

1-Uruguay

Algunos de los primeros casos de laminación en Montevideo.

NOMBRE DE LOS AUTORES

Sonia Pagalday ⁽¹⁾

Ingeniero Civil, opción Hidráulica y Sanitaria, título expedido por la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República en 1993.

Trabajó en Consultoría (CAP Consultores, COTEC, INYPSA, PARSONS Engineering Science, CSI Ingenieros, ESPINA, ..) y también como Consultor independiente desde el año 1993 al 2009.

Desde el año 1997 se desempeña como Ingeniera del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento.

Carla Baldo

Ingeniero Civil, opción Hidráulica y Ambiental, título expedido por la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República en 1998.

Trabajó para la Consultora CSI Ingenieros desde el año 1999 al 2004.

Actualmente se desempeña como Ingeniera del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento y también como Consultor independiente.



Dirección (1): Rambla Concepción del Uruguay 1462 – Montevideo - Código Postal 11400 - Uruguay - Tel.: (+598) 26133693 - e-Mail: soniapagalday@hotmail.com.uy.

1. RESUMEN

El siguiente trabajo presenta el grado de avance de los tres problemas de drenaje incorporados en el trabajo original denominado “MONTEVIDEO: ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y APLICACIONES DEL NUEVO CONCEPTO DE DRENAJE URBANO”, presentado en el XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (2006) transcurridos 5 años.



Estos tres casos tienen en común la incorporación de estructuras de laminación. Actualmente existen obras concretas ejecutadas así como en ejecución y avances en la identificación de nuevas soluciones para aquellos casos que todavía no han sido resueltos. En esta etapa se refuerzan algunas conclusiones allí presentadas y se presentan nuevos resultados. Los problemas que se habían analizado y hoy se presentan sus respectivos avances son:

- a) inundaciones en cuenca del Arroyo Mataperros, zona consolidada, con problemas de inundación antiguos en un sistema unitario de una importante cuenca urbana (mas de 300 hás), *este problema no ha sido resuelto aún pero si se han identificado nuevas soluciones cuyo objetivo permitiría alcanzar la viabilidad económica y concretar la incorporación en el mediano plazo de las obras necesarias para solucionarlo ó mitigar afectaciones;*
- b) inundaciones en Asturias y Verdi, zona costera, consolidada y de alto valor inmobiliario (150 hás), con problemas de inundaciones antiguos pero concentrados, *actualmente se encuentra en ejecución una solución en base a tanque de amortiguación cerrado, esta elección fue el resultado de una efectiva gestión que visualizó la oportunidad debido a la implantación de un importante emprendimiento inmobiliario (Diamantis)*
- c) inundaciones en cuenca del Canal Perseo, zona periférica en expansión especialmente por la construcción de cooperativas de viviendas, con sistema separativo (130 hás), *actualmente se encuentra construida y operando una solución de laminación con tanque abierto donde también se aprovechó la oportunidad de destinar una pequeña parte de un gran terreno baldío que se prevé poblar.*

2. INTRODUCCIÓN

En la desafiante tarea de determinación de incorporación de infraestructuras para satisfacer las nuevas demandas de los servicios de saneamiento y drenaje, las que van cambiando debido a los naturales procesos de urbanización, se han constatado dificultades para adquirir los recursos económicos que permitirían abordar tales problemas.

La Intendencia de Montevideo (IM), a través del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (SEPS), viene transitando, especialmente en el último decenio, por un camino de transformación en la forma de abordaje de los endémicos problemas de drenaje que perduran en esta ciudad.

La incorporación de la utilización de herramientas de modelación ha simplificado significativamente las tareas de identificación y evaluación de alternativas; Además de permitir el conocimiento, con mayor precisión, del funcionamiento de los sistemas en horizontes actuales y previstos.

Otro beneficio en la utilización de estas herramientas es la posibilidad de “acceder” al funcionamiento del sistema en forma más global, tanto como se desee, permitiendo así conocer mejor la interacción entre puntos críticos, causas-efectos, sensibilidad a grados de modificación, etc.

Mucho hay para hacer aún en lo que refiere al mejor uso de estas herramientas, principalmente en la recolección e incorporación de información de eventos reales (datos de lluvias, de niveles, de cotas de inundación, etc.) que permitirán “validar” los modelos desarrollados.

En el trabajo original se hizo hincapié en el nuevo concepto de drenaje urbano, con base en diversos elementos conceptuales, tales como: a) procurar no ampliar las crecientes naturales y evitar transferir impactos negativos de una zona de la cuenca hacia otra, b) considerar las medidas no estructurales como una herramienta prioritaria, además de las medidas estructurales, c) controlar los escurrimientos en la fuente, en el microdrenaje y a nivel del macrodrenaje d) controlar la contaminación producida por las aguas pluviales, h) promover la participación pública y la educación ambiental, e) realizar una gestión integrada con otras disciplinas.

