESS aprobó el informe de la concesionaria entendiendo como cumplida la meta establecida en el marco contractual. Sin embargo, a través del trabajo que aquí se describe, se establecieron una serie de observaciones que al

menos hubieran ameritado, desde nuestro entender, la solicitud de corrección y ampliación de los trabajos y la no aprobación de los mismos en las condiciones presentadas.

El análisis se basó en 3 aspectos :

aspectos técnicos del informe

aspectos relacionados con la auditabilidad del informe (que estuvo a cargo del ENRESS)

aspectos relacionados con las obras propuestas por APSF

Para ordenar este documento se consideró adecuado presentar las opiniones y observaciones en el mismo orden en que fuera diagramado el informe de APSF.

OBSERVACIONES RESPECTO AL MODELO

El modelo MOUSE[®] utilizado por APSF es de calidad reconocida internacionalmente, pero no es de uso habitual en el país por parte de profesionales y especialistas en hidrología urbana, por lo que debieran adjuntarse las referencias técnicas del modelo donde se describan con detalles los módulos, con las hipótesis asumidas y conceptualización respectiva de los procesos.

Módulo Hidrológico

El módulo hidrológico adoptado es de tipo simple y la información en términos matemáticos se propaga hacia adelante. Resulta adecuado si en el sistema no se producen almacenamientos importantes a nivel de superficie, interacción entre el sistema mayor y menor y trasbases de microcuencas. Como ya se mencionara, el sistema en estudio no es precisamente un caso de este tipo.

Si bien resulta una abstracción técnicamente consistente y utilizable para diseño, éste módulo hidrológico no puede reproducir el fenómeno real en superficie (y en red primaria y secundaria si correspondiere) en aquellos sistemas de drenaje con redes existentes de conductos infradimensionadas, como lo son las del Radio Antiguo.

Los hidrogramas generados desde las relaciones área-tiempo no contemplan fenómenos de almacenamientos. Por ello, para que este tipo de módulo hidrológico sea más representativo del fenómeno real debiera plantearse el tránsito en un embalse ficticio y los parámetros de calibración debieran ajustarse por ejemplo, a través de mediciones en alguna microcuenca experimental representativa.

RESPECTO A LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La observación del funcionamiento real del sistema del Radio Antiguo de Rosario, para precipitaciones importantes (considerando importante a lluvias con $R \geq 1-2$ años), como bien se describe en el informe, indica que cuando se supera la capacidad de conducción de los conductos comienzan a producirse interacciones hidrodinámicas entre los sistemas superficial y subterráneo. En estos casos el movimiento del flujo superficial está gobernado por los gradientes hidráulicos en superficie, por lo que se modifican las microcuencas de aporte a cada sumidero topográficamente consideradas y se modifican, en casos sustancialmente, los hidrogramas de entrada a los sumideros, respecto a aquellos estimados a partir de cualquier método hidrológico planteado en un sistema desacoplado.

El modelo matemático utilizado trabaja básicamente con dos sistema desacoplados: por un lado el módulo hidrológico produce los hidrogramas que se utilizan como señal de entrada a los conductos por la red secundaria o primaria y por otro lado el módulo hidráulico que realiza la propagación de los hidrogramas dentro de los conductos; entre ambos sistemas no se considera mecanismo hidrodinámico alguno.

Por lo antes mencionado, debería dejarse explícitamente claro la analogía establecida entre el modelo conceptual y el mecanismo de movimiento real, y la influencia estimada sobre la producción de resultados. La información reportada por APSF no permite comprender completamente la analogía y grado de abstracción supuesto con la herramienta matemática para reproducir el fenómeno real, por lo que no se considera posible auditar rigurosamente la constitución y construcción del modelo.

