



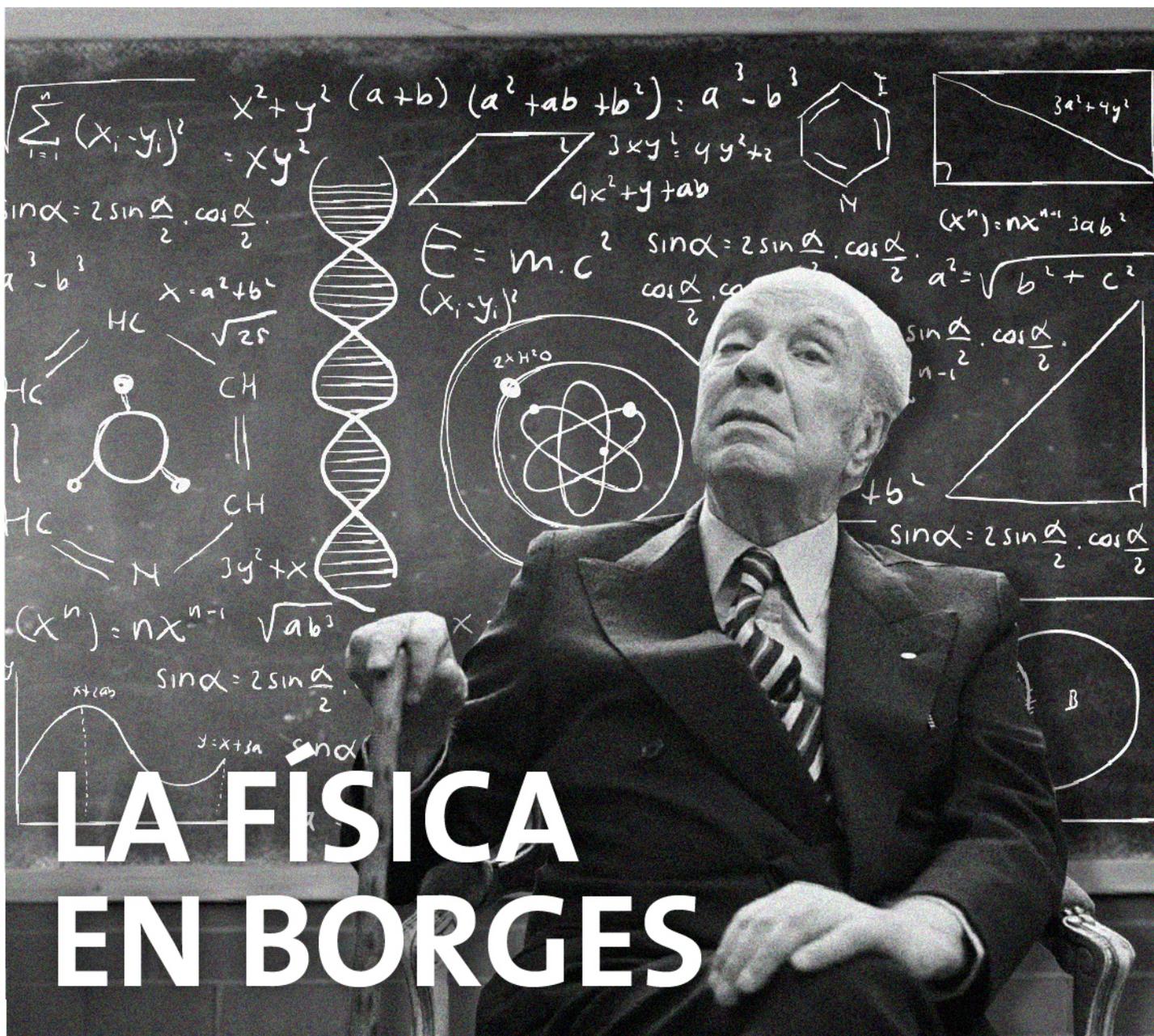
UNNOBA

NÚCLEOS

Revista científica

11

DICIEMBRE 2024



LA FÍSICA EN BORGES

**LA INUNDACIÓN
DEL 2 DE ABRIL DE 2013
EN LA REGIÓN CAPITAL
DE LA PROVINCIA
DE BUENOS AIRES**

MARCELO RASTELLI

**LA PRUEBA
DE LA POSESIÓN
Y LA PRESCRIPCIÓN
ADQUISITIVA CON
ESPECIAL REFERENCIA
A LA INTERVERSIÓN
DE TÍTULO**

MARÍA BELÉN VETTESE

**PROMOCIÓN
DE LA CULTURA
CIENTÍFICA: CAMPO
DE TEORÍAS,
PRÁCTICAS
Y HORIZONTES
POLÍTICO-SOCIALES**

CONSTANZA PEDERSOLI
MARIANA SANMARTINO
JAVIER GARCIA DE SOUZA

Autoridades Académicas

Rector: Dr. Guillermo R. Tamarit

Vicerrectora: Mg. Danya V. Tavela

Guardasellos: Ing. Luis J. Lima

Secretaria Académica: TP. Pilar Traverso

Secretaria de Investigación, Desarrollo y Transferencia: Dra. Carolina Cristina

Secretario de Extensión: Lic. Juan Pablo Itoiz

Secretario General: Cdora. Mariana Passarello

Secretaria Económico Financiera: Cdora. Mariela García

Secretaria de Cultura: Lic. Laura Durán

Secretario de Relaciones Institucionales: Cdor. Martín Palma

Directora Centro de Edición y Diseño: Mg. Ma. de las Mercedes Filpe

Director de la Revista

Dr. Ángel L. Plastino

Edita



CEDI Centro de Edición y Diseño. UNNOBA
Callao 289 3.º piso, CP.1022
Tel 54 11 53531520. Ciudad Autónoma
de Buenos Aires, Argentina

Diseño y diagramación

CEDI Centro de Edición y Diseño

Año 7 N.º 9

Julio de 2021

Publicación semestral

ISSN 2408-4492

Queda hecho el depósito
que marca la ley 11723

Sede Junín

Libertad 555, CP.6000

Tel 54 236 4407750

Junín, prov. de Buenos Aires, Argentina

Sede Pergamino

Monteagudo 2772, CP. 2700

Tel 54 2477 409500.

Pergamino, prov. de Buenos Aires,

Argentina

*Se invita a potenciales colaboradores
a remitir sus trabajos al CEDI
(cedi@unnoba.edu.ar)*



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento -
NoComercial - SinObraDerivada 4.0 Internacional.

MARCELO RASTELLI

ES INGENIERO HIDRÁULICO EGRESADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. FUE MIEMBRO DEL PLANTEL PROFESIONAL DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE HIDRÁULICA (1984-2020) Y COORDINADOR DE PROYECTO PARA LAS OBRAS DEL ARROYO EL GATO Y SUS DERIVADORES DE LOS ARROYOS PÉREZ Y REGIMIENTO. HA OCUPADO IMPORTANTES CARGOS DE GESTIÓN Y REPRESENTACIÓN EN ORGANISMOS PÚBLICOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES Y EN LA UNLP. ACTUALMENTE, ES PRESIDENTE DEL CENTRO DE INGENIEROS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

RESUMEN: En este artículo, se describe bajo qué circunstancias meteorológicas, urbanísticas y de infraestructura hidráulica se produjo la inundación de la ciudad de La Plata del 2 de abril de 2013. Si bien no se analizan las catastróficas consecuencias humanas, sociales, culturales y económicas que provocó, se intenta profundizar sobre el proceso de formación del evento, así como sobre las condiciones urbanísticas y de infraestructura, en particular hidráulica, que no permitieron tener una respuesta apropiada frente a un registro de precipitación extremo, que inundó gran parte de la ciudad. También se abordan los principales lineamientos de un plan diseñado para mejorar la gama de cobertura contra inundaciones para toda la cuenca del arroyo El Gato. Cabe mencionar que tales obras no son diseñadas para cubrir fenómenos extremos como el sucedido, sino eventos extraordinarios que superan las precipitaciones medias. La existencia de eventos extremos demanda otro tipo de atención para que, a través de la comunicación temprana y la atención en contingencia, se priorice la preservación de las vidas humanas, hecho también contemplado entre las medidas de dicho plan.