Al momento de comparar para priorizar los problemas en los servicios de saneamiento y drenaje, los asociados a inundaciones se diferencian de los de malfuncionamiento ó carencia del servicio de saneamiento (aguas servidas), entre otras cosas, por ser éstos primeros temporales (asociados a frecuencias de eventos lluviosos), por la heterogeneidad en los tipos de afectaciones (grados de inundación) y por generar afectaciones directas a una población muy restringida. La mayor dificultad surge al buscar identificar y cuantificar las afectaciones indirectas (generación de foco de enfermedades, valor inmobiliario, tránsito, limitaciones en la potencialidad de esa zona de la ciudad, deterioro gradual de la infraestructura urbana,...). Es éste uno de los nuevos desafíos que se nos presenta en el abordaje de estos problemas y para el cual se debe trabajar en forma interdisciplinaria (economistas, urbanistas, asistentes sociales, ingenieros,...)

3. OBJETIVO

Presentar los casos citados en el trabajo original con los grados de avance a la fecha (octubre 2011).

Incorporar además la metodología de enfoque que ha estado desarrollando la División Saneamiento (a través del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento) para la “Definición de actividades” en el marco del Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo (PDSUM) que se encuentra en desarrollo.

El estudio de la problemática de las inundaciones incluyó la determinación de diversas alternativas de solución para cada caso y el costeo de cada una de ellas para su comparación. Por lo tanto el avance en el desarrollo del PDSUM genera los mecanismos para gestionar estos problemas así como la totalidad de problemas identificados en lo que refiere a los servicios de saneamiento y drenaje que suministra la Intendencia de Montevideo.

4. ANTECEDENTES Y CONTEXTO DE GESTION

La primera etapa del Plan Director de Saneamiento de Montevideo (PDSM) se terminó de ejecutar en el año 2006, al concluirse las obras del PSU III cuyos lineamientos planteados continúan siendo la guía del desarrollo del saneamiento de la ciudad de Montevideo.

Con el PSU IV comenzó la implementación de la segunda etapa del PDSM, que está siendo financiada por una Línea de Crédito Condicional para Proyectos de Inversión (CCLIP por sus siglas en inglés). Se prevé que esta segunda etapa del Plan Director y siguientes abarquen varios Planes de Saneamiento Urbano (el PSU IV el primero de ellos).

Entre las tareas incluidas en el PSU IV está previsto finalizar la actualización del PDSM, adecuando los objetivos y el plan de acción en función de los cambios sufridos por la demanda y el desarrollo de actividades.

En efecto, ocurrieron cambios en el “ambiente de trabajo” del saneamiento de Montevideo. Uno de los más importantes, **es que emerge claramente una demanda de solución de los problemas de inundaciones de la ciudad.**

Se supone que el aumento de la visibilidad de estos problemas se debe a que:

- Se percibe la extensión del alcantarillado sanitario como menos urgente (por el avance de las soluciones en este sentido en anteriores etapas del PSU o por haberse frenado el cólera, por ejemplo).
- Presencia en los medios del tema inundaciones como parte de la incorporación del concepto y problemática del cambio climático global.

Pero además existen causas “directas” para el agravamiento de los problemas:

- Impermeabilización creciente de las cuencas:
 - ✓ Principalmente, por cambios producidos en el uso del suelo, con superación de las previsiones efectuadas en la época de proyecto de las infraestructuras de desagüe en cuanto a los valores de los coeficientes de escorrentía de cálculo. Debe tenerse presente en este sentido, que una parte muy importante del Sistema de Saneamiento de Montevideo, con sistema unitario, fue construida hace más de 60 años.
 - ✓ Secundariamente, por cambios sociales y culturales que explican que cada vez más las pequeñas superficies enjardinadas de las viviendas ubicadas en la zona central de la ciudad hayan sido sustituidas por superficies pavimentadas¹.
- Cambio del régimen de las precipitaciones e incremento de los eventos extremos. Por el momento no se cuenta con un análisis que cuantifique el impacto que el cambio climático tiene sobre las lluvias máximas, pero existe consenso en que estos episodios son y serán cada vez más frecuentes y de mayor intensidad.

Lo cierto es que a través de los expedientes, pedidos de entrevistas, y por el natural interés que en consecuencia se desarrolla en las autoridades políticas, el problema de las inundaciones en Montevideo ha

¹ Montevideo tiene reglamentación que limita el “Factor de Impermeabilización del Suelo” (FIS) únicamente para emprendimientos que se ejecutan en la Zona Rural del Departamento. No existe norma para la Zona Urbana, aunque se han aplicado algunos criterios al respecto en el caso de “grandes superficies” (supermercados, importantes conjuntos de vivienda, etc.).

cochado relevancia y es tema de consideración cada vez más sistemática en artículos de prensa escrita y televisión.

El interés por la problemática del drenaje urbano ha aumentado en la región. En Uruguay en particular, el tema está siendo profundizado por técnicos de la Universidad de la República (UDELAR), de la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) del MVOTMA (ex DINASA), a través de su Grupo de Inundaciones Urbanas, y de la propia División Saneamiento de la IM, en particular del SEPS, cuyos técnicos han participado en cursos en el IPH de Porto Alegre y en encuentros realizados en Argentina.