Entre los numerosos elementos que no se presentan en este informe, podemos citar:

la dinámica hídrica superficial (para tormentas sin y con inundaciones)

la subdivisión de las microcuencas de aportes, parámetros tales como formas, áreas, pendientes, longitudes de traslado en domicilio, en cunetas en red secundaria y red primaria; grados de impermeabilidad, características de calles y cunetas (secciones, pendientes transversales y longitudinales, rugosidades, etc.); características de sumideros (dimensiones, forma, posición, eficiencia, capacidad teórica, etc.).

las configuraciones areales de las zonas permeables e impermeables directamente conectadas.

las relaciones área-tiempo consideradas en el módulo hidrológico y las hipótesis consideradas al construirlas.

las discretizaciones espaciales de las redes subterráneas y las conectividades representadas por el modelo entre las redes primaria y secundaria.

la constitución puntual del modelo en la intercepción de los conductos (oeste-este) por el Oroño.

las discretizaciones espaciales, pendientes, longitudes, diámetros de la red primaria y secundaria.

el mecanismo superficial de movimiento y/o almacenamiento asumido para situaciones en que la piezometría permanece sobre al terreno natural

RESPECTO A LA CALIBRACIÓN DEL MODELO

Se fija como objeto de la calibración “... *que el modelo reproduzca satisfactoriamente el funcionamiento real del sistema en estudio.*”. Pero posteriormente se afirma “... *se supone que la red troncal recibe la totalidad del escurrimiento generado por la tormenta, sin almacenamiento superficial en calzada y sin problemas de transporte en las redes primaria y secundaria...*” o sea, el análisis es cuantitativo en la red de troncales y cualitativo en la red primaria, secundaria y superficial, por lo que resulta opinable como, bajo estos dos niveles de análisis diferenciados es posible reproducir el funcionamiento real del sistema.

Las lluvias utilizadas en la calibración y validación de parámetros (1996-1997 y 1999) son de $R < 1$ año, lo que limita la confiabilidad de los parámetros ajustados para situaciones de lluvias más intensas, como por ejemplo $R = 5$ años.

No constan:

- # las resistencias adoptadas en desagües domiciliarios y en cunetas

- # la eficiencia de sumideros

- # controles de volúmenes (continuidad) en:

- entrada a sumideros

- en entrada red primaria

- en entrada y salida de troncales

- en el sistema en su conjunto

- # cuantificación de separación de flujo en interceptor Oroño

No se presentan los hietogramas de las lluvias de calibración de 1999, solo volumen total e intensidad máxima sin especificar en que intervalo de tiempo.

No se presentan los hidrogramas entrantes calculados en los puntos de acceso a la red troncal.

Los hidrogramas y limnigramas presentados son parciales en toda su duración temporal no pudiendo establecerse ninguna integración temporal para determinar volúmenes en los puntos de aforos.

Se cita la ejecución de análisis de sensibilidad de parámetros pero no se presentan ningún resultado, por lo que son improbables las conclusiones originadas.

No consta como se secuenció y priorizó el ajuste entre el nivel superficial y el de conductos troncales.

Una secuencia de calibración confiable debe desarrollarse en el sentido del movimiento del agua, esto es : red superficial (domiciliario+calles)↔red secundaria↔red primaria↔red troncal. De este modo se asegura en cada etapa el cumplimiento de las hipótesis asumidas en el subsistema de donde viene el agua .

No consta una cuantificación del ajuste expresado por ejemplo en grado de acercamiento y/o grado de error entre curvas observadas y computadas de niveles y caudales.

Los parámetros de calibración y la cantidad de resultados generados son elevados por lo que se debiera haber planteado un método de calibración sistemático como podría ser por ejemplo una función objetivo con minimización de diferencias entre Q observados y Q calculados.

No consta la realización de análisis de incertidumbre de variables.

Para lluvias con R>1 año el sistema no funciona igual a las situaciones contrastadas en la calibración, por lo que debe investigarse como evolucionan los parámetros de ajuste especialmente los de superficie.

Matemáticamente la calibración es un problema indeterminado (de múltiples soluciones aproximadas), por lo que debe justificarse plenamente la solución adoptada. Esta justificación no aparece cuantificada en el informe.