PALABRAS CLAVE:
INUNDACIÓN, ARROYO
EL GATO, OBRA HIDRÁULICA

LA INUNDACIÓN DEL 2 DE ABRIL DE 2013 EN LA REGIÓN CAPITAL DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

KEYWORDS: FLOODING,
EL GATO STREAM,
HYDRAULIC WORKS

ABSTRACT: This article describes the meteorological, urban and hydraulic infrastructure conditions that led to the flooding of the city of La Plata on April 2, 2013. The catastrophic human, social, cultural, and economic consequences it brought about are not analyzed here, but an attempt is made to delve into the background process of the event, as well as the urban and infrastructure conditions, particularly hydraulic, that did not enable an appropriate response to an extreme rainfall record, which flooded significant areas of the city. It also addresses the main outlines of a plan designed to improve the range of coverage against flooding for the entire basin of the El Gato stream. It is worth mentioning that such works are not designed to cover extreme phenomena, such as the one described in this work, but rather extraordinary events that exceed average rainfall. Such extreme events require a kind of emergency intervention to ensure that, through early communication and contingency response, priority is given to the preservation of human lives, which is also covered by the measures included in the plan.

EL EVENTO

La mañana del 2 de abril de 2013 empezó húmeda y calurosa. La jornada previa había llovido copiosamente en toda la región metropolitana, y en la ciudad de La Plata persistía la pesadez del ambiente. Hacia la tarde se fue conformando una tormenta amenazante, sin evidencias de vientos u otras manifestaciones meteorológicas más que el agobio caluroso y húmedo en una jornada de feriado.

Entonces, sucedió lo que nadie pudo anticipar: ni el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ni los medios de comunicación advirtieron que se avecinaba la peor tormenta conocida en la región. Tanto en Buenos Aires como en La Plata se produjeron registros pluviométricos acumulados que superaron los registros históricos para cualquier época del año.

Según la descripción del SMN, hacia el 30 de marzo se observó un sector ubicado al oeste de la costa de Chile con valores mínimos de presión atmosférica, que se fue conformando como centro de baja presión cerrado, en la altura media de la troposfera. Ya el 1 de abril se desplazó lentamente hacia el continente para ubicarse en el centro de nuestro país. Asociado a una masa de aire frío generó condiciones favorables para la formación de nubosidad. Así fue como el 2 de abril se produjo el ingreso de aire húmedo en la región metropolitana y, en horas de la tarde, a partir de las 16:30 aproximadamente, dio comienzo en vastos sectores de La Plata, Berisso y Ensenada el mayor temporal del que se tenga registro.

Las lluvias intensas persistieron, y tanto los registros pluviográficos como las observaciones de campo muestran el desplazamiento de la tormenta en dirección norte-sur, especialmente, desde las 17:30 hasta las 20:00 horas.

Los registros obtenidos por la Estación Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) indican que, entre las 18:00 y las 18:30, fue el momento de mayor intensidad, que se repitió a las 19:00. La Estación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, ubicada en la localidad de Los Hornos y próxima a la cuenca superior de los arroyos Regimiento y Pérez, muestra una menor intensidad durante la primera parte del evento, pero, de cualquier forma, indica registros extraordinarios.

La lluvia disminuyó su intensidad a valores mínimos a partir de las 20:30, pero desde las 22:00 se produjo un segundo evento intenso concentrado entre las 22:00 y 22:30, con valores totales de precipitación similares al evento anterior.

La superposición acumulada de estos dos eventos le otorga una condición extraordinaria, y su severidad se manifestó del modo más contundente.

El evento en su totalidad puede calificarse de extremo y está asociado a una situación definida como de baja segregada o vórtice ciclónico en niveles medios y altos, con gran transporte de aire caliente y muy húmedo.

El registro disponible, si bien varía mucho según la estación considerada (también se cuenta con el registro de la Estación LP AERO y otras particulares) permite concluir que, tanto en intensidad como en precipitación total, se midieron valores de muy alta recurrencia, lo que llevó a que se alcanzara la condición de evento extremo.

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (MM)	FUENTE
LP AERO	96	SMN
JULIO HIRCHORN	273	UNLP
OBSERVATORIO	392	UNLP
PARTICULAR 18 Y 15	334	PARTICULAR

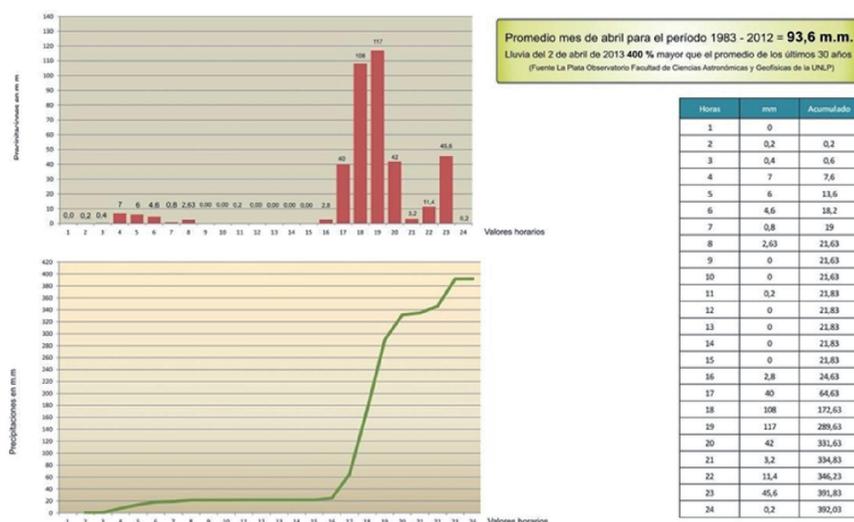
Lluvia del 2 de abril de 2013- La Plata (Fuente "Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP)

Figura 1.

En cuanto a la distribución hidrológica, tanto por los registros de las lluvias como por los datos de reflectividad del radar de Ezeiza, imágenes satelitales de la NASA correspondientes al 6 de abril y relevamientos de las zonas inundadas, puede concluirse que los excesos hídricos derivados de la tormenta analizada se distribuyeron en las cuencas de los arroyos que impactan sobre el casco urbano de la ciudad de La Plata y cubrieron las cuencas de los arroyos El Gato, Regimiento, Pérez, Maldonado, Elizalde y del Zoológico. Esto también ocurrió en el arroyo El Pescado, pero por tener descarga abierta al Río de la Plata y no estar influenciado por la proximidad de grandes sectores urbanos, no ha sido objeto de análisis de inundaciones.

La comparación de las manchas de inundación sobre el casco urbano, obtenidas de imágenes satelitales, permite comprobar el ingreso de grandes masas de agua sobre el casco de la ciudad.

Las consecuencias del evento resultaron en una verdadera catástrofe. La inundación de gran parte del casco urbano de La Plata provocó la muerte y la desaparición de personas, dañó y destruyó viviendas, servicios públicos e infraestructura. La falta de previsión para una asistencia pública adecuada puso en evidencia a un sistema precario, dado por un conjunto de factores estructurales y de gestión o no estructurales.

Sin embargo, debe destacarse que un fenómeno climático como el descrito no es utilizado en ninguna parte como un patrón de diseño de obras hidráulicas. Analizaremos las obras existentes al momento de la inundación y las que se han proyectado, pero la descripción del fenómeno meteorológico ocurrido es menester para comprender la magnitud de la catástrofe, que se ubica por fuera de los estándares de diseño de la ingeniería.

Las obras se diseñan con parámetros rigurosos y exigentes, pero dentro de un rango de ocurrencia más próximo. El conocimiento de las consecuencias de eventos extremos debe servir para complementar las obras mediante acciones de alerta y contingencia, denominadas acciones no estructurales, que son tan importantes como las obras. Pero de eso nos ocuparemos más adelante.

Me referiré a las obras que corresponden a la cuenca del arroyo El Gato, por ser la más representativa del conflicto hídrico urbano de La Plata, pero análogamente se ha trabajado en la cuenca del arroyo Maldonado, ubicada al sur de la ciudad, la cuenca del Zoológico, ubicada desde parque Saavedra hasta el Zoológico, y las cuencas de los arroyos Don Carlos, Rodríguez, Martín y Carnaval, al norte del casco urbano.

