

## USO DEL HORMIGÓN DRENANTE COMO ALTERNATIVA A LOS SISTEMAS DE REGULACIÓN PLUVIAL CONVENCIONALES

### USE OF PERVIOUS CONCRETE AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL RAINFALL REGULATION SYSTEMS

Diego D. Aguirre<sup>1</sup>, Fernando L. Fogliatti<sup>1</sup> y Maximiliano E. Miraglio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) – UTN  
Facultad Regional Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

[daguirre@frsf.utn.edu.ar](mailto:daguirre@frsf.utn.edu.ar); [ffogliatti@frsf.utn.edu.ar](mailto:ffogliatti@frsf.utn.edu.ar); [mmiraglio@frsf.utn.edu.ar](mailto:mmiraglio@frsf.utn.edu.ar)

#### Resumen

El constante aumento de superficies impermeables en las ciudades trae aparejado un incremento en el riesgo de inundaciones. Es por ello que la ciudad de Santa Fe, mediante una ordenanza, obliga a reducir como mínimo un 50 % del caudal máximo a evacuar al sistema de desagües mediante el empleo de sistemas de regulación de excedentes pluviales. En este informe se estudia el uso de reservorios elaborados con hormigón drenante, cerrados y con infiltración al terreno, como una posible alternativa a la instalación de reguladores convencionales. A partir de las características de estos hormigones y de las tormentas de diseño en la ciudad, se realizan comparaciones de caudales laminados, infiltrados y liberados superficialmente por cada sistema.

Palabras clave: Hormigón drenante, retardador pluvial, precipitación.

#### Abstract

The constant increase in impervious surfaces in cities brings with it an increase in the risk of flooding. That is why Santa Fe city, through an ordinance, requires a 50 % reduction of the maximum rain flow that has to be evacuated into the drainage system, by means of storm regulation systems. This report studies the use of reservoirs made with draining concrete, closed and with infiltration to the ground, as a possible alternative to the installation of conventional regulators. Based on the characteristics of these concretes and the design storms in the city, comparisons of rolled, infiltrated and superficially released flows are made by each system.

Keywords: pervious concrete, storm regulator, precipitation.

#### Introducción

Uno de los mayores problemas para las grandes ciudades es el creciente aumento de la superficie impermeable (Alejandro Secchi, Rosana Mazzón, 1994: 1-2).

La ciudad de Santa Fe exige para obras nuevas, mejoras en obras existentes (en caso de superar un 20% la impermeabilización) y/o obras existentes que superen los 1000 m<sup>2</sup> la utilización de un sistema de regulación capaz de minimizar el riesgo de colapso del sistema urbano de desagües al atenuar los caudales de agua que ingresan a la misma. El dispositivo debe reducir, como mínimo, un 50% el caudal máximo a evacuar (Ordenanza N°11.959, 2013: 1-5)

Existen dos formas en la que se materializan estos sistemas: la primera consiste en un reservorio con un volumen adecuado a la edificación; y un segundo que posee un repartidor que tiene por

objetivo desviar el 50% a la red de desagüe, mientras el exceso se conduce a un reservorio de similares características al primero, pero de menor volumen a igualdad de condiciones.

El espacio que demandan ambos sistemas trae serios inconvenientes, debido a que los depósitos generalmente cuentan con una forma estándar donde rara vez su estética se adecua a su entorno, repercutiendo en costos adicionales por la pérdida de superficies útiles, principalmente en edificaciones en altura donde existen grandes volúmenes a retener. En algunos casos resulta necesario colocarlos en subsuelo donde se deben utilizar sistemas de bombeos que incrementan los costos de la obra y de operación.

Uno de los sistemas que se presenta para resolver la problemática planteada es la utilización del hormigón drenante como medio de reservorio. Este material posee una elevada relación de vacíos, capaz de contener grandes volúmenes de agua en su interior.

En base a sus características, se plantean dos tipos de sistemas: el primero consiste en una capa de hormigón drenante asentado sobre geomembranas impermeables que impiden la infiltración del agua hacia el suelo. Una segunda alternativa pretende utilizar el fenómeno de infiltración como medio de atenuación para los caudales picos, utilizándose geomembranas permeables que solo impidan el ingreso de partículas finas a la estructura porosa del material.