Respecto al tiempo de concentración de microcuencas de la red primaria se considera de 15 minutos y en la red troncal de 60 minutos. No consta claramente el sustento de porque considerar una condición media para analizar el funcionamiento detallado al menos de los troncales. Esta información debiera ser posible de extraer de los diversos trabajos de campaña efectuadas, no estando explicitado en el informe.

En las conclusiones de la calibración se expresa que “... la modelización realizada permite simular consistentemente la red troncal pluviocloacal...”. En base a todas las observaciones ya planteadas se entiende que al menos en términos de la información presentada no se está en presencia de una modelización consistente. La calibración no puede ser auditada por falta de información reportada.

La hidrodinámica presentada podría ser una respuesta sumamente exacta a las señales de entrada supuestas (hidrogramas entrantes), pero no hay evidencia consistente técnicamente en el informe que justifique las simplificaciones consideradas en el movimiento de flujo en el sistema superficial+secundaria+primaria, que dieron lugar a la definición de los hidrogramas entrantes.

Debe destacarse la campaña de mediciones llevada a cabo por APSF, siendo la 1er. vez en la ciudad que se lleva a cabo una serie de mediciones de tamaño envergadura.

RESPECTO AL DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO

En el Plan Integral de la Municipalidad de Rosario de 1979 ya se describía el subdimensionamiento de la red de conductos. Es más, se planteaba un intensidad o *lluvia básica de 19 mm/hora* como capacidad máxima (en términos de intensidades) en el Radio Antiguo, en tanto que se definía como lluvia básica de proyecto para el Emisario Sur una lluvia de 60 mm/h. Resulta llamativo que existiendo evidencias ciertas de subdimensionamiento (incluso cuantificado en forma gruesa en términos de intensidades), se plantee que, conocido dicho nivel de subdimensionamiento 15 años antes de la Licitación de la Concesión de la ex DiPOS, ahora se argumente que estas obras no pueden ser consideradas como “*ampliación*” cuando como consecuencia del análisis crítico planteado entre otros por el Ing. L. Miglierini, en el contrato de concesión consta textualmente “...*el concesionario deberá asegurar la capacidad de drenaje suficiente para tormentas de una recurrencia de 5 años con los sistemas trabajando a gravedad...*”.

Respecto a Puntos Críticos

No queda claro como a partir de sus propias definiciones APSF determinó los llamados 7 puntos críticos. Es evidente que existen puntos del sistema en peores condiciones de vulnerabilidad a inundaciones que otros, pero al determinar que la capacidad del sistema promedio del sistema está en un 50% de lo necesario para escurrir lluvias de R= 5 años, es esperable que muchos más que en 7 puntos ocurran desborde en la vía pública e inundaciones de envergadura afectando al tránsito, fenómenos estos considerados al definir los puntos críticos.

Punto crítico 6 Bv. Oroño y 27 de Febrero

En este caso se plantea la derivación de flujo desde hacia la cuenca del Emisario Sur, no constando la verificación de capacidad del Emisario Sur.

Influencia Colector Lavalle:

Una puntual consideración merece el denominado Punto 4 situado en Montevideo y Callao, puesto que el tema de la influencia del colector Lavalle sobre el troncal Montevideo aparece sistemáticamente varias veces en el informe, no constando , cuantificada claramente la influencia de tal colector.

De estudio realizados por este Departamento de Hidráulica, contando con información de velocidades y niveles aforada por APSF, pudo estimarse que el máximo caudal saliente medido por el conducto Lavalle de $\phi= 0,50$ m es de $0,230$ m³/s y el estimado por el Caferatta de $\phi= 0,20$ m es de $0,030$ m³/s . En los mismos eventos de lluvias el caudal observado en el colector Montevideo en esquina Callao es de aproximadamente $1,600$ m³/s.