LA INFRAESTRUCTURA ANTES

En el año 1991, el entonces intendente municipal de La Plata, Dr. Pablo Pinto, advirtió que el crecimiento de la ciudad estaba condicionado por la obsolescencia de su sistema hidráulico y le encomendó a la Universidad Nacional de La Plata la realización de

un estudio de carácter para determinar la vulnerabilidad de la ciudad, así como para confeccionar los lineamientos para un Plan Director que identificara las obras necesarias.

Pero la historia se remonta a mucho antes, cuando se plantearon los criterios para el asentamiento y la construcción de la nueva capital provincial. La reciente publicación de la historia novelada *La ciudad de las ranas* de Hugo Alconada Mon da cuenta de las condiciones poco favorables para el emplazamiento de la ciudad, pero ello se vio agravado por el hábito histórico de llevar a cabo prácticas muy poco amigables para el tratamiento y conservación de las vías naturales de evacuación de las aguas. Razones culturales y aidez inmobiliaria han determinado que la traza de cursos y arroyos se haya borrado del territorio al ser sustituidos por conductos que los dejan bajo calles y manzanas.

Este desacierto ambiental también lo es desde una concepción hidráulica, ya que las obras de encauzamiento de las aguas, tanto a través de conductos o de canales, siempre están asociadas a una condición de diseño, que en general es mediante la adopción de una cierta recurrencia de lluvia considerada, que permite obtener el caudal de diseño para las obras.

Pero la naturaleza no reconoce estas cuestiones, y cuando llueve más que lo que puede ir por ese conducto la diferencia escurre por la superficie, o sea, por calles y casas.

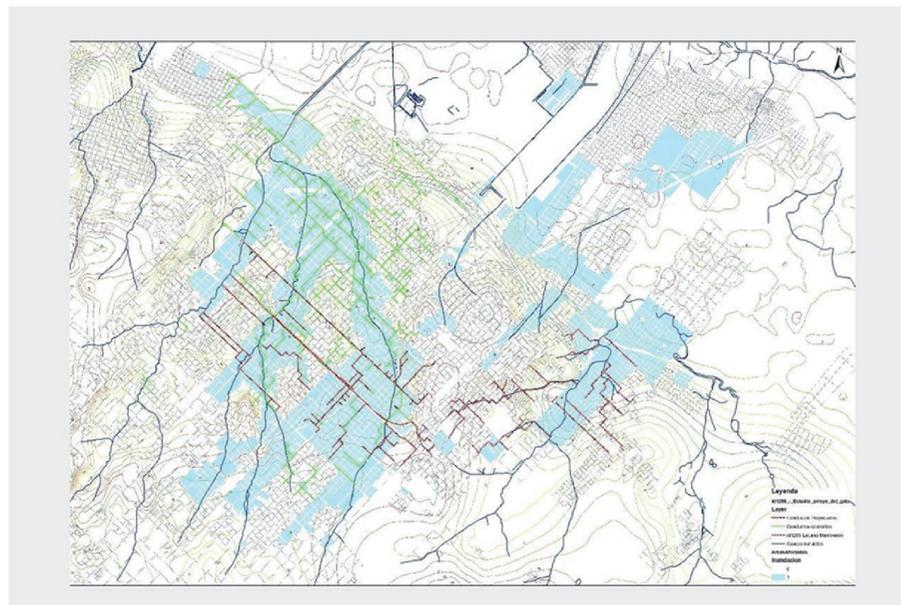


Figura 2. Imagen de la inundación de 2013 sobre cartografía actual con curvas de nivel y traza de antiguos arroyos

Los especialistas abocados al estudio se encontraron ante dos problemas: una ciudad asentada sobre una cuadrícula perfecta que hizo caso omiso a la morfología terrestre, y una red de desagües completamente obsoleta. Si para muestra basta un botón, cabe decir que la última obra de infraestructura hidráulica relevante en la ciudad data del año 1962 cuando se construyó el conducto aliviador que corre por la avenida 25, desde aproximadamente el parque Castelli hasta su desembocadura en el arroyo El Gato, a metros de avenida 520.

Por ese entonces se trataba de una zona prácticamente rural, pero los ingenieros de la Dirección de Hidráulica Provincial ya entonces advertían que derrames excedentes de las cuencas de los arroyos Pérez y Regimiento, no encauzados en dichos cursos ya afectados por la infraestructura urbana, impactarían sobre el casco, y propusieron construir una obra de derivación que impidiera su ingreso a la ciudad.

Y cincuenta años después la ciudad se mostró expandida, mucho más densamente poblada, con un cordón periurbano con innumerables localidades y barriadas, asentamientos de todo tipo y la consolidación de un área de producción hortícola de intenso uso de suelo combinado con sistemas de producción en cobertura, es decir que emplean invernáculos de material impermeable que reduce la superficie de absorción. Todos estos factores favorecen la impermeabilización de los suelos, con el consecuente aumento de la escorrentía, que traslada esos excedentes hacia abajo, es decir, hacia la ciudad.

El sistema pluvial de la ciudad se ha desarrollado alrededor de las obras de entubamiento indicadas, a modo de ramales primarios y secundarios. Hay que señalar que la obsolescencia del sistema troncal de encauzamiento de los arroyos también cabe para su red de ramales, pero más grave aún es que, cuando los conductos troncales se colman y el excedente se acumula en superficie, el sistema comienza a funcionar como una tubería a presión y, en consecuencia, su red de ramales se ve impedida de ingresar sus aportes, diseñados para un sistema que funciona a gravedad.

Las imágenes siguientes muestran un plano del sistema de desagües de la ciudad anterior a las obras iniciadas en 2013. Las derivaciones del arroyo Pérez corren aproximadamente desde 38 y 137 hasta la calle 25, para ser derivado a El Gato, y el trayecto de su antiguo cauce está entubado aproximadamente por la calle 36, hasta la calle 14, en la que se desvía hacia 32, y luego continúa por avenida 13 hasta desviarse antes del distribuidor hacia el conducto de la calle 11, por donde continúa hasta el arroyo El Gato.

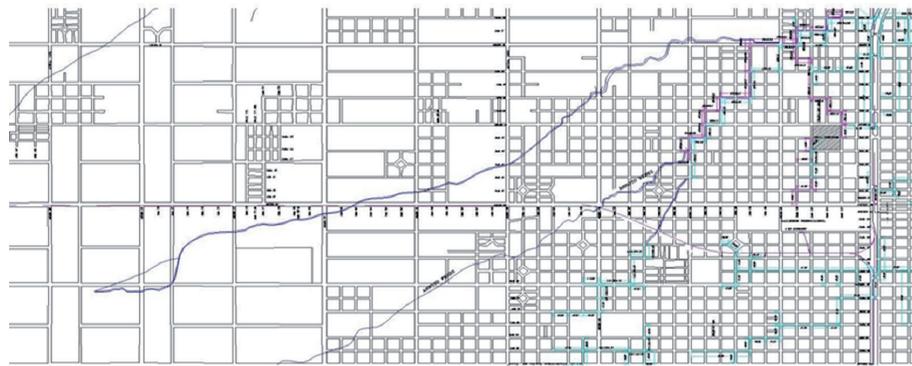


Figura 3. Tramo superior del arroyo Pérez (dos brazos) con embocadura al entubamiento de 38 y 137

