

# **EL DRENAJE URBANO SOSTENIBLE**

**Ing. Carlos Corzo Bacallao<sup>1</sup>**

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca  
Km.3, Matanzas, Cuba.*

## Resumen.

Una de las problemáticas existentes en la actualidad en el entorno de las ciudades, es la pérdida de superficie permeable como consecuencia de la urbanización que se realiza en las mismas. Esta urbanización conlleva la impermeabilización de zonas extensas que con anterioridad, y de forma natural, eran capaces de gestionar el agua de lluvia que recibían.

Se aborda la problemática tomando como base a la ciudad de Matanzas.

*Palabras claves: Drenaje; Inundaciones; Racionalidad*

---

## Introducción

### La ciudad de Matanzas

Sin pretender hacer una historia del desarrollo urbanístico de la ciudad de Matanzas, no caben dudas que éste se ha producido sin tener en cuenta en muchas ocasiones este fenómeno.



(1)



(2)



(3)

Calle Pilar (1947)



(4)

Calzada de Tirry (1947)



(5)

Calle Covadonga (1941)

Aunque el caso de la ciudad de Matanzas no resulta uno de los más evidentes de desarrollo urbanístico desmesurado, para tener una idea de la influencia de la urbanización en la pérdida de permeabilidad de los suelos podemos comparar las siguientes fotos:



(6) Parque "René Fraga" 1929 - 2010

Se puede apreciar de forma general la pérdida progresiva de superficies permeables. En el caso específico de la Calzada de Tirry (además de Ayllón y otras calles) los pavimentos eran adoquinados y a partir de criterios modernistas pasaron a ser asfálticos con evidente pérdida de permeabilidad.

### Algunos criterios del escurrimiento.

- a) Se estima como media que en una zona natural, sin urbanizar, el porcentaje de agua que se gestiona de forma natural sin producir escorrenría, la cual se vierte a los cauces naturales, es de un 95%.



Fig. 1

- b) En el caso de una zona urbanizada de baja densidad, como pueden ser entornos rurales y zonas residenciales fuera de los núcleos de las ciudades, el valor de infiltración decrece hasta un 30%, con lo que se genera una escorrenría del 70%.

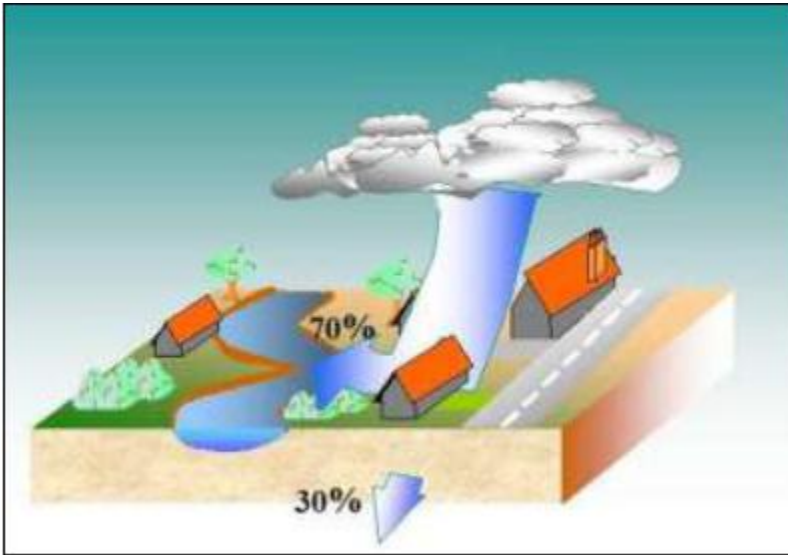


Fig. 2

c) En el caso de una zona urbana de alta densidad, como pueden ser las ciudades de una cierta envergadura, prácticamente el valor de infiltración es despreciable y se genera un 95% de escorrentía superficial que es necesario drenar y gestionar para poder obtener unas condiciones óptimas de habitabilidad.

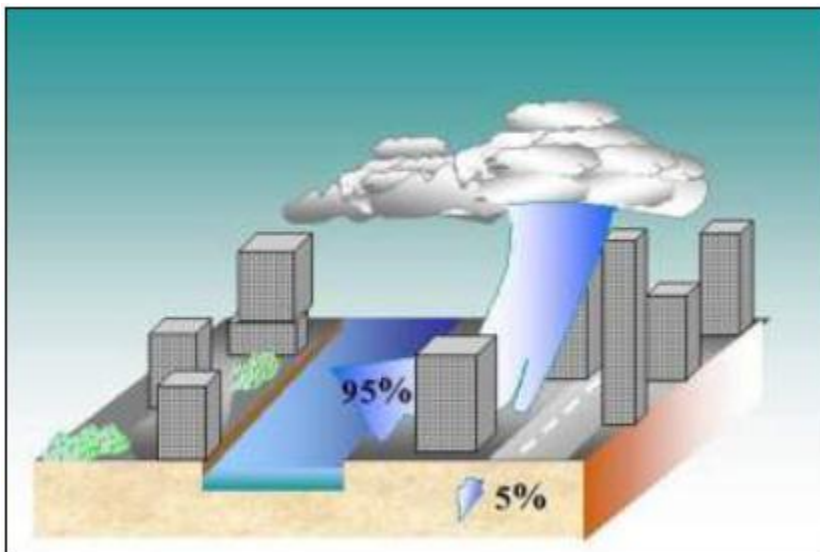


Fig. 3

### Algunas características específicas de la ciudad de Matanzas

- 1- Su desarrollo urbanístico, aunque evidente, no ha resultado “explosivo” si lo comparamos con La Habana, por ejemplo.
- 2- La atraviesan tres ríos de relativos altos caudales:  
Yumurí  
San Juan