En base a dicha información, la influencia estimada del Lavalle sobre el túnel Montevideo pudo cuantificarse en forma aproximada de la siguiente manera:

Montevideo y Lavalle (Ovoide $0,90\text{m} \times 1,184\text{m}$) 23%; Montevideo y Caferatta ($0,90\text{m} \times 1,25\text{m}$) 23%; Montevideo y Callao ($1,00\text{m} \times 1,50\text{m}$) 17%; Montevideo y Pueyrredón ($1,30\text{m} \times 1,70\text{m}$) 12%; suponiendo una derivación de caudal de la mitad de lo conducido por Montevideo en el interceptor Oroño la influencia aguas abajo puede estimarse en Montevideo y Balcarse ($1,10\text{m} \times 1,40\text{m}$) 8%; Montevideo y San Martín ($1,70\text{m} \times 2,20\text{m}$) 3%; Montevideo y J.M.de Rosas ($2,00\text{m} \times 2,50\text{m}$) 2% y Desembocadura ($2,30\text{m} \times 3,20\text{m}$) 1%.

Resulta de importancia que la concesionaria presente su evaluación concreta de tal influencia.

Respecto a Red Primaria

Para realizar el diagnóstico hidráulico de la red primaria se consideró un t_c promedio de 15 minutos y lluvias asociadas de esa duración. Se entiende que para analizar tal red no se pueden tomar tiempos o cualquier otro parámetro promedio porque esto representaría la media del conjunto pero no a cada subcuenca o microcuenca en particular excepto aquellas que tengan un $t_c=15\text{min}$.

Si se entiende válido considerar un t_c medio debería indicarse el desvío (o varianza) de la muestra de valores promediados. De existir subcuencas con $t_c= 7$ u 8 minutos y $t_c= 25$

minutos, por citar ejemplos, el tomar valor medio $t_c=15$ minutos no es representativo de dichas subcuencas y no sería posible realizar inferencias certeras de su propio funcionamiento.

Asimismo, debería explicitarse el cálculo del t_c desagregando sus tiempos constitutivos como: $t_c = t_{\text{domicilio}} + t_{\text{calzada}} + t_{\text{red secundaria}}$.

Se utilizaron en el diagnóstico hidráulico de la red primaria lluvias de 30, 40, 50, 60 y 70 mm/h. En tanto que para una duración de 15 minutos y 1 año de recurrencia la intensidad de 72 mm/h, lo que indica que las lluvias utilizadas tienen $R < 1$ año.

En el informe, dentro del análisis de la red primaria se afirma que la red primaria con una lluvia constante de 50 mm/h y que “... *la causa principal de la falta de drenaje radica en la insuficiencia de los colectores principales*..”. Esta afirmación no es consistente puesto que lo que se verificó fue que la red primaria no permite escurrir sin inundar tormentas de $D=15$ minutos y $R < 1$ año

(intensidad $_{R=1\text{año y } D=15\text{minutos}} = 72$ mm/h), al margen de lo que ocurra con los colectores principales.

Una simulación alternativa que tendría más semejanza con la realidad sería reproducir series históricas observadas de lluvias (existen datos de 28 años para $\Delta t=5'$, $15'$, $30'$ y 1h según informes del INA) y aplicar análisis estadístico al nro. de inundaciones. Un mejoramiento de tal metodología sería discriminar (intervalos de clase) las inundaciones de acuerdo a la magnitud de la altura sobre cordón.

Respecto a Red Troncal

No se considera justificado debidamente la consideración de 60 minutos como t_c promedio por las mismas razones expuestas acerca de los parámetros medios en la red primaria.

Simulación con intensidades constantes: El primer ensayo que comprendió la modelación con intensidades constantes para 1 hora de duración no representa las condiciones críticas para cualquier lugar del troncal con un $t_c < 1$ hora. Sin embargo, como se cita en el informe, es útil para analizar las capacidades actuales de los troncales, pero no se presentan ni hidrogramas generados en cada subtramo de cada troncal ni caudales máximos. Solamente se presenta un análisis de intensidades soportables por troncal, pero no consta ningún resultado cuantitativo de la capacidad, objetivo mismo planteado en el ensayo.

