

# DISEÑO Y ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA DEL RETARDADOR PLUVIAL EN LAS RESIDENCIAS DE LA CIUDAD DE SANTA FE. CASO DE ESTUDIO ORDENANZA N°11.959 DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE

Eje 1: Innovación en sistemas constructivos/estructurales

**Cientibecaria Saposnik Samanta<sup>1</sup>**

**Director CAI+D: Maidana Alberto<sup>2</sup>**

**Director de Beca Bellot Rodolfo<sup>3</sup>**

**Co-director de Beca Aguirre Guillermo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante en FADU – UNL, Argentina, saposniksamanta@gmail.com

<sup>2</sup> Docente en FADU – UNL, Argentina, amaidana@fadu.unl.edu.ar

<sup>3</sup> Docente FADU – UNL, Argentina, arq.bellot@gmail.com

<sup>4</sup> Docente FADU – UNL, Argentina, guillermomartinaguirre@gmail.com

## RESUMEN

El desarrollo de la investigación se estructura en el abordaje de tres ejes temáticos,

1. Definición y análisis del contexto de aplicación de la Ordenanza Municipal N°11959: *Regulación de Excedentes Pluviales* de la Ciudad de Santa Fe,
2. Análisis del objeto de estudio y de antecedentes,
3. Desarrollo del programa de diseño.

En primer lugar, se caracteriza el contexto donde se aplica la normativa, la Ciudad de Santa Fe, históricamente afectada por las inundaciones y anegamientos, para entender el motivo de implementación de la normativa en estudio. Por ello en el primer eje se desarrolla la ubicación geográfica de la ciudad, que se encuentra asentada sobre los valles de inundación de los ríos Paraná y Salado, lo que implica que a lo largo de los años se hayan construido terraplenes y rellenando zonas bajas con el fin de evitar inundaciones lo cual generó como consecuencia otro problema: la obstaculización del escurrimiento natural del agua de lluvia. Por estos motivos surge la Ordenanza citada como una de las soluciones para reducir el riesgo hídrico y la vulnerabilidad a los que está sometida la ciudad; su objetivo es resolver el problema de escurrimiento de los desagües pluviales urbanos, procurando controlar, por parte de los usuarios, los volúmenes de agua caída regulando y retardando su salida a la red.

En el segundo eje se aborda el análisis del objeto de estudio, teniendo en cuenta todos los componentes del sistema planteado por la ordenanza y estudiando casos de aplicaciones de la misma. Considerando que en ponencias anteriores del encuentro este dispositivo ya fue



expuesto, solo se abordarán los puntos más relevantes para el objetivo de la investigación. En este mismo eje se relevan los antecedentes teniendo en cuenta diferentes aspectos que se desean aplicar al rediseño del retardador pluvial, evaluando como un aspecto fundamental la reutilización del agua en pos de contribuir al desarrollo sustentable de las viviendas y al ahorro de un bien no renovable.

Finalmente, en el tercer eje, gracias al análisis realizado en los dos ejes anteriores, se establece el programa de diseño que reúne los condicionantes, requerimientos y premisas que se utilizarán para el posterior diseño del dispositivo. Además este eje mostrará los avances en la conceptualización y el desarrollo de diseño del nuevo producto.

## **PALABRAS CLAVES: RETARDADOR PLUVIAL - REDISEÑO - REUTILIZACION DE AGUA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Trabajo de investigación enmarcado dentro de una Beca de Iniciación a la Investigación Científica otorgada por la Universidad del Litoral, que a su vez se encuentra dentro de un proyecto CAI+D 2016: "Arquitectura Sustentable, desarrollo experimental de un módulo habitacional con consumo de energía "0"".

Ésta investigación indagará acerca del rediseño de los retardadores pluviales en las residencias de la Ciudad de Santa Fe y tomará como caso de estudio Ordenanza municipal N°11.959.

Dicha ordenanza es el resultado de una continua búsqueda de nuevas soluciones para combatir el riesgo hídrico al cual está sometido la ciudad; con su implementación el gobierno plantea resolver el escurrimiento de los desagües pluviales urbanos; por ello la norma procura controlar, por parte de los usuarios, los volúmenes de agua caída regulando y retardando su salida a la red de desagües, para de este modo evitar el ingreso de grandes caudales de agua que los colapsen.