Para ambos casos se debe disponer de una salida cuyo diámetro debe ser calculado a partir del tiempo de retardo necesario.

En comparación con los sistemas convencionales, el hormigón drenante tiene la ventaja de poseer una mayor versatilidad, tanto estética como funcional. Además, por su resistencia, permite ser utilizado como solados para tránsito peatonal o estacionamiento para vehículos.

## Desarrollo

### Materiales y dosificación de la mezcla

Los materiales utilizados para la elaboración del hormigón consisten en piedra partida granítica 3-9, cemento CPN50 según IRAM 50000 y agua potable de red, la cual cumple las exigencias del Reglamento CIRSOC 201 y la norma IRAM 1601.

La dosificación se hace con el objetivo de conseguir un contenido de vacíos de 20% a partir de la utilización de tres métodos, obteniendo resultados similares para cada uno de los casos. (ACI Committee 522, 2010: 1-36; Dang Hanh Nguyen et al, 2014: 271-282; Hernán de Solminihac et al, 2007: 23-36).

COMPONENTES		UNIDAD
Relación Agua/Cemento (A/C)	0,35	-
Cemento	362	kg
Agua	127	kg
Agregado Grueso (PG 3-9)	1567	kg
Agregado Fino	0	kg
Volumen de Vacíos Teórico ( $V V_T$ )	20	%
PUV Teórico	2056	kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 1:** Dosificación Final.

## Análisis del comportamiento del hormigón drenante como reservorio

Para estudiar el comportamiento del reservorio elaborado con hormigón drenante, se propone el análisis de una edificación que cuenta con planta baja más dos pisos y una superficie impermeable de 266,09 m<sup>2</sup> como se muestra en la figura 1.

Siguiendo los lineamientos de la Ordenanza N°11.959 se requiere para el sistema convencional con reservorio un volumen de 2750 litros, para el cual se adopta un tanque estándar de 1,50 m de diámetro, una altura de 1,80 m con un diámetro de salida de 40 mm, ocupando un área en la cochera de aproximadamente 1,8 m<sup>2</sup>. El sistema que contiene un repartidor requiere un volumen menor de almacenamiento, de aproximadamente 1500 litros, para el cual se utiliza un tanque de 1,2 m de diámetro, una altura de 1,6 m y un diámetro de salida de 32 mm, ocupando una superficie de 1,1 m<sup>2</sup>.

Para los reservorios de hormigón drenante con y sin infiltración se proponen dos solados de 11,5 x 2,5 m, con una superficie total de 57,5 m<sup>2</sup> y un espesor de 0,25 m, formando parte del sector por donde circulan los vehículos. En la primera alternativa se permitirá la infiltración mientras que en la segunda se colocará un geotextil impermeable, en ambos casos se contará con una salida de 63 mm. Se adopta de forma conservadora una tasa de infiltración constante de 20 mm/h (Michael L. Leming et al, 2014: 7-8).

Uno de los parámetros a tener en cuenta en la dosificación del hormigón es la relación de vacíos. Se debe buscar un punto de equilibrio entre sus propiedades debido a que el incremento de la porosidad produce una disminución de la resistencia, y viceversa.

A medida que el agua se dirige al reservorio, se llega al punto en que se colmata su capacidad y el fluido emerge de la superficie por desborde. Se prevé una boca de desagüe abierta que recibe el excedente y lo dirige directo al sistema urbano, de la misma manera que un sistema convencional.

Para el correcto funcionamiento del sistema, es decir que el agua acumulada pueda salir ya sea por medio de la salida calculada, por desborde o infiltración, es necesario que se garantice un medio que permita un correcto flujo en su interior. Esto se logra procurando la interconectividad entre los distintos puntos del volumen del solado, propiedad fundamental que otorga el uso de hormigón drenante. Además, es conveniente generar una pequeña pendiente de 1:200 que facilite el flujo hacia la salida del reservorio.