## Canímar

- 3- El drenaje natural del entorno siempre ha fluido hacia la bahía fundamentalmente a través de los ríos antes mencionados, por encontrarse la ciudad en una planicie costera anteriormente de forma generalizadamente pantanosa, rodeada de colinas cársicas que han limitado y limitan su expansión natural desde el punto de vista urbanístico.

Habría que agregar que incluso su fundación respondió fundamentalmente a criterios militares como protección del flanco oriental de la capital, aunando esta situación a la existencia de una magnífica bahía, sin que las condiciones naturales desde el punto de vista de la salubridad del entorno pantanoso de sus riveras haya influido demasiado.

Esta situación ha generado situaciones complejas desde el punto de vista del drenaje que se han manifestado con mayor o menor gravedad a lo largo de su historia y que aún hoy se mantienen, entre otros:

- a) Barrio de La Marina
- b) Áreas bajas de la desembocadura del Yumurí en el barrio de Versalles.
- c) Áreas colindantes a la desembocadura del San Juan en Pueblo Nuevo.

Resulta evidente que con el incremento de las urbanizaciones el aporte del escurrimiento desde las zonas altas se ha visto incrementado (ver fotos 6).



(7) Matanzas  
2010

## Las Inundaciones:

Uno de los más importantes problemas o al menos el más visible, derivado en parte de la impermeabilización de las zonas urbanas es la formación de inundaciones localizadas tras lluvias intensas y huracanes.

Uno de los mayores huracanes que afectaron la ciudad de Matanzas se produjo en 1871, sobre el cual existe abundante información. Fue catalogado entonces como “El Desastre de Matanzas”

Posteriormente se produjeron inundaciones con intensidades diversas.



(8) Inundación en la zona aledaña a la estación ferroviaria de “Hershey” (1933)



(9) Área de la inundación referenciada en foto satelital de 2010.

### **Inundación moderada en Versalles, Matanzas (Junio, 2012)**



10)



(11)

### **Algunas consideraciones erróneas sobre las posibles causas de las inundaciones en la zona aledaña al río Yumurí.**

Se han hasta generalizado comentarios acerca de la causa de algunas de las inundaciones recientes, específicamente las ocurridas en las márgenes del río Yumurí y San Juan en 1998 y las del primero en el año 2012.

Se ha planteado en este último caso que se han debido a la apertura o desagüe de una presa (micro presa) en Canasí, lo cual no es correcto ya que la influencia de la misma ha sido totalmente despreciable.

Aunque no es el objetivo principal de este trabajo, considero que es importante hacer referencia al mismo, no por el hecho como tal, sino porque enmascara sus verdaderas causas y como consecuencia enmascara la posibilidad de abordar el problema a partir de la adopción de las medidas oportunas que pudieran prevenir y mitigar los efectos de estas inundaciones.

Como se aprecia en las fotos de las inundaciones (Noviembre 3 de 1930), el peligro potencial existe de forma real ya que no se ha adoptado ninguna medida preventiva al respecto, incluso las condiciones han empeorado debido al incremento de las urbanizaciones y con ello el incremento potencial de los escurrimientos ante una misma probabilidad de lluvia.

Las causas reales se deben a la misma dinámica del ascenso de las aguas intrínseco de las inundaciones en las llanuras laterales del cauce principal y a las características específicas de la desembocadura hacia el mar del río Yumurí, lo cual no es objeto de este trabajo.

### **La sostenibilidad del drenaje urbano**



- 1- **CANTIDAD:** el aumento de las superficies impermeables en el entorno de las ciudades hace que la cantidad de agua de escorrentía aumente y sea un problema para las infraestructuras que se dimensionan sin tener en cuenta los desarrollos futuros.
- 2- **CALIDAD:** las aguas pluviales van perdiendo calidad a medida que avanzan en su camino a través de las infraestructuras de drenaje y saneamiento convencional, mezclándose con las aguas negras y generando la necesidad de tratamientos, ya de por sí escasos. Así, la naturaleza y el régimen de frecuencias totalmente diferenciado de las aguas de lluvia hacen que las depuradoras, de existir, no puedan funcionar correctamente.
- 3- **SERVICIO:** la disminución de superficies naturales y espacios naturales presionados por la escasez de áreas habitables, repercute directamente en la calidad de este mismo espacio y en el servicio ofrecido por la ciudad a la sociedad.