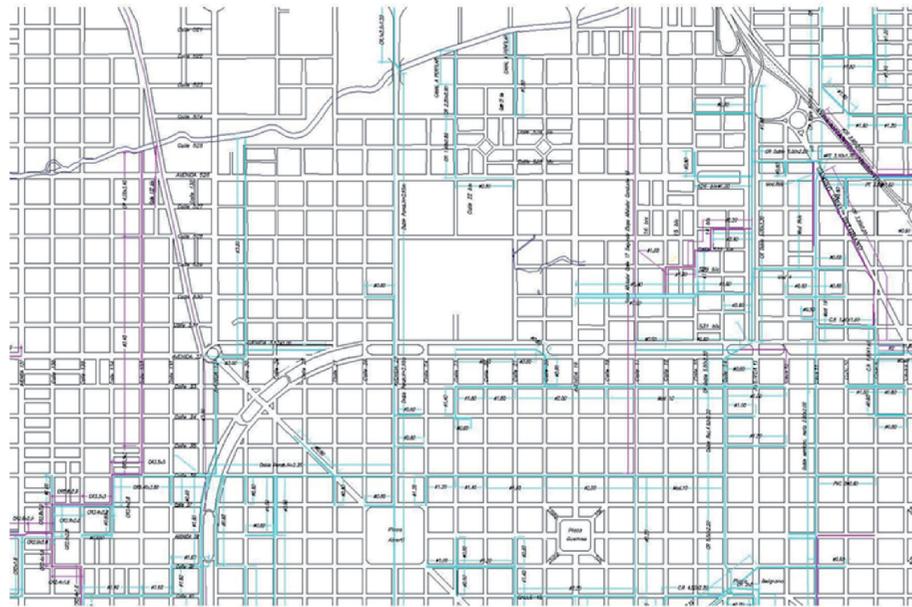


Figura 4. Continuidad del entubamiento del arroyo Pérez

El conducto de la calle 11 es lo más próximo al antiguo cauce del arroyo Regimiento. Entubado en todo su trayecto, llega a la zona previa a la descarga desde 11 y 39 y recibe los aportes entubados desde la zona precisamente donde funcionaba el Regimiento, hoy plaza Malvinas, adonde llegan los excedentes de este arroyo, con nacientes más allá del Cementerio de La Plata.

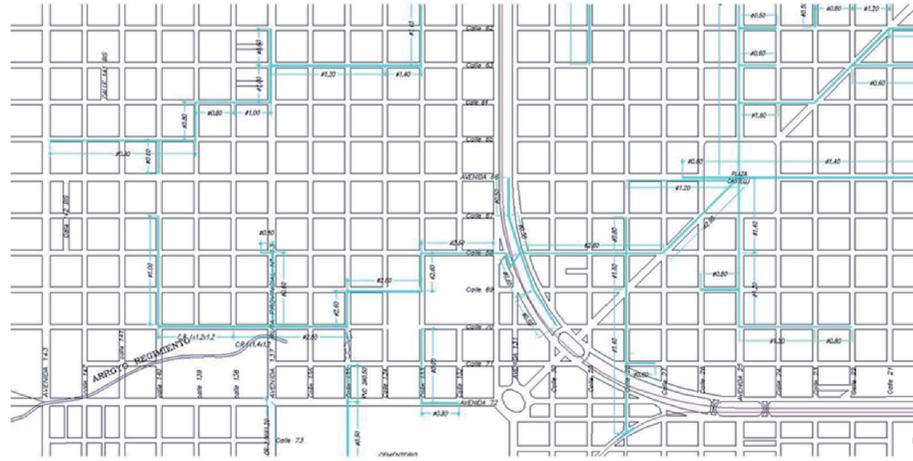


Figura 5. Tramo del arroyo Regimiento superior y embocadura al conducto de avenida 25

La ciudad completa su sistema pluvial con aportes al arroyo Maldonado, que corre paralelo a la circunvalación de avenida 90, y el arroyo del Zoológico, que nació por la zona de parque Saavedra y cuyo entubamiento corre siguiendo aproximadamente la diagonal 78, hasta llegar a la avenida 1, y allí cruzar el Bosque por el antiguo zoológico.

Como puede comprobarse, los viejos cauces reemplazados por obras de entubamiento, el crecimiento de la ciudad y la falta de inversiones para suplir las falencias con nueva infraestructura fueron haciendo de la ciudad de La Plata un sitio particularmente vulnerable en su capacidad de resolver las excedencias pluviales ante tormentas, incluso de baja intensidad, un hecho que se fue reiterando con los años, hasta el colapso del 2 de abril de 2013.

Hemos explicado que el evento de esa jornada fue de naturaleza extraordinaria y excepcional, y su ocurrencia es muy superior a los estándares de diseño de las obras. Pero el hecho de no contar con una infraestructura acorde a condiciones de diseño aceptadas y adoptadas por todas las convenciones de cálculo de obras hidráulicas para zonas urbanas llevaron al reiterado llamado de atención de especialistas y académicos, y recién luego de la tragedia se iniciaron las acciones necesarias.

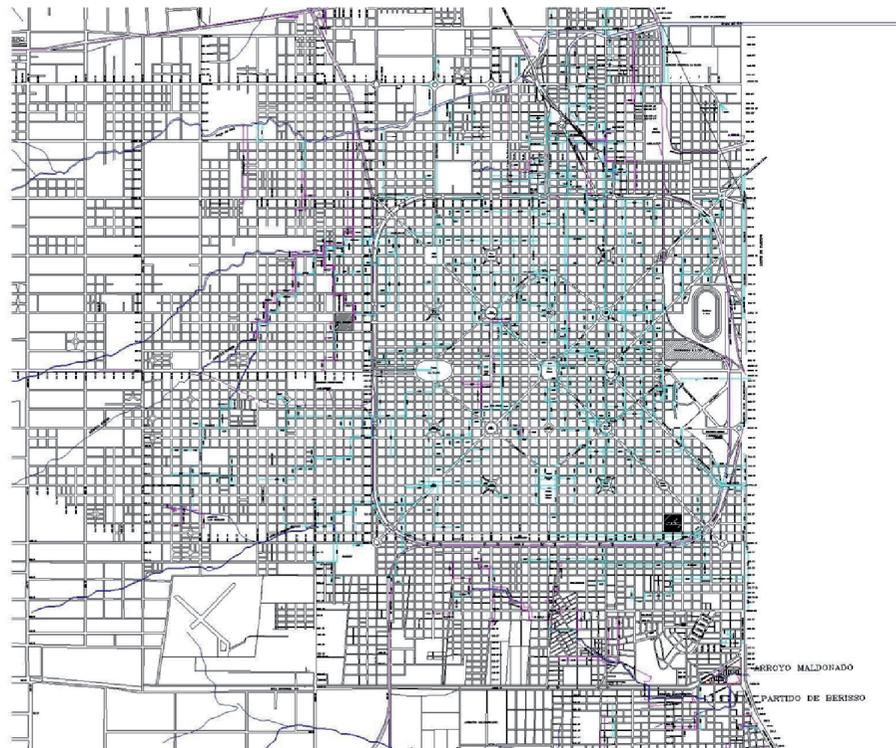


Figura 6. Imagen del sistema completo de pluviales urbanos antes de las obras

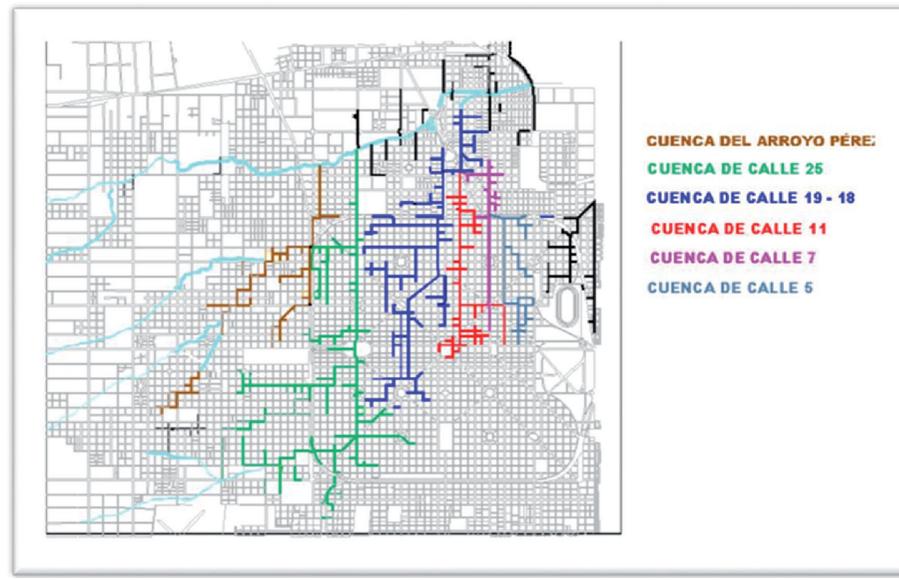


Figura 7. Imagen esquemática del sistema de pluviales de La Plata anterior a las obras

UN PLAN MAESTRO PARA EL MANEJO DE LAS INUNDACIONES EN LA PLATA

Todo lo hasta aquí descrito llevó a los proyectistas a plantearse que, por múltiples razones, debe pensarse un sistema nuevo, tanto en dimensiones como en el concepto del manejo de las excedencias. La transformación de la ciudad, sus antecedentes, el programa de uso de la periferia y las condiciones climáticas verificadas demandan una atención diferente y adecuada a los tiempos.