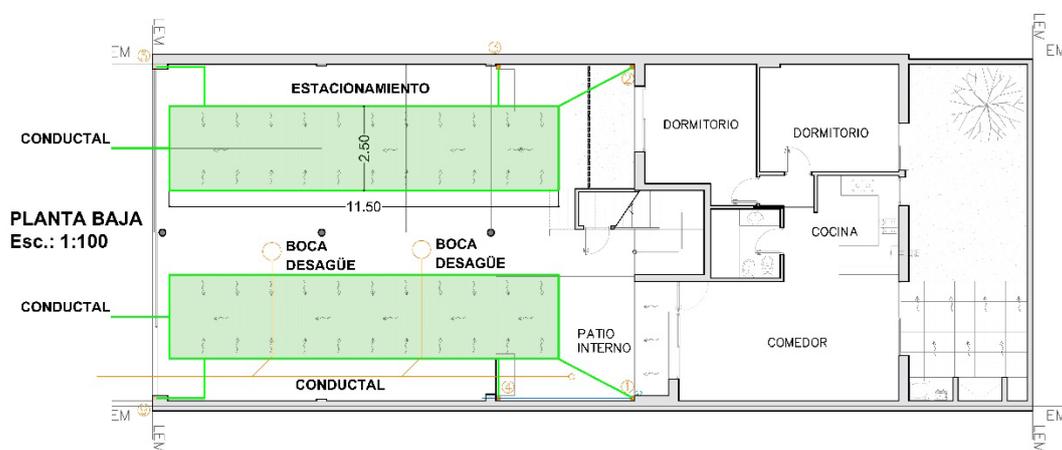


Figura 1: Planta baja con reguladores de hormigón drenante

Continuando con el análisis, se adopta una tormenta de diseño para la ciudad de Santa Fe que se muestra en la figura 2 para un tiempo de recurrencia de 2 años (Alejandro Secchi, Rosana Mazzón, 2013)

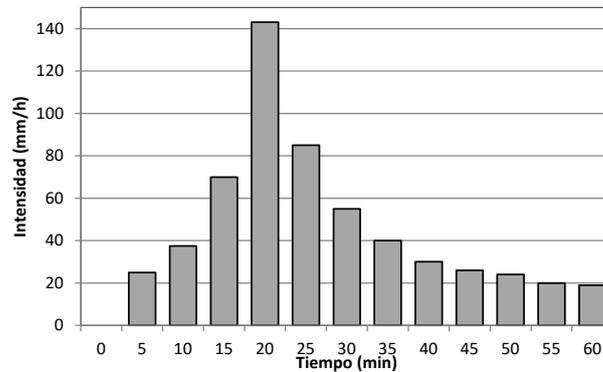


Figura 2: Hietograma de tormenta de diseño  $T_r = 2$  años.