Fig. 4. SUDS: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

En el esquema SUDS, podemos apreciar que solamente el área de solape de los tres círculos pudiera resultar la solución adecuada en lo que se refiere al drenaje y que evidentemente debe formar parte de una solución urbanística integral.

Normalmente ha existido la tendencia de aislar el problema del drenaje y de su sostenibilidad del resto de los problemas a resolver, lo que cada vez más se manifiesta como un grave error.

De hecho, es imprescindible considerar el ciclo del agua en toda su magnitud como factor imprescindible e integrante del medio ambiente, sobre todo en las condiciones no favorables de la ciudad de Matanzas.

## **Clasificación de los SUDS**

### **Sistemas de infiltración o control en origen**

- Superficies permeables
- Pozos y zanjas de infiltración
- Depósitos de infiltración

#### **Sistemas de transporte permeable**

- Drenes filtrantes o drenes franceses
- Cunetas revestidas con vegetación
- Franjas filtrantes

#### **Sistemas de tratamiento pasivo**

- Depósitos de detención
- Estanques de retención
- Humedales artificiales

#### **Sistemas de infiltración o control en origen:**

Se trata de sistemas que, con independencia de que pueden interconectar a otros sistemas, pueden por sí mismos cerrar el ciclo del agua conectando la superficie con el sustrato permeable.

Un elemento característico lo constituyen los parqueos y superficies tratadas con adocretos y bloques de hormigón.

Los drenajes viales conectados a las capas filtrantes a partir de “sub drenes” o “pozos de infiltración” son también soluciones que empleadas racionalmente y en su conjunto disminuyen el aporte incontrolado de los escurrimientos.

Las áreas permeables permiten incorporar al diseño urbano otras ventajas como el almacenamiento y reutilización de aguas pluviales, o la infiltración a los acuíferos naturales, lo que, con independencia de que no ha resultado una práctica natural son aspectos que al menos se deben considerar.



(12) Zanja de infiltración (rellena con grava)

## Sistemas de transporte permeable

Se trata de dispositivos cuya misión principal es la de transportar el agua pluvial hacia otros sistemas de tratamiento mayor o a los lugares de vertido.

La infiltración progresiva disminuye el aporte del escurrimiento.



13; 14) Drenes laterales utilizados en las vías y empleo de adocretos.



15) Cunetas revestidas con vegetación (césped con “firme” permeable)

## Sistemas de tratamiento pasivo:

Son aquellos ubicados al final de la red para almacenar aguas pluviales previamente a su vertimiento a un órgano receptor. Pudiera formar parte de un tratamiento posterior o constituir un “regulador” de avenidas.

### **Conclusiones.**

A modo de conclusiones una relación de aspectos cuyo orden no significa prioridad.

- 1- Por las características de la ciudad de Matanzas la situación de los drenajes es muy compleja.
- 2- Existe un nivel de riesgo importante con relación a posibles inundaciones ante eventos meteorológicos extremos.
- 3- Es necesario profundizar el estudio de las cuencas que aportan a los ríos que cruzan la ciudad, incorporando y sistematizando las mediciones de la pluviometría, incluyendo el estudio de las intensidades.
- 4- Las soluciones de drenaje deben ser abordadas de forma integrada y formando parte de las soluciones urbanas, incorporando criterios de sostenibilidad.
- 5- Es posible generar sistemas de aviso temprano ante posibles inundaciones con la implementación de softwares avanzados como el HEC – RAS u otros.
- 6- El tratamiento de las márgenes de los ríos San Juan y Yumurí pudiera considerarse como uno de los aspectos a tener en cuenta integrando el posible dragado de estos ríos, tratamiento urbanístico y reanimación de las calles aledañas.
- 7- Como en la generalidad de los casos y considero que Matanzas no es una excepción, la recuperación de la ciudad solamente es posible si esta actividad es auto sostenible, es decir, que en la misma medida que se intervine, aporte los recursos financieros necesarios de forma progresiva y armónica.  
Más que lograr una meta previsible (una determinada plaza o bulevar, por ejemplo), es imprescindible la adopción de una política de auto sostenibilidad.
- 8- El diseño urbanístico debe subordinarse a los criterios de auto sostenibilidad y conservación ambiental en el cual, en el caso de Matanzas, la percepción del riesgo por inundaciones y la adopción de métodos de diseño y concepción de los drenajes urbanos auto sostenibles deben ser abordados con todo el rigor técnico posible.
- 9- La incorporación del estudio exhaustivo de las cuencas hidrográficas que aportan los mayores volúmenes de agua a la ciudad debe integrarse a la concepción del drenaje auto sostenible de la misma.

## **Bibliografía.**

Ven Te Chow. 2004. Hidráulica de Canales Abiertos.

Corzo, Carlos M. 2008. Inédito. Programa para cálculo de canales de doble sección trapezoidal.

Rodríguez Bayon, Joseba, 2009. Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción, Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Santander. Universidad de Cantabria.

Norma OS.060. Perú. Bajado: [www.construccion.org](http://www.construccion.org) / [icg@icgmail.org](mailto:icg@icgmail.org)