### **2. DESARROLLO**

El desarrollo se basará en tres ejes:

#### **EJE 1. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTEXTO DE APLICACIÓN DE LA ORDENANZA MUNICIPAL N° 11.959**

Para comprender la preocupación acerca de los anegamientos de la Ciudad Santa Fe, y a su vez entender los motivos por los que se sanciona la Ordenanza N°11.959, debemos considerar que la Ciudad de Santa Fe no solo está rodeada de ríos, sino que se alza sobre los valles de inundación de los mismos. Por ello, en pos de intentar proteger la ciudad de las crecidas periódicas de los ríos, se han creado barreras artificiales, es decir que se han construido terraplenes y rellenado zonas bajas, las cuales no solo resguardan la ciudad y permite urbanizar nuevos sectores, sino que además la convierten en una especie de "pozo" lo cual impide el escurrimiento natural del agua. Sumado a que, por su planicie, la zona se caracteriza por el lento escurrimiento de las aguas y la consiguiente formación de numerosas lagunas, arroyos y bañados.

A través del tiempo, estos fenómenos han provocado inundaciones de diferente magnitudes con diversas consecuencias, incluso provocando circunstancias de emergencia y desastres. Por ejemplo, las inundaciones de los años 2003 y 2007. Por un lado, se destaca el desastre hídrico



de abril de 2003 que fue resultado de una combinación de varios factores: naturales, socio-naturales y antrópicos asociados a la ocupación urbana y a sus actividades. De este modo puede decirse que la inundación del 2003 evidencio los problemas y la falta de preparación de la Ciudad para responder ante fenómenos naturales de este tipo.

Por otra parte, en relación a eventos relacionados por precipitaciones de mediana y alta intensidad, a lo largo de los años, diferentes sectores de la Ciudad fueron afectados de forma periódica, pero el más significativo y severo fue el acontecimiento ocurrido en marzo del año 2007.

Cabe mencionar que, según el centro de informaciones meteorológicas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (CIM-FICH), las precipitaciones promedio en la región son del orden de 1200 mm anuales, presentando mayor concentración sobre el semestre octubre-marzo. En las últimas décadas la presencia del fenómeno "El Niño" ha puesto de manifiesto el conjunto de problemas existentes en las áreas urbanas, frente a los fenómenos hidro-climáticos de considerable magnitud y mayor frecuencia.

Bajo estas circunstancias es que surge la Ordenanza en estudio, como una de las tantas soluciones en pos de reducir el riesgo hídrico y la vulnerabilidad a los que está sometida la ciudad; su objetivo es resolver el problema de escurrimiento de los desagües pluviales urbanos, procurando controlar, por parte de los usuarios, los volúmenes de agua caída regulando y retardando su salida a la red.

Dicha ordenanza de la Ciudad de Santa Fe - denominada *Regulación de Excedentes Pluviales* - toma vigencia a partir del 29 de abril de 2013 y establece medidas para retardar o disminuir el escurrimiento del agua de lluvia en obras públicas y en edificaciones privadas. Las medidas incluyen recomendaciones para la parquización, la realización de obras correctivas, revestimientos porosos, la creación de depresiones, el tratamiento de desagües de los techos, la disminución de superficie impermeable, el alargamiento del recorrido de escurrimiento mediante almacenamientos, presas y dispositivos reguladores; estos últimos son el objeto de estudio de esta investigación.

Los dispositivos reguladores, son dispositivos que se instalan en los domicilios privados, su función es retardar y regular el caudal de agua de lluvia que desagota en la red de desagües para evitar grandes caudales de agua y por ende anegamientos o colapso de los mismos. De este modo, con la implementación de la Ordenanza se intenta resolver la problemática del escurrimiento de los excedentes pluviales ante lluvias intensas desde una perspectiva diferente: en lugar de buscar una rápida salida del agua (difícil de lograr debido a las características del contexto) propone manejar esos excesos de forma más eficiente dentro de la ciudad hasta lograr su desembocadura o extracción hacia el río.

## **EJE 2. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO Y DE ANTECEDENTES.**

El sistema planteado por la ordenanza se compone de dos dispositivos: el regulador pluvial (repartidor) y el reservorio. El usuario puede optar por dos tipos de sistemas: reservorio con dispositivo retardador o sin dispositivo retardador. Se debe tener en cuenta que, si el usuario opta por instalar el sistema sin regulador el reservorio deberá tener mayor capacidad de almacenaje debido a que aumentará el volumen de agua que debe recolectar.