Sin embargo, desde el punto de vista conceptual, el diseño del nuevo sistema se realizó repitiendo la lógica ya insinuada en el tratamiento realizado en la década del 60 al construir el conducto troncal de la avenida 25; es decir, el de captar las máximas excedencias de los arroyos y su área de aportes y desviarlos hacia el arroyo El Gato para así evitar su ingreso en el casco urbano.

Ello da como resultado el siguiente esquema de obras, ordenadas según sus prioridades y etapas:

- A. Readecuación de la capacidad de la sección del arroyo El Gato, sus secciones y puentes
- B. Construcción de nuevos conductos colectores derivadores de los arroyos Pérez y Regimiento y sus cuencas de aporte, hacia el arroyo El Gato
- C. Readecuación de la red pluvial actual del casco de la ciudad de La Plata, según sectores
- D. Construcción de nuevos colectores de descarga y derivación para los desagües de la ciudad
- E. Desarrollo de un conjunto de medidas no estructurales

A. READECUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA SECCIÓN DEL ARROYO EL GATO, SUS SECCIONES Y PUENTES

Un plan hidráulico comienza desarrollándose desde aguas abajo hacia aguas arriba, y el arroyo El Gato resulta ser el colector natural para la evacuación de las excedencias hídricas de su cuenca y buena parte de la ciudad de La Plata. Por lo tanto, para desarrollar el plan reseñado, fue menester adecuar, en primer lugar, la capacidad del arroyo El Gato.

Una vez realizadas las modelaciones hidrológicas e hidráulicas para la condición previa a las obras, pudo comprobarse en diferentes tramos constricciones severas que no alcanzaban a permitir el paso de la crecida de cinco años, mientras que la capacidad del curso en diversos tramos no verificaba el transporte de las crecidas de dos años de recurrencia.

Tal es el caso del tramo que se había entubado con la construcción del distribuidor de avenida 13 y 520, que constituyó en la inundación una verdadera sección de control para el paso de la crecida.

Asimismo, obras como los puentes de la calle 12, el antiguo puente de la papelería y otros puentes del tramo superior aportaron con su insuficiencia a las retenciones de tramos que agravaron la dificultad al drenaje.

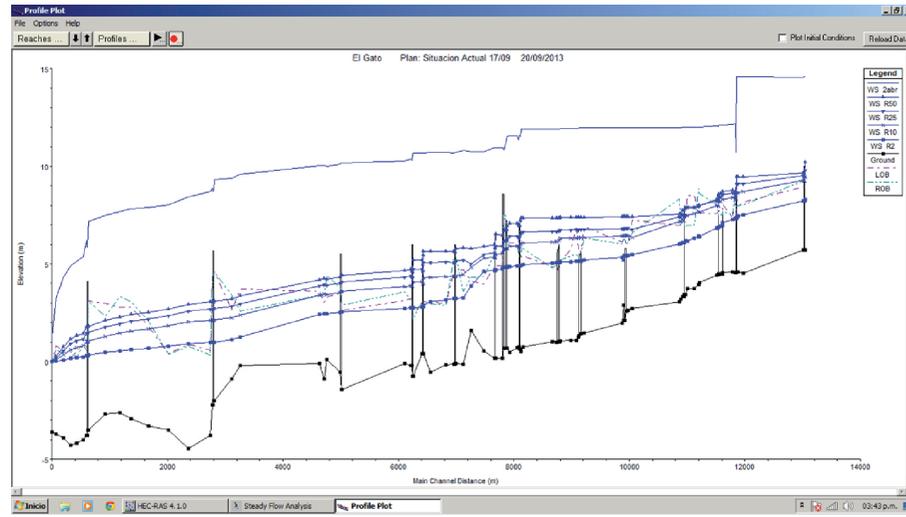


Figura 8. Perfil longitudinal modelación –situación sin obra– condición de borde o m

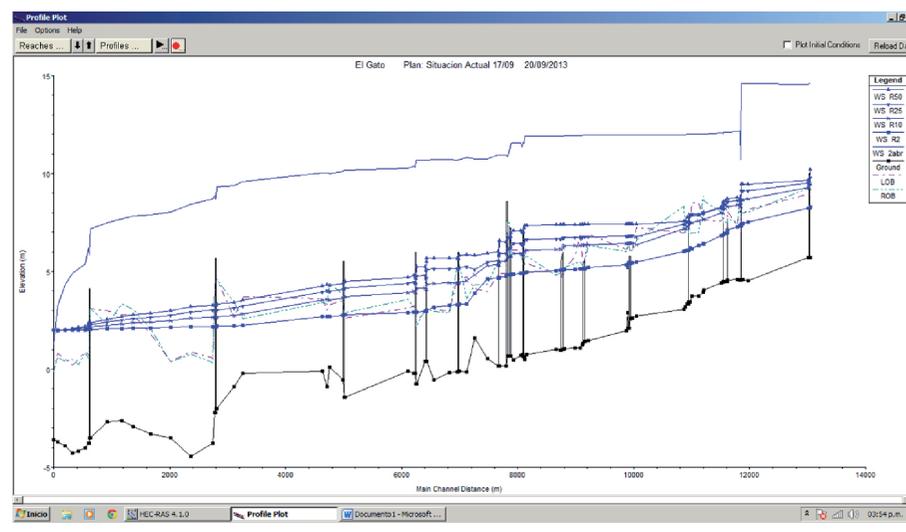


Figura 9. Perfil longitudinal –situación sin obra– condición de borde 2 m

En estos resultados pueden apreciarse, a lo largo del perfil longitudinal, las crecidas del 2 de abril, y las que corresponden a 2, 10, 25 y 50 años de recurrencia. En líneas punteadas, los márgenes del cauce antes de las obras permiten corroborar la insuficiencia.

La condición de borde considera la influencia de la altura del río de la Plata en la desembocadura.

Bajo esta revisión, y efectuadas las modelaciones en las condiciones geométricas y altimétricas al día de la inundación, y con las diferentes hipótesis de obras, se realizaron diferentes modelaciones para concluir de forma categórica sobre las siguientes condiciones de diseño:

- Adoptar una sección revestida de hormigón para lograr un incremento de velocidades y, en consecuencia, de caudal erogado.

- Adoptar taludes laterales verticales que optimicen la utilización del espacio disponible para ejecutar las obras.

- Implementar un programa de relocalización de viviendas para aquellos ocupantes

irregulares que se encontraban en situación de riesgo junto al viejo cauce, y cuyas viviendas precarias restringían la sección para las nuevas obras.

-Adoptar secciones variables en forma telescópica y en reciprocidad con los aportes de la cuenca según sus diferentes tramos, entre la avenida 1 o las vías del ferrocarril Roca y la avenida 143, tal que se verifique el tránsito de la crecida de 25 años de recurrencia sin desbordes, y de hasta 50 años con desborde controlado.

-Prever en ese diseño el ingreso de los aportes de los arroyos Pérez y Regimiento en correspondencia con su derivación en las calles 143 y 139 (Pérez) y 131 (Regimiento).

Así quedó definido el siguiente esquema de obras, según su geometría y por su capacidad.