De esta interacción e intercambio de experiencias, surgió el interés en la IM por los sistemas de amortiguación de crecidas y por las medidas no estructurales de control de la generación de caudal y del riesgo, que no habían sido consideradas en el PDSM. También se empezó a tomar conciencia de la necesidad de amortiguar los caudales de pluviales como medida de mitigación de diversos impactos ambientales.

En los primeros años de la década pasada se consideró la posibilidad de realizar un Plan Director de Drenaje Pluvial, para subsanar esas carencias del PDSM. Sin embargo, en el 2005, se llegó a la conclusión de que este tema debía ser incorporado en una nueva versión del Plan Director, que revisara la estrategia de la organización considerando los cambios del ambiente y de la situación del Sector Saneamiento.

Por su parte, la estrategia adoptada para desarrollar esta actualización, consistió en incorporarla como parte de las tareas "rutinarias" del Sector, especialmente del SEPS, aunque previendo la actuación de consultores externos para realizar actividades concretas. El objetivo buscado fue desarrollar capacidades e incorporar la planificación estratégica a la cultura laboral².

Se delinearon los lineamientos y un plan de trabajo para la actualización del PDSM y simultáneamente, se comenzó a avanzar en el desarrollo de instrumentos fundamentales al efecto: los modelos hidrodinámicos. A efectos de transparentar el mayor énfasis a asignar a los problemas de drenaje urbano, se le renombró como Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo (PDSDUM).

Se planificaron 9 fases de trabajo:

- A. Diagnóstico.
- B. Definición de metas y objetivos.
- C. Definición de las actividades.
- D. Calendarización de proyectos y actividades.
- E. Análisis de impactos del Plan.
- F. Desarrollo de los instrumentos de soporte del Plan.
- G. Informe del Plan Director.
- H. Anteproyectos de primera etapa.
- I. Sistema de control del Plan.

Varios capítulos del Diagnóstico se enfocaron en temas de drenaje: estudio de problemas de inundación, problemas con cursos de agua, el estado de conservación del sistema de saneamiento y drenaje, etc.

En el año 2010 se llevaron a cabo las tareas tendientes a definir la Fase C. Se avanzó en la definición y presupuestación de las actividades de expansión del sistema, solución de inundaciones, rehabilitación de la red y aseguramiento de la conducción en tiempo seco.

Desde 2005 hasta 2010 se trabajó en los Instrumentos de Soporte del Plan (Fase F), especialmente en el desarrollo de modelos hidrodinámicos de los sistemas de drenaje. Inicialmente se utilizó el modelo CAREDAS, elaborándose inclusive una interfase gráfica para hacer más "amigable" la herramienta, pero desde 2007 se comenzó a utilizar el SWMM de la USEPA.

² El PDSM de 1992-1995 fue elaborado totalmente por un consorcio de firmas consultoras contratado por la IM, con el acompañamiento de un Grupo de Seguimiento y Control integrado por 5 funcionarios.

En ese período se desarrollaron modelos de todos los sistemas unitarios y separativos del Saneamiento de Montevideo, incluyendo en la representación todos los casos de inundaciones.

Otro importante Instrumento de Soporte sobre el que se trabajó fue la sistematización de recopilación de información de eventos de inundación y la información hidrológica asociada. Se realizaron relevamientos de campo y encuestas a los afectados, que permitieron comparar las “manchas” de inundación estimadas por los modelos para ciertos eventos con la situación realmente ocurrida, con buenos resultados.

Como consecuencia de estos avances, aumentó considerablemente la información disponible sobre las inundaciones, sus causas, la gravedad de las afectaciones, su recurrencia, las alternativas para solucionarlas y sus costos.

4.1. PLAN DE OBRAS DEL PDSUM.

En el año 2010 el SEPS desarrolló la Fase C: Definición del Programa – O: Plan de Obras (Fase C de la actualización del Plan Director, Categoría Obras). Se contó con la colaboración de personal del Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento en lo relativo a los trabajos de rehabilitación del sistema y con el aporte del Servicio de Obras de Saneamiento en la definición de los precios unitarios utilizados para el costeo. La tarea implicó definir las obras que deben realizarse para satisfacer las necesidades identificadas en el Diagnóstico. El énfasis estuvo en el esbozo de soluciones técnicamente factibles, en el costeo de las soluciones y en la determinación de los impactos, para que sirvieran de insumo para luego trazar la estrategia para llegar a la situación deseada.

Se realizó de manera coincidente con el presupuesto quinquenal para que las decisiones políticas necesarias se tomaran teniendo un panorama completo de los requerimientos del Sector Saneamiento.

Como ya se expresó, se identificaron cinco tipos de obra a realizar: extensiones de red, solución de inundaciones, rehabilitación de los sistemas, disposición final y obras en cursos de agua del Departamento. Se describe a continuación el trabajo realizado respecto a las inundaciones.