Simulación con Hietograma de Chicago. Tras las simulaciones con hietograma de Chicago para $R=2$ y 5 años en el informe se concluye acerca del “... nivel generalizado de inundación por sobre el terreno natural...” computado utilizando como señal de entrada el hietograma de Chicago. Con estos resultados y con el concepto definido para puntos críticos “...son aquellos que al producirse lluvias de mediana intensidad ocurren desbordes en la vía pública y con lluvias intensas se producen inundaciones de envergadura...” podría asumirse como puntos críticos todos aquellos donde según esta modelación se presentaron inundaciones generalizadas.

Una cuestión que parece ser inconsistente y que merece su debida justificación es que el análisis en la red primaria se utilizan lluvias de menor intensidad que las correspondientes al análisis de los troncales, pero sin embargo, se concluye que el mayor problema está en los troncales. Una ejemplificación de tal cuestión puede extraerse a partir del hietograma de Chicago discretizado cada $5'$. La máxima intensidad utilizada en la modelación de APSF en la red primaria es de 70 mm/h o sea $17,5 \text{ mm}$ en $15'$, siendo que la máxima intensidad deducida en hietograma de Chicago para un $\Delta t=15'$ y $R=2$ años es de 22 mm , más contraste aún resulta de considerar $R=5$ años, en este caso la lluvia en $15'$ es 29 mm .

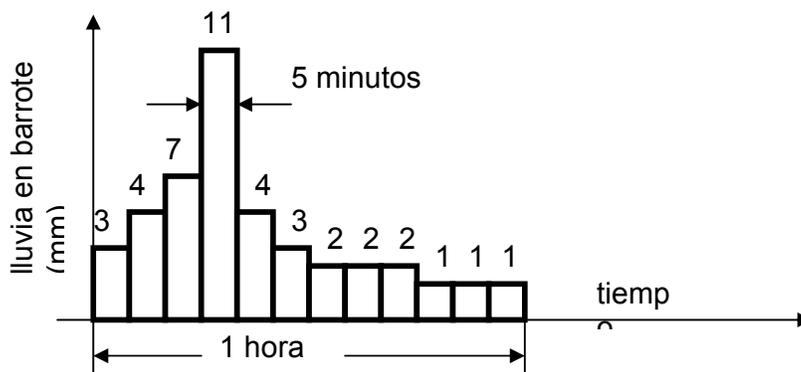


Figura 1. Hietograma de Chicago para $R > 2$ años

Al igual que en el proceso de calibración, no se presenta la mínima información necesaria para auditar siquiera sencilla y aproximadamente los resultados. Solo son presentados perfiles de pelo de agua en el conducto Montevideo.

En la etapa posterior, de análisis cuantitativo, se cita como capacidad máxima aproximada del sistema actual $85 \text{ m}^3/\text{s}$, al margen de la representatividad que puede tener un solo valor de caudal para toda la red, dicho valor no puede ser auditable porque no consta ningún

hidrograma de los caudales circulantes por los troncales. Ni siquiera es posible auditar caudales máximos calculados en forma indirecta a partir de la pendiente hidráulica, la sección y la rugosidad puesto que solo se presenta el perfil en el conducto Montevideo.

Debe destacarse que en esta fase cobra mayor importancia la auditoría de los resultados puesto que con ellos se cuantifica el déficit de las instalaciones existentes tanto primarias, secundarias y troncales. En función del déficit se dimensionarán las obras necesarias para asegurar una capacidad de drenaje suficiente para tormentas de una recurrencia de 5 años.

RESPECTO AL ANÁLISIS CUANTITATIVO

No queda claro porque se pone énfasis en resaltar que solo la red troncal carece de capacidad para evacuar tormentas de diseño de 2 y 5 años de recurrencia, lo cual está sobradamente comprobado (incluso antes de la concesión), pero no se resalta con igual énfasis la falta de capacidad también de la red primaria (ni siquiera consta la modelación de esta red con hietograma de Chicago).