A continuación se describen ambos dispositivos planteados en la ordenanza:

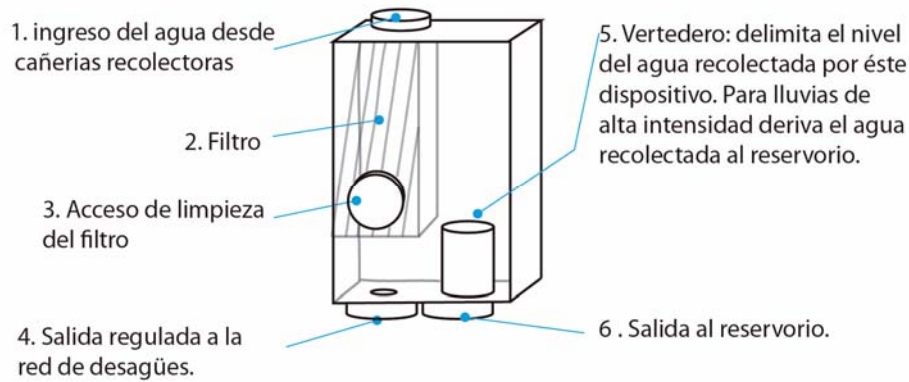


Fig. 1. Dispositivo repartidor planteado en Ordenanza

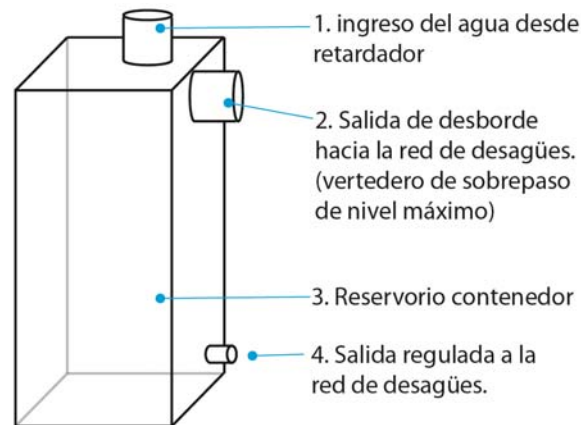


Fig. 2. Reservorio planteado en Ordenanza

Las medidas de ambos dispositivos dependerán de los volúmenes calculados para cada caso específico ya que están directamente relacionados a la superficie impermeable del lugar. A su vez, los diámetros de las bocas de salida hacia la red de desagües también varían en relación a esta superficie y sus características.

Los dispositivos que se instalan actualmente, si bien recolectan el agua de lluvia no la almacenan para un posible uso posterior, simplemente la recogen para conducirla de forma controlada y regulada hacia la red de desagües de la ciudad, ahora bien, ¿por qué no aprovecharla?

En relación a esto, el informe presentado por el Instituto Nacional del Agua, Centro Regional Litoral Nuevas tecnologías para contribuir a la solución de inundaciones en grandes ciudades. (Secchi A., Mazzón R., Giacosa R. y Bianchi H. (1994) establece: “Como variante posible, si los usuarios lo requieren, el reservorio pueden ser utilizados para retener total o parcialmente el agua de lluvia acumulada, este volumen podrá ser utilizado con fines de riego, lavado, fines industriales, etc., pero nunca como agua potable para consumo. Para estos casos, se deberá prever en el reservorio una llave de paso para ser operada por el usuario, y anular el orificio de desembalse.”

Es fundamental mencionar que el primer acercamiento a este dispositivo fue desarrollado y diseñado alrededor de 1994 luego de un estudio realizado por el INA - CRL (Instituto Nacional del



Agua – Centro Regional Litoral), y desde entonces el dispositivo no ha evolucionado ni ha sido analizado en búsqueda de posibles mejoras de su diseño, su materialización, o posibles usos complementarios; de allí la importancia de ésta investigación.