Se recuerda que en el período transcurrido desde dicho Diagnóstico hasta el año 2010, se modelaron todos los problemas importantes y se compararon los resultados obtenidos con los efectos de los eventos de lluvia con la finalidad de validarlos. Se plantearon soluciones y se simuló numéricamente para determinar sus efectos. **En la etapa del Plan de Obras se revisaron todas esas soluciones, se verificó la factibilidad de construcción analizando las posibles interferencias y se presupuestaron con detalle.**

Los criterios generales utilizados en las soluciones fueron:

- Introducir en todos los estudios alternativas que consideren amortiguaciones, para comparar sus costos con alternativas tradicionales que solamente tengan en cuenta conducciones.
- Permitir que los colectores entren en carga para la lluvia de 10 años, pero mantener el terreno libre de desbordes.
- En la zona del Puerto de Montevideo, apuntar a soluciones que disminuyan en todo lo posible los alivios hacia las dársenas.

Los problemas estudiados abarcan grandes inundaciones y problemas de drenaje menores y relativamente puntuales:

- Las grandes inundaciones son las de los Arroyos Seco, Quitacalzones, Mataperros y Pocitos, las de la zona del Puerto (Rondeau, La Paz y Paraguay), las de Cayetano Rivas y Vázquez Sagastume y las de Lezica y Peabody.
- Los problemas menores incluyen a las cañadas interiores a las manzanas del Cerro, los desbordes que se producen en Barrios Amorín y Gonzalo Ramírez, la falta de canalización de la cañada ubicada a la altura de la calle Mayor Dobritch (Malvín Norte) y los problemas generados por atascamiento de residuos sólidos en las alcantarillas de cruce vehicular en el canal “La Paloma” de Cerro Norte.

Los resultados del costeo se muestran en la siguiente tabla. Los cinco problemas más grandes, Arroyo Seco, Quitacalzones, Mataperros, Zona del Puerto y Peabody, implican el 90% de los costos de solución de estos problemas.

Tabla 1: Costo de obras para la solución de las inundaciones.

RUBRO	DESCRIPCIÓN	TOTAL (U\$S)
1	Drenaje para Arroyo Seco	22,890,000
2	Drenaje para Quitacalzones	16,400,000
3	Drenaje para Mataperros	6,405,000
4	Drenaje Arroyo Pocitos	2,940,000
5	Drenaje zona del Puerto (Plan Fénix)	19,110,000
6	Drenaje para Cayetano Rivas y Vázquez Sagastume	735,000
7	Captación de cañadas del Cerro	2,100,000
8	Drenaje Barrios Amorín y Gonzalo Ramírez	1,050,000
9	Regularización de cañada Dobrich	840,000
10	Alcantarillas para la calle La Paloma	315,000
11	Peabody y Lezica	5,600,000
TOTAL EN U\$S		78,785,000

Para este tipo de problemas resulta difícil medir un indicador de impacto que permita evaluar rápidamente la efectividad de la inversión. El número de padrones o de viviendas afectadas no es una indicación clara de la afectación; comparar una inversión de 20 millones de dólares contra 185 padrones afectados no permite evaluar la relación costo-beneficio, porque: ¿cuál es el costo de las viviendas afectadas? ¿Cuánto valor pierden las viviendas afectadas por las inundaciones recurrentes de corta duración? ¿Cuál es el riesgo de pérdida de vidas? ¿Cuál es el costo para la salud, física y psicológica, para los habitantes de las viviendas afectadas? ¿A cuánto asciende la pérdida en bienes muebles en cada inundación? ¿Cuál es la pérdida por afectaciones a la circulación? ¿Qué beneficios indirectos genera la obra?.

Se había previsto inicialmente evaluar todas estas cuestiones con el mayor detalle posible para cada caso en la etapa siguiente del Plan Director: el Análisis de Impactos. Sin embargo, las circunstancias que representa la posibilidad de acceder al Financiamiento Complementario (Proyecto BID UR-L1069), obligó a adelantar estos trabajos y a introducir ajustes metodológicos.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIAS

El Presupuesto Quinquenal para el período de Gobierno Departamental 2011-2015 incluye entre las Metas y Objetivos del Programa 0802, Saneamiento, la realización de diferentes obras para resolver o mitigar graves problemas de inundaciones que afectan algunos barrios de la ciudad de Montevideo.

La tabla a continuación se extracta del cuadro de Metas y Objetivos para la Actividad 08020102, Estudios y Proyectos de Saneamiento:

OBJETIVO	OBJETIVO ESPECÍFICO (PRODUCTO)	CUANTIFICACIÓN (UNIDADES FÍSICAS A EJECUTAR)
2 - Mejorar la calidad del servicio a la población en las áreas ya atendidas.	2.1 - Reducir impactos debidos a carencias de la infraestructura de drenaje en tiempo de lluvia (inundaciones).	3 casos emblemáticos de inundaciones mitigados o resueltos. i) Quitacalzones (Cufre, Rodríguez Larreta, J. Paullier, E.

		Martínez, etc.); ii) Barrio Krüger y iii) Peabody y adyacencias.
--	--	---

Debido a limitaciones en las posibilidades presupuestales, se previó un total de solamente \$ 142.000.000 (unos US\$ 7:100.000 considerando un T.C. de US\$ 1 = \$ 20) para destinar a la resolución de los 3 casos, aclarándose, que se aspiraba únicamente a **mitigar** las inundaciones en los dos primeros y a encarar una solución **parcial** en el tercero, pues su resolución completa implica un monto que supera ampliamente esa previsión.