Se vuelven a reiterar conceptos referidos a la influencia del colector Lavalle, y avanzando en conceptos tales como “...contribuye a colmatar parte de la capacidad existente del citado colector agravando la situación del punto crítico 4 (Montevideo y Callao)..”, sin cuantificar tal influencia, a pesar de que en esta etapa ya se cita como valorada la capacidad necesaria en el Montevideo.

En esta fase de los estudios se presenta en el informe una cuantificación de la capacidad existente del sistema (85 m³/seg) y la capacidad necesaria (175 m³/seg). Como se mencionara, el análisis cuantitativo es de vital importancia puesto que involucra las obras necesarias para el saneamiento pluvial del Radio Antiguo, por lo que debe ser cuidadosamente analizado.

A esta altura del estudio no se halla justificación al por qué no cuantificar las redes primaria y secundaria, siendo que cualquier obra necesaria de conductos troncales involucra inexorablemente la construcción de dichas redes. El déficit de los troncales es una medida parcial de la falta de capacidad del sistema. Estos conceptos se reafirman con la comprobación cuantitativa realizada en este mismo estudio en el que el sistema apenas evacua sin inundar lluvias de R<1 año, lo que claramente indica que cualquier aumento de la capacidad de los troncales llevaría consigo un aumento en la capacidad de las red primaria-secundaria.

El mismo déficit de información básica de la cuenca y de constitución del modelo, planteado en la calibración se repite en esta instancia del estudio.

No hay forma de auditar la señal de entrada al sistema. En la importante modelación con hietograma de Chicago, no se presenta la valoración de dicho hietograma ni tampoco las señales de entrada a los troncales en términos de hidrogramas.

Como ya se mencionara la medida de la capacidad existente evaluada por APSF fue 85 m³/seg, Esta cuantificación además de no ser auditable es totalmente parcial. Deben presentarse los hidrogramas calculados en cada subtramo de cada troncal.

La capacidad necesaria cuantificada por APSF es de 175 m³/s y a partir de ese caudal se cuantificó la falta de capacidad en un 50%. Aquí se reiteran las mismas observaciones del párrafo anterior agregándose la falta de descripción de la metodología seguida para determinar el valor de la capacidad necesaria.

Si se hipotetizó una ampliación de los troncales existentes deben presentarse las simulaciones con el hietograma de Chicago para R= 5 años, con el modelo constituido con las secciones necesarias de los troncales para que el flujo escurra a gravedad. En este correspondería presentar los hidrogramas calculados y las secciones asociadas, tramo por tramo de cada troncal (incluyendo red primaria y secundaria).

Si la solución supuesta es la construcción de otros conductos (por ej. interceptores) deben presentarse los hidrogramas de los troncales y de los nuevos conductos (incluyendo red primaria y secundaria).

Sin los elementos citados no es posible efectuar un confiable y detallado diagnóstico del estado actual de la capacidad del sistema de drenaje del Radio Antiguo y el grado deficitario respecto la capacidad necesaria del sistema para evacuar a gravedad una lluvia de diseño de R= 5 años.

RESUMEN DE OBSERVACIONES

Si bien el trabajo de modelación es inédito en la ciudad, por la complejidad de la información relevada, etc., existen un gran cantidad de criterios, hipótesis, abstracciones, métodos, que son cuestionables técnicamente y exigen fundamentaciones más amplias y profundas que las presentadas en el informe de APSF. La documentación presentada es totalmente insuficiente para auditar el trabajo y emitir juicio concluyente sobre el cumplimiento de los objetivos establecidos desde el punto de vista técnico.