TRAMO	ANCHO FDO. (M)	TIRANTE (M)	TALUDES LATERALES	MATERIAL DE CANALIZACIÓN	PENDIENTE DE TRAMO
RÍO SANTIAGO - FF. CC.	60	3,50	1:1	TIERRA	0.0003
FF. CC. - CALLE 11	40	3,20	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0008
CALLE 11 - CENTENARIO	40	3,20	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0008
CENTENARIO - Av. 520	30	3,20	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0008
Av. 520 - Av. - 25	30	3,10	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0008
Av. 25 - Av. 137	20/15	2,90	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0013/0.0011
Av. 137 - CALLE 139	15	2,90	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0011
CALLE 139 - Av. 143	15	2,80	VERTICAL	HORMIGÓN	0.0011

También se han indicado los caudales de tramo resultantes de la estimación hidrológica:

TRAMO	Q2 (M ³ /s)	Q10 (M ³ /s)	Q25 (M ³ /s)	Q25 (M ³ /s)	Q50 (M ³ /s)	Q2 ABRIL (M ³ /s)
RÍO SANTIAGO - FF. CC.	119.86	236	317.57	370.89	460.41	1725.8
FF. CC. - CALLE 11	112.07	222	299.44	349.94	435.65	1635.2
CALLE 11 - CENTENARIO	112.07	222	299.44	349.94	435.65	1635.2
CENTENARIO - Av. 520	100.39	201.19	272.05	320.36	397.98	1530.02
Av. 520 - Av. - 25	91.74	185.48	251.51	296.52	368.75	1439.61
Av. 25 - Av. 137	73.32	151.52	207.03	245.3	307.38	1229.37
Av. 137 - CALLE 139	58	122.19	167.58	199.01	250.17	1001.62
CALLE 139 - Av. 143	49.55	105.9	146.27	174.43	220.66	879.06
AGUAS ARRIBA - Av. 143	39.84	86.11	119.03	141.89	179.95	716.93

Se han verificado las capacidades de tramo anteriores y posteriores a las obras:

TRAMO	CAPACIDAD ANTERIOR (M ³ /s)	CAPAC. C/ PROYECTO (M ³ /s)
RÍO SANTIAGO - FF. CC.	80	333
FF. CC. - CALLE 11	80	548
CALLE 11 - CENTENARIO	70	548
CENTENARIO - Av. 520	80	399
Av. 520 - Av. - 25	90	380
Av. 25 - Av. 137	110	276/182
Av. 137 - CALLE 139	110	182
CALLE 139 - Av. 143	80	172

Reemplazo y adecuación de puentes

Análogamente a la adecuación de la sección del cauce del arroyo, se verificó el paso de la crecida por los puentes que lo atraviesan, lo que permitió comprobar la insuficiencia de algunos. Para solucionar esto, se propuso su ampliación o reemplazo, considerando las condiciones estructurales que posibilitaban su modificación.

Puentes nuevos o por reemplazar

UBICACIÓN	PUENTE ACTUAL	PUENTE PROYECTO	ACCIÓN
Av. ALTE. BROWN	4L 10,7	3L (25,00)	REEMPLAZAR
CALLE 12	1L 19,80	3L 12.00 M	REEMPLAZAR
CAM. CENTENARIO	2L (7,80) 1L (8,50)	3L 12.00	REEMPLAZAR
CARREFOUR	4L 5.00	2L 15,00	REEMPLAZAR
CAM. BELGRANO	Ducto 4L 5.00	3L 12,00	REEMPLAZAR
Av. 520	4L 5,20	3L 12,00	REEMPLAZAR
Av. 19	4L 5.00 X 3.10 M	3L 12.00 M	REEMPLAZAR
CALLE 27	-	2L 10.00 M	NUEVO
CALLE 133	-	2L 10.00 M	NUEVO
CALLE 135	-	2L 10.00 M	NUEVO
Av. 137	3L 5.50 X 3.80 M	2L 10.00 M	REEMPLAZAR
CALLE 140	-	2L 10.00 M	NUEVO

Ampliación de puentes

UBICACIÓN	PUENTE ACTUAL	PUENTE PROYECTO	ACCIÓN
Av. DOMINGO MERCANTE (DG. 74)	3L 15.0	3L (15.0) + 2L (25.00)	MODIFICAR (MD)
CALLE 3	3L 11,2 - 11,5 - 11,00	3L (11,2 - 11,5 - 11,00) + 1L (10,0)	MODIFICAR (MD)
CALLE 131	2L 7,40 ⁽¹⁾		RECALZAR

(1) Lado nuevo 1 x 16,00

MD = Margen derecho, MI = Margen izquierdo

Las obras correspondientes a la “Adecuación de la sección del arroyo El Gato”, se encuentran totalmente ejecutadas. Con respecto a sus puentes, algunos han sido considerados suficientes, otros se han reemplazado o construido de nuevo, y el reemplazo de algunos aún está pendiente.

B. CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS CONDUCTOS COLECTORES DERIVADORES DE LOS ARROYOS PÉREZ Y REGIMIENTO Y SUS CUENCAS DE APORTE, HACIA EL ARROYO EL GATO

Los arroyos Pérez y Regimiento atraviesan el casco urbano de la ciudad, con algunos tramos ya entubados, lo que impide un tratamiento sobre los cursos, y otros en los que la ocupación de los márgenes y valles de expansión, que en gran parte de la ciudad ya son inexistentes, condiciona las acciones por realizar. Bajo tales condiciones, una crecida en los arroyos Pérez o Regimiento provoca que, superada la capacidad de la obra existente, se convierta en ocupación superficial de agua sobre extensas franjas urbanas.

Por esto, a fin de evitar el traslado de sus crecidas hacia el casco urbano más poblado, se ha considerado oportuno efectuar su captación y derivación, desde su cuenca superior hacia el arroyo El Gato, en una concepción análoga a la construcción del conducto de avenida 25, ejecutado hace unos sesenta años.

Las obras resultantes para el caso de los arroyos Pérez y Regimiento son conductos subterráneos que derivan las aguas de dichos cursos en forma directa hacia el arroyo El Gato.

En el caso del arroyo Regimiento, se propone su derivación desde calle 28 y Bv. 81 (a la altura de calle 71), desarrollándose por la avenida de circunvalación 131 hasta su desembocadura a la altura de calle 525. El arroyo Regimiento ingresa a la altura de calle 68 en un entubamiento existente, así como por otros conductos existentes o por ejecutarse.

En el caso del arroyo Pérez, se desarrollan dos derivadores que captan los respectivos brazos del mismo arroyo. Por una parte, se interceptan dos brazos, denominados Sur, a la altura de calle 48 y avenida 143, prolongándose por esta hasta Av. 38, donde dobla hasta calle 139, y por esta hasta avenida 526. El otro brazo, Norte, es captado en avenida 38 y avenida 143, por la que continúa hasta avenida 526. En esta última empalman los dos derivadores, continuando por 526 hasta el arroyo.

El dimensionado resultante de considerar el caudal de aporte para tormentas de 10 años de ocurrencia en su cuenca, para condiciones actuales y futuras, y verificado para condiciones de tormentas correspondientes a 50 años de ocurrencia, ha determinado las siguientes dimensiones:

	DIMENSIÓN (N.º CELDAS X ANCHO X ALTURA)	Q _{VERIF.} (M ³ /s)	Q ₁₀ (M ³ /s)	Q ₅₀ (M ³ /s)	Q ₀₂₋₀₄₋₁₃ (M ³ /s)
REGIMIENTO	2 x 5,00 x 3,00	65			
BRAZO PÉREZ SUR	4,50 x 2,80	36			
BRAZO PÉREZ NORTE	3,50 x 2,80	25			
DESCARGA			44	57	271

Los resultados de la modelación permiten apreciar la mejora en las afectaciones, antes y después de la obra (Figuras 10 y 11).