Pero debido a la trascendencia de los problemas, aspecto suficientemente explicado en apartados anteriores, las autoridades de la IM entendieron que era conveniente contar con financiamiento internacional para encarar la resolución más **completa** posible de dos de ellos, los más intensivos en necesidad de financiamiento (Quitacalzones y Peabody), liberando simultáneamente recursos presupuestales para integrar la contraparte nacional, encarar otras demandas existentes, y mitigar en la mejor forma posible el caso de Barrio Krüger (Isla de Gorriti y Cufre).

Con ese criterio se comenzaron las gestiones para la obtención de un crédito complementario del BID.

En abril de este año una Misión Especial del BID visitó Montevideo. Sus integrantes, junto con técnicos de la IM, recorrieron las zonas inundables indicadas y la del Arroyo Mataperros. Surgió que se debía avanzar en la evaluación de los beneficios de las obras y que el criterio a aplicar, por mayor transparencia y claridad de resultados, debía computar únicamente los correspondientes a las viviendas afectadas **directamente** por las inundaciones.

En efecto, dicha pauta surge de las siguientes observaciones:

- Los perjuicios por inundación de viviendas son los más graves y tienen efectos más perdurables en el tiempo.
- Los perjuicios debidos a inundación de calzadas y aceras, en tanto que no alcancen profundidades exageradas, representan molestias que pueden ser más tolerables en función de sus cortos tiempos de permanencia. Y sus correspondientes beneficios son de más difícil cuantificación.

Ello acarrea importantes consecuencias prácticas: **solamente se considerará la ejecución de obras que apunten a eliminar inundaciones que alcancen a las viviendas**, esto es, deben excluirse las intervenciones destinadas a evitar desbordes en la vía pública cuyos niveles únicamente distorsionen la circulación, sin llegar a ingresar en los bienes inmuebles.

Se hizo entonces necesario rever el alcance de los proyectos, buscando elegir obras independientes entre sí cuyo beneficio directo sea eliminar la inundación de viviendas..

4.3. METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN.

1) Se adoptó como primer criterio de priorización no considerar los proyectos previstos en el Plan de Obras con un costo menor a US\$ 1 millón. La justificación es que involucran a pocas viviendas y están al alcance de las obras que puede realizar la División Saneamiento con financiamiento propio.

De esta forma, el universo de problemas a considerar se limitó a los 5 grandes problemas de inundaciones en zona unitaria y el de Peabody y Av. Lezica, en todos los cuales el agua llega a alcanzar una profundidad del orden de un metro sobre los pavimentos.

2) En el PDSUM todos los proyectos fueron estudiados para evitar desbordes de agua desde los colectores hacia la vía pública. Sin embargo, con el criterio ahora aceptado, puede limitarse su objetivo a evitar que los desbordes para tormentas de 10 años de período de retorno ingresen a las viviendas, admitiéndose la inundación de las vías de tránsito³. De esta forma los costos por vivienda beneficiada, entendiendo como tal a la que deja de inundarse, se reducen drásticamente y se permite atender mayor número de situaciones con los recursos que surjan del crédito.

Lo anterior implica que para avanzar en una segunda etapa del proceso de priorización, los proyectos deben poder fraccionarse en subproyectos que funcionen de manera autónoma. Se procedió entonces a **considerar y costear en cada caso las infraestructuras mínimas indispensables** para alcanzar los resultados deseados (viviendas no inundadas).

Las siguientes planillas muestran diversos parámetros de interés y resultados obtenidos: cantidad de viviendas al 2035 para toda la cuenca, cantidad de viviendas inundadas en cada "fracción" de cuenca considerada, vías

³ La resolución de este problema se posterga hasta la ejecución de otros componentes de los proyectos del Plan de Obras.

de tránsito principales afectadas, costo de las soluciones, y finalmente, si las obras puede fraccionarse en partes independientes.

También parece razonable tomar como parámetro la complejidad de cada intervención, pues las primeras experiencias de solución de inundaciones en la zona unitaria no deben ser las más complejas y tienen que permitir un proceso potencial de aprendizaje como el aplicado en las diversas fases del PDSUM.

Tabla 2: Parámetros para priorización.