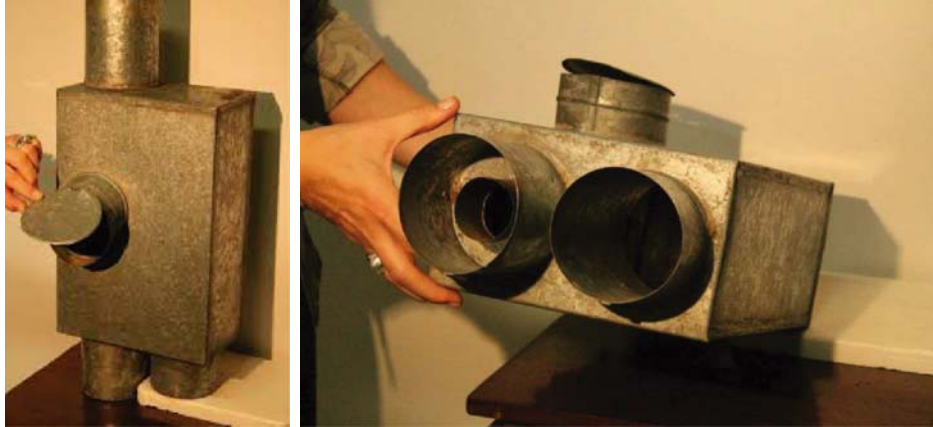


Fig. 3. Dispositivo repartidor - Fuente: Gobierno de la Ciudad de Santa Fe

Ahora bien analicemos el dispositivo repartidor. Su función es derivar el agua de lluvia dependiendo de su intensidad hacia el desagüe o hacia el reservorio. Éste posee ciertas falencias, en primer lugar no es un producto que se encuentre en el mercado de manera estándar sino que debe ser realizado por pedido para cada caso en particular, motivo por el cual considero que los usuarios por lo general deciden no incorporarlo al sistema. El dispositivo utilizado actualmente (fig. 3) es un objeto rústico, de fabricación manual-artesanal y está construido de metal plegado por lo que posee aristas agudas, posibles causantes de acumulación de suciedad y agua, pudiendo provocar el deterioro del material.

Por otro lado, en cuanto al reservorio podemos decir que los formatos más comunes y utilizado en la actualidad están relacionados a los tanques de agua que se encuentran en los mercados, pero también se encuentran, en algunos casos, tanques de cemento construido *in situ*.

En los casos donde se utilizaron tanques plásticos para adaptarlos a los requerimientos del sistema se le mecaniza una salida inferior donde se conecta, mediante tuberías, un dispositivo retardador simplificado con salida a una rejilla de desagüe (fig. 4); se manifiesta claramente aquí, que el sistema no está diseñado en su totalidad, sino que las instalaciones se adaptan a los diferentes requerimientos según lo que se encuentre disponible en el mercado; esto a la vez evidencia una yuxtaposición de elementos sin correlación estética entre los mismos y que no se leen como un todo, sino como dos dispositivos diferentes interconectados por cañerías.

De este modo, podemos definir que la fabricación del reservorio se materializa a través de la yuxtaposición de componentes. Por un lado, componentes estándares y por otro un segundo repartidor. Para conectar este último, se mecaniza en la base del tanque un orificio donde luego se conecta el dispositivo retardador que desaloja el agua sobre una rejilla del conducto de desagües de la vivienda. Asimismo, podemos definir que la fabricación del sistema es totalmente improvisada durante su instalación, no existe un diseño previo del dispositivo, lo que genera que visualmente el dispositivo no se lea como un producto sino como diferentes componentes unidos de forma rústica.



Fig. 4 Dispositivo instalado en edificio Güemes esquina Córdoba – Ciudad de Santa Fe

Asimismo se hace evidente que el sistema no presenta relación estética alguna ni una concordancia con su entorno, ni siquiera entre un componente y otro del sistema sino que, como se mencionó con anterioridad, es una yuxtaposición de componentes interconectados por tuberías.

Finalmente para concluir con el análisis de los casos donde se aplicó la ordenanza, cabe mencionar que - según la Municipalidad de Santa Fe de los años 2013-2016 - los usuarios eligen con mayor frecuencia instalar sistemas del tipo sin retardador pluvial. (Orecchia D.S., Aguirre G.M. y Puig S.E. (2017)). Ahora bien, ¿por qué los usuarios optan con mayor frecuencia instalar el sistema sin regulador? ¿Podría considerarse que el motivo es, en parte, que no existe un producto que se encuentre disponible en el mercado santafesino como una pieza estándar?

Por último, continuaremos con el análisis de antecedentes, en relación a ello no se encontró un producto que cumpla todos los requerimientos de funcionamiento del sistema pero si se hallaron diferentes sistemas de recolección y reaprovechamiento de agua de lluvia. Estos fueron analizados para luego crear diferentes pautas de diseño.