En lo que respecta a la construcción del modelo debería dejarse explícitamente claro la analogía establecida entre el modelo conceptual y el mecanismo de movimiento real, y la influencia estimada sobre la producción de resultados. La información reportada por APSF no permite comprender completamente la analogía y grado de abstracción supuesto con la herramienta matemática para reproducir el fenómeno real, por lo que no se considera posible auditar rigurosamente la constitución y construcción del modelo.

El módulo hidrológico, que genera la información de entrada al sistema, es de tipo simplificado y no representa en su totalidad los mecanismos reales de escurrimiento en superficie. No consta en el informe una evaluación del grado de aproximación asumida.

En la calibración del modelo se plantea como objetivo reproducir el fenómeno real pero se contrastan resultados aforados en un evento real con aquellos obtenidos en una modelación planteando una idealización del sistema superficial+secundario+primario. Los parámetros de calibración se obtienen para lluvias de baja recurrencia y luego se utilizan en lluvias de gran intensidad. No se describen controles de volúmenes en ninguna parte del sistema. La representación de los hidrogramas comparados es parcial no pudiéndose siquiera cuantificar volúmenes escurridos en forma gráfica. No se cuantifica el grado de aproximación alcanzada.

En el diagnóstico hidráulico cuando se estudia la red primaria no se utilizan lluvias intensas como por ejemplo para R=2 y 5 años, y en el mismo ensayo se afirma que el gran déficit es en los troncales, sin evaluar la red primaria con la misma tormenta que los troncales.

En varias oportunidades se resalta la influencia del colector Lavalle en la cuenca del Montevideo pero en ningún caso se cuantifica certeramente tal influencia.

En la cuantificación de la capacidad del sistema actual se presenta un valor del conjunto (85 m³/s), siendo este indicador totalmente parcial. Deberían especificarse los caudales admisibles en cada tramo de cada troncal. Por otro lado el valor presentado es totalmente improbable a través de la información documentada.

En la evaluación de la capacidad necesaria (175m³/s) se observan las mismas cuestiones que al evaluar la capacidad actual. Además no se informa la conformación del modelo para el nuevo hipotético escenario ni se describen las hipótesis de ampliación utilizadas para determinar la capacidad necesaria.

Aún si se hubiera desagregado tanto la capacidad actual como la necesaria, seguiría siendo parcial el proceso puesto que no se incorpora en el mismo nivel de análisis la red primaria y secundaria.

Fuentes Bibliográficas

Ley 11.220/ de la Provincia de Santa Fe, de regulación de la prestación del Servicio.

Pliego de Bases y Condiciones Generales y Particulares para la Concesión del Servicio Público de Agua Potable y Desagües Cloacales en el Ambito de la Dirección Provincial de Obras Sanitarias.

Decreto 2141/95 del Poder Ejecutivo de la Provincia de Santa Fe de adjudicación de la Concesión.

Contrato de Concesión.

Decreto 726/97 del Poder Ejecutivo de la Provincia de Santa Fe de apertura de la instancia renegociadora del Contrato de Concesión.

Ley 11.665/99 de la Provincia de Santa Fe, de renegociación del Contrato de prestación del Servicio.

Acta Acuerdo sobre la Renegociación del Contrato de Concesión. (abril de 1999)

“Sistema de Desagües Pluviocloacales del Radio Antigo. Estudio General sobre la Capacidad de Drenaje. Informe Definitivo sobre las conclusiones del Modelo Matemático acerca de las Condiciones de Escurrimiento del Sistema de Drenaje Pluviocloacal”. APSF. Tomos I, II, III y IV.

“Cumplimiento del Plan de Acción aplicable al año 1 PR acordado con el ENRESS a partir del informe definitivo”.

“Propuesta referidas al Plan de Acción Año 2 PR y sucesivos a aplicar en el sistema pluviocloacal del Radio Antigo de la ciudad de Rosario”. (Mayo de 2000)

Decreto 1691/00 del Poder Ejecutivo de la Provincia de Santa Fe de nueva apertura de la instancia renegociadora del Contrato de Concesión.