RUBRO	DESCRIPCIÓN	Zona	Descripción	Viviendas inundadas 2035 Tr10	Vías principales	Tránsito Promedio Horario Semanal 10 años	Solución	Funciona independiente	Viviendas de la cuenca 2035
1	Arroyo Seco	1	Santa Fe	506	Agraciada	1150	Aliviadero Santa Fe + Tanque Estación Goes	SI	30,200
		2	Clemente César y San Martín	178	San Martín	1040			
		3	Concepción Arenal, Pando y Rocha	287		420			
		4	Isla de Gorriti y Cufre	174		250	Tanque Isla Gorriti	SI	
		5	Martín García y Arenal Grande	86		250	Tanque Amézaga + Refuerzo Millán	PARCIAL	
2	Quitacalzones	1	Jacinto Vera	613	Gral. Flores	1700	Tanque Liceo 26	SI	27,600
		2	Plaza de Deportes	0	Gral. Flores	400	Tanque Plaza Deportes	SI	
		3	Juan Carlos Blanco	0	Millán, Suárez	1500	Aliviadero a Miguelite	SI	
		4	Otros		?		Refuerzo San Martín	SI	
3	Mataperros	1	Juan Aguiar	138		10	Refuerzo Caballero	SI	7,900
		2	Santa Lucía	8	Santa Lucía	210			
		3	Gauchos y Esmeralda	47		30	Tanque Cantón 2	PARCIAL	
		4	Emancipación	30		10			
4	Arroyo Pocitos	1	MacEachen y Bado, Luis Lamas y La Gaceta	199	Avda. Ricaldoni	750	Tanque Parque Battle	SI	31,400
5	Zona del Puerto	1	Agraciada y Rondeau	1271	Agraciada, Rondeau, La Paz, Galicia, Cerro Largo, Paraguay	5800	Tanque Paraguay y La Paz + Tanque Ejido y La Paz +	SI	19,300
		2	Galicia y Magallanes	0	Galicia, La Paz	600	Refuerzo Hno. Damasceno +		
		3	Torre de ANTEL	0	Rondeau, Paraguay	1000	Refuerzo Colombia		
6	Cañada Peabody	1	Peabody	253	Lezica	800	Conducción principal	SI	3,800
		2	Otras calles	106	Lezica (centro comercial)		Otras conducciones	SI	

Tabla 3: Planilla priorización.

ID	Denominación	Descripción	Total U\$S	Total U\$S/ Viv 2035 Tr10	Total U\$S/ THPS Tr10	Total U\$S/ Viviendas cuenca
O2-1	Arroyo Seco	Santa Fe	15,100,000	16,000	6,000	700
		Clemente César y San Martín				
		Concepción Arenal, Pando y Rocha				
		Isla de Gorriti y Cufre	1,800,000	8,000	2,000	
		Rivadavia y Arenal Grande	4,000,000	44,000	16,000	
O2-5	Quitacalzones	Jacinto Vera	10,000,000	16,000	6,000	700
		Plaza de Deportes	4,200,000	No evaluado	11,000	
		Juan Carlos Blanco	3,700,000	Sin inundadas	2,000	
		Otros	500,000	Sin inundadas		
O2-3	Mataperros	Juan Aguiar	4,100,000	27,000	19,000	800
		Santa Lucía	2,100,000	26,000	53,000	
		Gauchos y Esmeralda				
O2-6	Arroyo Pocitos	MacEachen y Bado, Luis Lamas y La Gaceta	3,000,000	15,000	4,000	100
O2-2	Zona del Puerto	Agraciada y Rondeau	17,000,000	13,000	3,000	1,000
		Galicia y Magallanes	2,400,000	No corresponde	2,000	
		Torre de ANTEL				
O1-15	Cañada Peabody	Peabody	3,700,000	16,000	7,000	1,500
		Otras calles	2,000,000			

THPS: Tránsito horario promedio semanal.

Los resultados muestran que el costo por vivienda “solucionada” varía entre US\$ 9 mil y US\$ 44 mil. Como se indicó, los proyectos no estaban dirigidos a eliminar inundaciones solamente en fincas; se identifican esos casos en la última tabla. Otros, como los correspondientes al barrio comercial de Martín García y Arenal Grande o a la zona de la Torre de las Comunicaciones, presentan escaso número de viviendas.

Este análisis permite concluir que la selección primaria realizada con una mezcla de criterio técnico, práctico y político - administrativo no era errónea.

En síntesis, resulta el siguiente orden de prelación, utilizando únicamente como indicador de “rentabilidad” el costo por vivienda inundada:

- 1) Isla de Gorriti y Cufre. La resolución de este problema es de gran importancia para el Gobierno Departamental y Local (Municipio C), considerando la fuerte presión que realizan desde hace años los vecinos afectados. Su costo es relativamente reducido y pueden ejecutarse soluciones independientes del resto de la cuenca de Arroyo Seco.

- 2) Agraciada y Rondeau. Es el problema de inundación más complejo de la ciudad, no solamente desde el punto de vista técnico, sino también institucional: implica resolver el creciente conflicto ciudad – Puerto por el uso del suelo en el perímetro y cercanías de la Bahía Parece prudencial entonces la sugerencia inicialmente realizada de postergar la consideración de este proyecto.
- 3) Jacinto Vera (Quitacalzones) y Peabody y Lezica. Son los dos problemas que se seleccionaron a priori para encarar parcialmente en el Presupuesto Quinquenal. Por otra parte, dado el grado de avance que tienen los estudios para estas dos zonas, es razonable la conveniencia de integrarlos al paquete a financiar.
- 4) Arroyo Pocitos.
- 5) Zona baja y media de Arroyo Seco.

Los tres primeros proyectos así priorizados, Isla de Gorriti y Cufre, Quitacalzones y Peabody, implican una inversión del orden de US\$ 17,5 millones. Inferior a los US\$ 22 millones previstos inicialmente para resolver éstos dos últimos casos en forma integral (incluyendo la no inundación de calles). Existiría entonces “espacio” para incluir otro proyecto con un costo del orden de US\$ 4,5 millones.