Los productos/proyectos analizados fueron:

- *Raindrop*: Prototipo receptor de agua de lluvia, estudio de diseño de productos Bas van der Veer
- Sistema de Captación Pluvial – Rotoplas: Recolector y almacenador de agua de lluvia para viviendas en zonas rurales.
- *Lluevelluvia*: Sistema de captación de agua de lluvia para usar como agua potable diseñado por la empresa Ideas Sostenibles
- Concepto de filtro recolector de agua de lluvia: Publicado en *Behance* por el diseñador mexicano Cesar Avalos
- Tanque de almacenamiento de agua (apilable): *WaterPrepared*: diseñado para acumular agua potable en situaciones de emergencia.

### EJE 3. PROGRAMA DE DISEÑO Y CONCEPTUALIZACIÓN

Podríamos decir que hasta este punto, se hallaron cuatro resultados parciales de la investigación que darán pie al desarrollo del rediseño del nuevo dispositivo:



1. El sistema es deficiente considerando que a pesar de que recolecta el agua no la aprovecha.
2. Los usuarios optan con mayor frecuencia instalar el sistema sin regulador, y por ello requieren de un mayor volumen de almacenado.
3. El sistema no presenta concordancia estética entre sus componentes ni con el entorno que lo rodea
4. No existe en el mercado regional un producto integrado que satisfaga todas las necesidades.

En un primer lugar se plantea el problema de diseño a resolver: Rediseño de los retardadores a fines de crear un dispositivo acorde a las necesidades socio-humanas, estético- formales y técnico-funcionales y que se corresponda con el resto del edificio, así como entre los componentes del conjunto; además deberá contribuir al uso eficiente del agua permitiendo el re aprovechamiento de la misma.

Por otro lado, para poder comenzar el diseño del producto acorde a una necesidad específica, se planteará para una Vivienda Universal de dos habitaciones planteada por el Gobierno de Santa Fe, de esta forma, se podrá establecer la cantidad de litros que el dispositivo deberá almacenar para que la familia lo reutilice en el futuro. Una vez concretado el diseño se podrá buscar la manera de adaptar al mismo a otros tamaños de viviendas o a las necesidades y requerimientos de cada usuario.

Una vez establecido el usuario y contexto, se continúa con el desarrollo de dos posibles conceptos de diseño:

- Reguladores disponibles en medidas estándares (al estilo de los tanques de agua que se comercializan actualmente de diferentes capacidades pre establecidas); o bien,
- Sistemas de productos modulares con piezas intercambiables y combinables que permitan adaptarlo a cada situación (por ejemplo, diferentes orificios de salida regulada intercambiables según los requerimientos de cada caso, o un reservorio único con posibilidad de interconexión con otro u otros).

Al mismo tiempo que se desarrolla el programa de diseño que establecerá los parámetros y limitantes permitiendo una toma de decisión acertada.

Condicionantes:

- Ordenanza N°11.959: Sistema de regulación de excedentes pluviales
- Normas de O.S.N.
- Regular la salida del agua pluvial a la red de desagüe
- Contacto interno constante con agua de lluvia
- Contacto constante con agentes externos: lluvias, vientos, sol
- Lluvias de intensidad media de 60 mm/hora
- Presencia de suciedad en áreas de recolección
- Accesibilidad económica
- Reducir como mínimo un 50% del caudal máximo a evacuar
- Diámetro de salida del caño de lluvia
- Instalación en exteriores
- Dimensiones acorde a cada caso
- Debe adaptarse a diferentes situaciones



- Fácil construcción
- El agua estancada se pudre
- Volumen mínimo de agua recolectado según ordenanza: 365Lts (para dicha vivienda que posee 70m<sup>2</sup> de superficie impermeable)