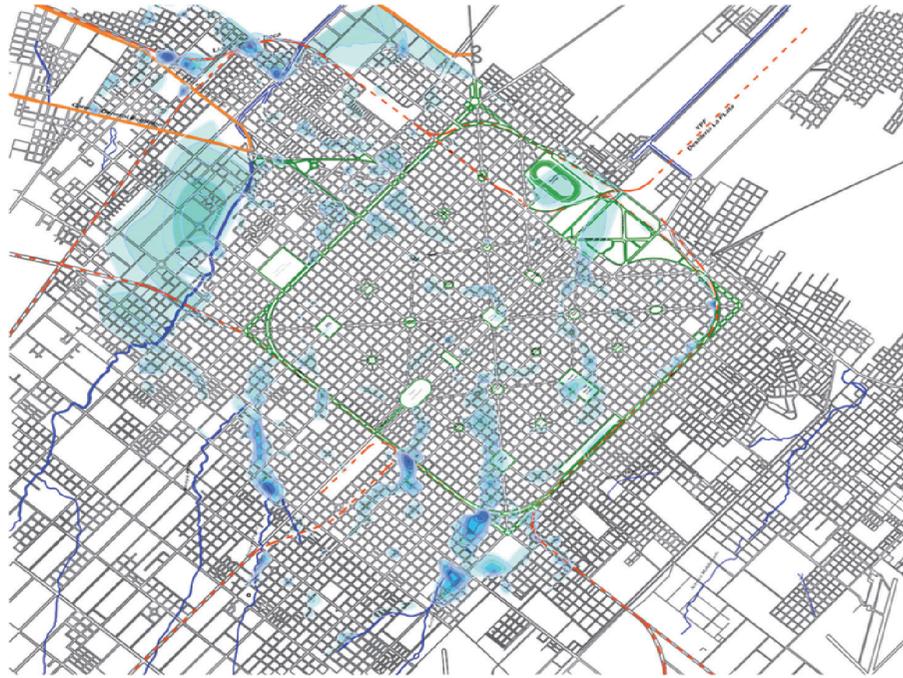


Figura 10. Mancha de inundación para R=5 años. Situación previa a la ejecución de los derivadores de calle 143 y 131

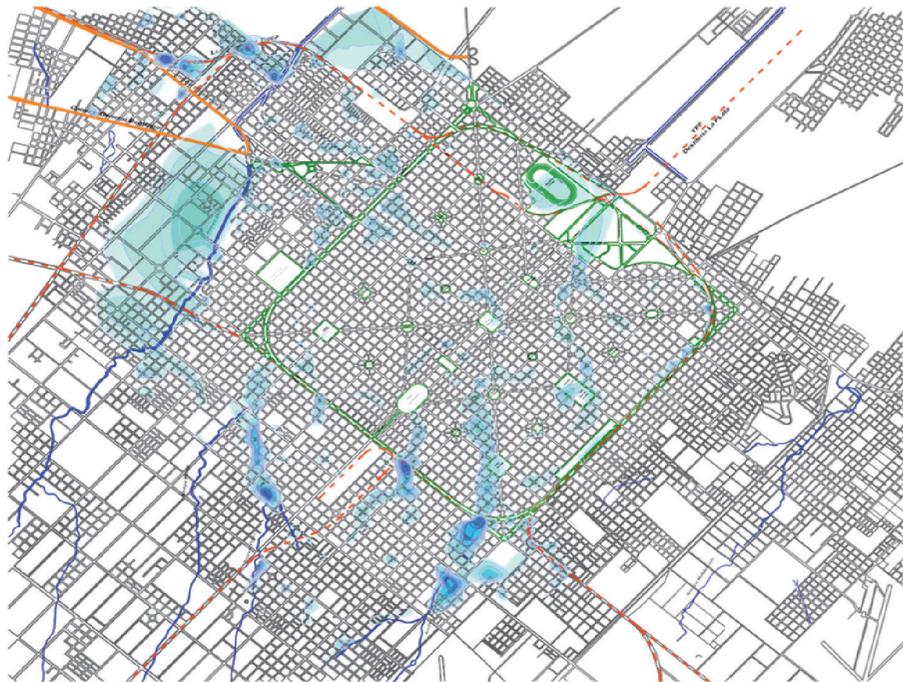


Figura 11. Mancha de inundación para R=5 años con los derivadores de calle 143 y 131 construidos

Tanto las obras correspondientes a los derivadores del arroyo Pérez como el del Regimiento se encuentran actualmente ejecutadas a través de la DPH.

C. READECUACIÓN DE LA RED PLUVIAL ACTUAL DEL CASCO DE LA CIUDAD DE LA PLATA, SEGÚN SECTORES

El tratamiento para el manejo de excedencias de las cuencas de los arroyos Pérez y Regimiento no exime de necesidad de intervención sobre las obras pluviales internas del casco urbano y su periferia, que presenta condiciones de obsolescencia e incapacidad para evacuar adecuadamente las tormentas de diseño, bajo las actuales condiciones de desarrollo urbano que exhibe la ciudad.

Una vez medidas las insuficiencias, se han planteado intervenciones por sectores, a fin de mejorar los sistemas actuales. Ello se complementa con las acciones indicadas en el punto siguiente, referido a la construcción de nuevos colectores de descarga de las excedencias pluviales.

Así se han marcado los siguientes sectores de intervención y obras:

Ampliación y readecuación del conducto de avenida 25 y sus ramales

Se trata de la ejecución de una segunda celda al colector de dicha arteria, así como de la ampliación y adecuación de sus ramales secundarios.

Readecuación y ampliación de los conductos de calles 18 y 19 con descarga al conducto de calle 14

Son ramales de alivio que encauzan aguas no captadas por las redes actuales y desembocan al conducto de calle 14 y por este al de calle 11, evitando así el anegamiento de una vasta zona entre plaza Malvinas y plaza Belgrano.

Ampliación y readecuación del conducto de calle 11 y sus ramales, hasta avenida 32

Con esta obra se permite la captación y encauzamiento de los mayores aportes que se generan con las obras anteriormente nombradas, hasta la avenida 32, en la que se plantea un nuevo colector.

Readecuación y ampliación del conducto de calle 5 y sus ramales

Esta obra resuelve la incapacidad del sistema actual, independientemente de la derivación de los arroyos ya indicada, y que es objeto de una insuficiencia para su propia cuenca. De forma complementaria, se propone un nuevo trazado identificado como conducto derivador de calle 4.

Desarrollo de las redes de desagüe del arroyo Regimiento

El sector que se encuentra en torno al Cementerio municipal y, en general, los aportes laterales al arroyo Regimiento, ubicados aguas arriba de la avenida 131 y que no pueden ser evacuados por la insuficiencia del sistema colector —más allá de haberse ampliado la descarga mediante el derivador de 131— requieren el desarrollo de una red complementaria.

La red de desagües pluviales proyectada se planificó con la idea de aprovechar las capacidades de los conductos existentes y los ya proyectados. Esta red conduce los caudales hacia el derivador de la avenida 131.

Estos ramales y subramales permiten la evacuación de las aguas superficiales en un vasto sector ubicado entre la avenida 66 y la calle 80, y desde 131 a 141. Con ello, no solo se mejoran las condiciones propias de su infraestructura, sino las condiciones para recibir eventuales traspasos desde aguas arriba.

Desarrollo de un conjunto de obras de regulación para la cuenca superior de los arroyos Pérez, Regimiento y Gato

Se trata de desarrollar Áreas de Regulación Temporarias de Excedencias Hídricas (ARTEH), constituidas en zonas aún sin desarrollo urbano y con aptitud para la retención de los picos de una crecida, mediante la materialización de cierres de escasa altura y la inundación temporaria de dicha superficie. Con ello, se distribuye la evacuación de agua, aliviando a las obras existentes o a construir aguas abajo.

Conceptualmente, se trata de retener las aguas en las cuencas superiores para evitar la acumulación de excedentes en los tramos inferiores, más vulnerables y con menor posibilidad de que se realicen obras mayores.

De forma preliminar, se identificaron una obra en la traza del arroyo Regimiento, tres en la del arroyo Pérez y dos en el arroyo El Gato. Aún está pendiente el desarrollo de su ingeniería, así como de su integración urbana y ambiental, a fin de promoverlos como parques suburbanos inundables, dotándolos de una flora y programa adecuado para su uso como áreas recreativas mientras no suceden eventos de inundación.

Algunas de estas obras han sido ejecutadas parcial o totalmente, a través de acciones llevadas a cabo por la Municipalidad de La Plata.

D. CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS COLECTORES DE DESCARGA Y DERIVACIÓN PARA LOS DESAGÜES DE LA CIUDAD

El crecimiento de la ciudad, así como la necesidad de adoptar nuevos criterios para el manejo de las excedencias, han llevado a la necesidad de que se construyan nuevos sistemas colectores de desagües.

Derivador de avenida 32

Entre ellos se destaca el derivador de avenida 32, que corre desde la avenida 13 hasta la calle 116 o 117 interceptando las descargas de los sistemas existentes, y tentativamente desde 117 se encauza para desembocar en el arroyo El Gato, cuyas aguas corren debajo de las vías del Ferrocarril Roca.

De esta forma, todo el sistema actual, que principalmente se desarrolla en torno al conducto de calle 11 prolongado en las localidades de Tolosa y Ringuelet, deja de tener los aportes desde la ciudad de La Plata, y se convierte en el conducto troncal de los desagües de estas localidades, minimizando las intervenciones en las ellas.

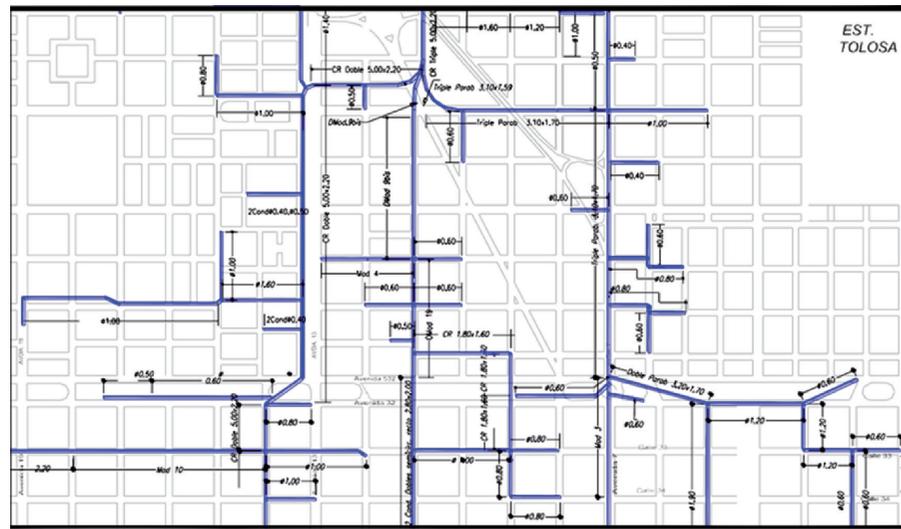


Figura 12. Figura actual: sistema de desagües desde avenida 32 hacia Tolosa y Ringuelet y arroyo El Gato



Figura 13. Derivador por calle 32 que colecta los caudales provenientes de la cuenca urbana de las calles 11, 9, 5 y 3

Desviadores de las calles 15 y 17

Una parte de los excedentes que se han planteado derivar por 18 y 19 hacia 14, y por esta a 11, no alcanzan a ser captados, o las redes ubicadas aguas debajo de la plaza Belgrano resultan insuficientes, orientándose hacia 13 entre 33 y 36, donde los conductos actuales que corren por dichas calles continúan a la avenida 13 y provocan numerosos anegamientos.

Con el objeto de encauzar y captar los derrames de este vasto sector, se plantean dos colectores por las calles 15 y 17, que intercepten estos desagües para derivarlos, prolongando su traza por dichas calles en este sector de Ringuet hasta desembocar en el arroyo El Gato (Figura 14).

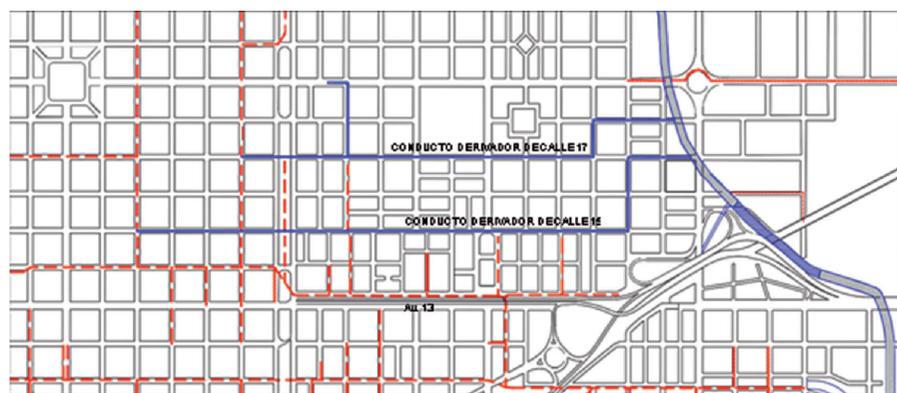


Figura 14. Esquema del proyecto

E. DESARROLLO DE UN CONJUNTO DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Ya hemos mencionado que los mejores planes de obras no resultan jamás suficientes si no están acompañados de un adecuado conjunto de **medidas no estructurales**, que complementen las obras o acciones estructurales.

Esto es así porque, como ya hemos indicado, las obras se dimensionan para una condición dada, en este caso asociada a las recurrencias de las tormentas. Es decir, al momento de proyectar, debe elegirse una magnitud de evento y obtener los caudales de diseño, que luego en la ocurrencia real de tormentas pueden ocurrir en escala superior y, en consecuencia, superar la capacidad de las obras.

Pero también porque es necesario que la comunidad en su conjunto, a través de su educación para la atención de la emergencia y, lógicamente, mediante la participación de los organismos específicos involucrados, atiendan las condiciones de la población afectadas por un evento extremo.

Para ello es necesario no concentrar la atención en el evento extremo, sino disponer de la información apropiada para tomar decisiones correctas y evitar exponer a los habitantes a todo tipo de riesgos.

Por esto, es menester contar con un sistema de alerta meteorológico, el mapeo de las zonas de riesgo, sistemas de alerta temprana y, finalmente, con recursos, consignas y logística de contingencia para condiciones extremas, que permitan identificar zonas de atención y alojamiento de damnificados, proporcionen atención eficaz y adecuada, y ayuda en unos tiempos que se anticipen al daño físico y, en lo posible, material.

Para ello se deben implementar **programas de educación** sobre el riesgo y la vulnerabilidad, que difundan entre la ciudadanía las alturas de inundación registradas y determinadas en los estudios, desarrollen conciencia del riesgo y atención a los eventos.

También son necesarios canales de comunicación eficaces, contundentes y claros, que establezcan una normativa transparente para evitar la proliferación de localizaciones de riesgo, las acciones que deterioren la evacuación de crecidas y dificulten la atención de la población.

En definitiva, tan importante como las obras es que la población tome conciencia de las condiciones de riesgo y de su necesaria participación en las acciones para evitar daños de grandes proporciones. Se trata, entonces, de no delegar en autoridades, técnicos u organismos ajenos a su propia acción, sino involucrarse cotidianamente en realizar su aporte para evitar que se repitan jornadas siniestras.

La Municipalidad de La Plata, con la asistencia de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, ha trabajado, y mucho, en este sentido, generando agencias para su gestión. Sin embargo, también es mucho lo que falta hacer para la concientización de la población.

En síntesis, debemos saber que los habitantes de la capital de la provincia de Buenos Aires habitan un territorio de riesgos, similar al que pueden tener zonas de volcanes, tsunamis o huracanes; otro tipo de riesgo, pero igualmente peligroso para la población, si no se lo atiende de un modo adecuado.

Las herramientas existen. Se ha avanzado mucho en todos los aspectos aquí reseñados, pero es mucho lo que todavía falta y, para ello, la primera condición es dejar de lado mezquindades sectoriales y hacer de esto un programa de toda la población.

FUENTES CONSULTADAS

ABS S. A. (2010). Estudio de la cuenca del arroyo El Gato. DIPSOH.

ABS S. A. (2013). Estudio complementario cuenca del arroyo El Gato.

Estudio de la Cuenca del Arroyo El Gato y Proyectos Ejecutivos para la Ampliación de la Capacidad del Arroyo El Gato y Derivadores de arroyos Pérez y Regimiento - Departamento Proyectos de Terceros DPH (2013).

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. (2013). Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada. La Plata.