5. SITUACIÓN AÑO 2011 DE LOS CASOS DE ESTUDIO

5.1. ARROYO MATAPERROS

El arroyo Mataperros es otro curso de agua entubado hace muchísimas décadas. Es tributario del Arroyo Miguelete por margen derecha y su cuenca se ubica en la Unidad Funcional homónima (Miguelete).

Se determinó que se producían inundaciones en cuatro puntos distintos con un total de 97 padrones afectados, ya sea por la inundación de calzadas o por los retrocesos hacia las viviendas, en especial las que se encuentran implantadas por debajo del nivel de veredas. Los problemas se generan principalmente por la falta de capacidad de conducción, que es muy importante.

Las inundaciones con mayor altura de agua se producen en la esquina de Gauchos y Esmeralda, pero alcanzan a pocas viviendas. En las calles Juan José Aguiar y Marcos Muñoz, si bien alcanzan menor altura, son más extendidas y afectan en consecuencia mayor número de inmuebles.

Se realizaron varios proyectos para la solución de este problema, el primero en la década del 80 y el segundo del 90, que fue básicamente un ajuste del inicial. Ambos previeron un refuerzo del colector principal, pero lo elevado de los costos hizo que las obras no se concretaran (se estimaron en alrededor de US\$ 5 millones de la época).

En el año 2005 se retomaron los estudios analizándose alternativas de laminación de caudales. Se concluyó que si bien esta solución no lograría eliminar todos los problemas (el colector continuaría trabajando a presión aunque sin desbordar), permitiría alcanzar una mejora significativa a un costo menor. Posteriormente en el Diagnóstico del PDSUM se evaluó que la solución definitiva debe pasar por una solución mixta (refuerzo de 300 m con una sección rectangular de 2.00 X 2.00 m y un tanque de laminación de 1500 m² y 1.50 m de altura) que permita la implementación en etapas.

El abordaje de los problemas de inundación de Mataperros no tiene fecha precisa ya que no integra la primera etapa de inversiones según lo presentado en el capítulo anterior.

5.2. ASTURIAS Y VERDI

En la calle Asturias a la altura de la calle Verdi se producen inundaciones en eventos de lluvia desde hace mucho tiempo. El colector de la calle Asturias presenta falta de capacidad de conducción y los problemas se agravan por la existencia de un punto bajo absoluto cercano al cierre de la cuenca (Asturias y Rbla. República de Chile), que no permite el desagüe superficial hacia la zona costera.

En el Diagnóstico se evaluó que las alternativas de solución pasaban por la construcción de un refuerzo o una retención. Cabe aclarar que la afectación principal es la inundación de calzada y la afectación de viviendas o garajes con nivel inferior a la vereda.

El problema está en vías de ser solucionado porque se está finalizando la ejecución de un tanque de amortiguación de crecidas junto a un gran complejo de torres de apartamentos (Torres Diamantis Plaza).

El complejo habitacional se ubica en la cuenca del Arroyo del Buceo, zona de sistema unitario. El terreno era atravesado en servidumbre por el colector principal de la zona⁴, el cual desbordaba dos cuadras más abajo en la calle Asturias entre Verdi y la Rambla. En los estudios del Sistema Costero, se analizaron diversas soluciones, detectando que las mejores implicaban la realización de una amortiguación en ese predio o un refuerzo de la conducción hasta la punta rocosa ubicada en la llamada Punta Gomensoro (a la altura de la calle Colombes).

Ambas soluciones tenían costos similares, pero la segunda implicaba cruzar la Rambla e impactar en la franja costera. En 2007 se presentaron en el SEPS los promotores del Complejo Diamantis, manifestando su deseo de reubicar el colector, desviándolo, lo que fue autorizado a condición de que como parte del pago a la comunidad por mayor aprovechamiento del terreno⁵ (lo cual está amparado por normas municipales), se construyera el tanque de amortiguación que ya se encontraba prediseñado.

- 1) El amortiguador ubicado junto a las Torres Diamantis Plaza es el primer diseño realizado para un sistema combinado. El anteproyecto, como se indicó, fue realizado por la IM, mientras que el diseño ejecutivo por un profesional contratado por los emprendedores que cuenta con amplia experiencia en mantenimiento de sistemas de saneamiento de ese tipo, lo que volcó en el proyecto en continuo intercambio con el SEPS. Se acordaron detalles varios de proyecto para facilitar el mantenimiento posterior del tanque: la cantidad, forma y ubicación de los accesos, las interconexiones entre los módulos del tanque, las pendientes y formas de los pisos, la forma de asegurar su vaciado total. Todos estos elementos se definieron teniendo en cuenta y explicitando, los mecanismos de limpieza que se utilizarán y su frecuencia (se optó por la limpieza manual por cuadrillas de barrido, con herramientas y material de apoyo similar al utilizado en los colectores pluviales de gran sección).

Es de esperar que este tanque entre en operación en el correr de las próximas semanas, aunque se destaca que el período de retorno del ingreso de agua desde el colector principal de la zona será superior al año.