#### Requerimientos:

- Recolectar y almacenar el agua para uso posterior
- Garantizar la correcta circulación del fluido
- Permitir el acceso del usuario para la limpieza
- El diámetro de salida hacia el desagüe debe ser calculado según Ordenanza
- Adaptabilidad a los elementos estándares propios de la instalación (ej cañerías)
- Soportar las adversidades del tiempo como así también los rayos UV
- Material liviano, resistente, fácil de unir
- Requiere de un filtro
- Fácil limpieza y accesibilidad para tal fin
- Material Impermeable
- Material resistente a: rayos UV; corrosión
- No alterar las características químicas del líquido (sabor, color, olor, potabilidad, etc.)
- No desprender ni acumular sustancias nocivas que puedan alterar el líquido
- Tener propiedades físicas y químicas estables en el tiempo
- Fabricación local
- Llave de desagote
- Salida al desagüe regulada y controlada
- Volumen a almacenar según uso de agua en exterior: entre 500 y 1000 Lts
- Poseer un respiradero para oxigenar el agua almacenada
- Poseer una salida de rebalse, para casos de lluvias que superen el volumen posible de ser recolectado. Pero esta salida a su vez debe ser retardada en un primer nivel, y en otro desagotada caso de superar el nivel deseado de recogida de agua y una canilla de desagote que será la misma para usar el agua.

#### Premisas:

- Debe ser modular
- Adaptable al plan de viviendas universal de 2 habitaciones (vivienda tipo establecida)
- La superficie a ocupar por el dispositivo deberá ser igual o aproximada a la superficie de un termo tanque familiar (a saber: diámetro promedio del termo tanque 45/50 cm)
- Materiales: PVC, ABS, polietileno, Chapa de Aluminio, Chapa Galvanizada
- De ser plástico deben ser tratados para resistir rayos UV
- Poseer una malla de tapa de las canaletas para actuar de filtro
- Poseer una boca de acceso de limpieza a cada componente
- Esquinas suaves y redondeadas
- Colores claros que repelan el calor
- Material opaco para aumentar su durabilidad





### 3. CONCLUSIONES

Si bien la Ciudad de Santa Fe no se caracteriza por la escasez de agua se podría complementar al sistema planteado por la Ordenanza con el aprovechamiento del agua contribuyendo al uso consciente y eficiente de la misma, por ser esta un recurso natural no renovable.

Se debe considerar que con el dispositivo planteado actualmente en la Ordenanza N° 11.959 el agua ya es recolectada - para luego desagotarla de forma controlada a la red de desagües - ésta podría ser almacenada para su posterior uso en actividades que no involucren el consumo humano (aseo de veredas y vehículos, riego, etc.). De éste modo no solo se ahorrarían agua potable, sino también recursos destinados a la potabilización de la misma.

Se evidencia que los usuarios optan con mayor frecuencia instalar el sistema sin regulador; concluyo que esto se debe a que no se encuentra disponible en el mercado regional un producto integrado que satisfaga todas las necesidades y que resolver el problema combinando y adaptando diferentes piezas estándar a los dispositivos retardadores que son rudimentarios y de fabricación artesanal resulta mucho más práctico y rápido a pesar de que no es la solución ideal.

Por ello el dispositivo a diseñar debería poder conseguirse en el mercado como un producto prefabricado, posible de adaptarse a las necesidades y requerimientos de cada usuario, pre estableciendo diferentes capacidades de recolección de agua ya que las dimensiones de los sistemas varían en relación con los m<sup>2</sup> de los edificios/viviendas.

### BIBLIOGRAFÍA

Decreto H.C.M.S.F Reglamentario N°701/13 (2013)

Gobierno de la Ciudad de Santa Fe (2014). Revista Aprender de los desastres. *La gestión local del riesgo en Santa Fe, a 10 años de la inundación de 2003*. Santa Fe (Argentina). Ed. Secretaría de Comunicación y Dirección de Gestión de Riesgos del Gobierno de la Ciudad.

Gobierno de la Ciudad de Santa Fe (2015). *Revista Mi ciudad mejor preparada*. Santa Fe (Argentina). Ed. Secretaría de Comunicación del Gobierno de la Ciudad.

Ordenanza H.C.M.S.F N°11959/13 (2012). *Sistema de regulación de excedentes pluviales*. Santa Fe, Argentina.

Orecchia D.S., Aguirre G.M. y Puig S.E. (2017) *Ponencia: Sistema de regulación pluvial de la Ciudad de Santa Fe, un abordaje pedagógico y tecnológico de la asignatura de instalaciones I y II*. Santa Fe (Argentina).

Secchi A., Mazzón R., Giacosa R. y Bianchi H. (1994). *Nuevas tecnologías para contribuir a la solución de inundaciones en grandes ciudades*. Santa Fe (Argentina). Ed. Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Litoral.