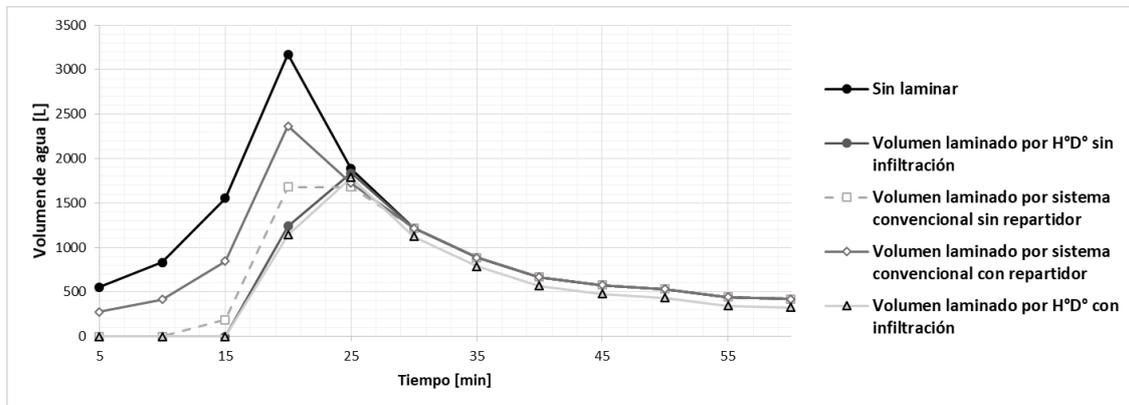


Figura 3: Comparación de volúmenes laminados

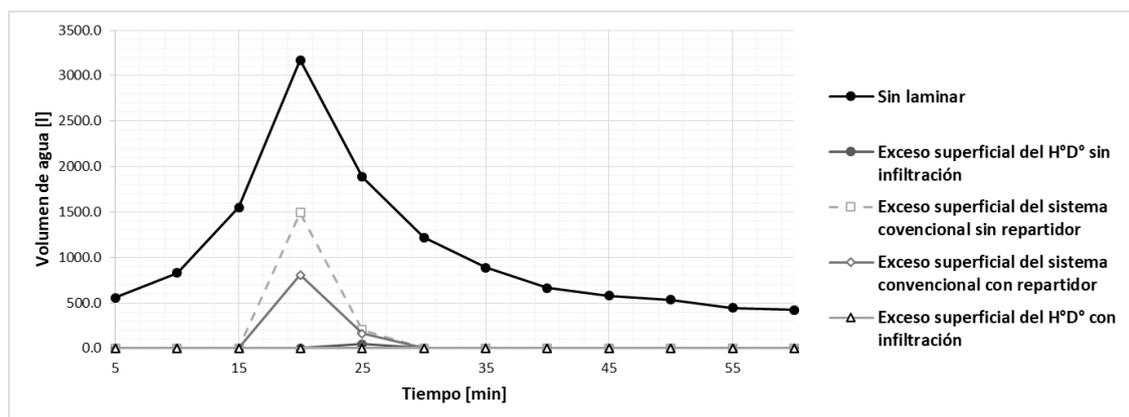


Figura 4: Comparación de volúmenes de exceso

En base al principio de conservación de masas, se realiza para cada alternativa un análisis de equilibrio del sistema en el tiempo. La variable de entrada es el volumen de agua obtenido a partir del hietograma de diseño, mientras que la variable de salida se compone de la infiltración al suelo y conducción al sistema pluvial.

Observando la figura 3 se puede distinguir que el uso del hormigón drenante como reservorio permite reducir los volúmenes de agua de lluvia durante los picos de las tormentas en mayor

medida que ambos sistemas convencionales. En particular, a los 20 minutos (periodo de mayor intensidad) es cuando se aprecia una disminución del 64% y 62% para los reservorios con y sin infiltración respectivamente, mientras que los sistemas convencionales con y sin repartidor presentan un descenso de 25% y 47% del total respectivamente.

De la figura 4 se advierte que los volúmenes liberados superficialmente en el caso de los reservorios propuestos son mínimos en comparación con los actualmente utilizados, llegando a no existir exceso cuando se permite la infiltración.

## Conclusiones

De lo desarrollado en este informe podemos concluir que la utilización de sistemas alternativos de hormigón drenante tiene grandes ventajas en comparación con los comúnmente utilizados: permite reducir los picos de tormentas en mayor cantidad, sin observarse una diferencia apreciable cuando existe infiltración; presenta grandes variedades de diseño ya sea por la versatilidad en su forma o la utilización de aditivos que permiten diferentes colores en el hormigón; evita la pérdida de área útil cuando se lo utiliza como reemplazo del solado, especialmente en edificaciones en altura.

## Referencias

- ACI Committee 522, (2010). *522R-10 Report on Pervious Concrete*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 1-36.
- de Solminihac, H., Videla, C., Fernández, B., Castro, J. (2007). "Desarrollo de mezclas de hormigón poroso para pavimentos urbanos permeables", *Materiales de Construcción*, Vol. 57, 287, 23-36.
- Leming, M.L., Malcom, H.R., Tennis, P.D. (2007). *Hydrologic Design of Pervious Concrete*. Skokie, Illinois, USA: Portland Cement Association, 0-72.
- Nguyen, D.H., Sebaibi, N., Boutouil, M., Leleyter, L., Baraud, F. (2014). "A modified method for the design of pervious concrete mix", *Construction and Building Materials*, 73, 271–282
- Ordenanza N°11.959/13. (2013). "Sistema de regulación de excedentes pluviales", Honorable Concejo Municipal de la Ciudad de Santa Fe, Ciudad de Santa Fe, Santa Fe, Argentina, 1-5.
- Secchi, A., Mazzón, R. (2013). "Regulación de excedentes pluviales en cuencas urbanas", XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje, Buenos Aires, Argentina, 11 al 15 de noviembre.
- Secchi, A., Mazzón, R. (1994). *Nuevas tecnologías para contribuir a la solución de inundaciones en grandes ciudades*. Santa Fe, Argentina: Instituto Nacional del Agua, 0-11.