5.3. CUENCA DEL CANAL PERSEO

El tanque de laminación abierto recientemente construido está ubicado en Chon y Aparicio Saravia. Fue pensado como una solución de emergencia para mitigar el impacto de un amanzamiento realizado por el MVOTMA sin contar con el debido desagüe, que impactó inmediatamente en los vecinos ubicados aguas abajo del emprendimiento (calle Mazarino). El desagüe principal de esa cuenca es el cauce conocido como Canal Perseo, que no había podido ampliarse como fue proyectado en las obras del PSU II pues los vecinos asentados en sus márgenes se negaron a ser realojados. Por lo tanto, el aumento del escurrimiento desde Mazarino hacia ese canal iba a impactar, además, en otra población de la cuenca. La solución encontrada fue amortiguar el caudal pico del nuevo amanzamiento mediante una laguna de laminación y construir algunos canales paralelos al Canal Perseo hasta encontrar una zona abierta. El sistema de saneamiento de la zona es separativo.

El tanque se encuentra inconcluso en su terminación superficial. Se diseñó con la idea de que fuera utilizado como espacio recreativo para la nueva urbanización, salvo obviamente en los momentos de lluvia, pero las indefiniciones hacen que el terreno esté anegado por excesivo lapso. Además, dado que la urbanización todavía no se pobló, sigue sin definirse el uso que se dará al espacio libre y quién se hará cargo de su mantenimiento.

6. CONCLUSIONES

Transcurridos 5 años desde la presentación del trabajo original denominado “Montevideo: Análisis de la demanda y aplicaciones del nuevo concepto de drenaje urbano” se puede afirmar que sí ha habido avances. Dos de los tres problemas planteados dos tendrán nueva infraestructura operativa y en condiciones apropiadas a partir del año 2012, siendo que en ambos casos se optó por soluciones con la incorporación de laminación.

El problema de inundaciones de Mataperros también tiene avances, se identificaron nuevas soluciones alternativas con significativa reducción de costos y además, se posicionó el problema como uno de los primeros a ser abordado en próximas inversiones.

⁴ Allí se ubicaba la fábrica “Cristalerías del Uruguay”.

⁵ El mayor aprovechamiento no solamente derivó de poder utilizar toda la superficie del predio al eliminar la servidumbre de colector, sino también de la mayor altura autorizada por la IM para los edificios.

Por otra parte, con mucho esfuerzo por parte de la administración, se puso en marcha un procedimiento institucional para obtener financiamiento para este tipo de obras y, si todo evoluciona como se espera, el mecanismo para hacer de este un proceso continuo de gestión sustentable.

Además, la posibilidad de comenzar a obtener datos reales de operación (mediciones de nivel, frecuencias de funcionamiento, etc.) y mantenimiento (procedimientos y costos de limpieza entre otros) de las nuevas infraestructuras alimentarán las futuras tomas de decisión.

Por último, debemos recordar que estas infraestructuras admitirán una operación inteligente, contemplando aspectos ambientales tales como: minimizar frecuencia de vertimiento, mejorar calidad de vertidos, propiciar condiciones de autolimpieza, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARLA BALDO, MARIA MENA, ALVARO CAPANDEGUY, PABLO FITERMAN – Montevideo: Análisis de la demanda y aplicaciones del nuevo concepto de drenaje urbano.
2. SERVICIO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE SANEAMIENTO - PLAN DIRECTOR DE SANEAMIENTO Y DRENAJE URBANO DE MONTEVIDEO- Plan de Obras
3. GABRIEL DIAZ - Proyecto de tanque de amortiguación en Diamantis Plaza (ex Cristalerías del Uruguay) Proy. N° 3893
4. PABLO GUIDO - Estudio de pluviales par la cuenca del canal Perseo y la calle Mazarino Proy N° 3743
5. SILVEIRA, A.L.L., BRAGA, B.; TUCCI, C.E.M.; TOZZI, M., Hidrologia urbana no Brasil, Drenagem Urbana, Gerenciamento, Simulação, Controle, ABRH Publicações nº 3, Editora da Universidade, Porto Alegre, 1998.
6. ADOLFO O. N. VILLANUEVA, RUTINÉIA TASSI E DANIEL G. ALLASIA, Alternativas de Controle da Drenagem Urbana: Os Casos de Porto Alegre e Caxias do Sul-RS-Brasil, en: Solucoes para Drenagem Urbana en Países de América Latina, Primer Seminario de Drenagem Urbana do Mercosul, 2001.
7. JUAN CARLOS BERTONI, PIERRE CHEVALLIER, Evolución del Drenaje Urbano en Argentina, en: Solucoes para Drenagem Urbana en Países de América Latina, Primer Seminario de Drenagem Urbana do Mercosul, 2001.
8. VEN TE CHOW, DAVID R. MAIDMENT, LARRY W. MAYS, Hidrología Aplicada, McGraw-Hill Interamericana S.A. Santafé de Bogotá, Colombia, 1994.
9. CETESB, Drenagem Urbana, Manual de Projeto. ASCETESB, Sao Paulo, 1986..