

Eje 4– Sesión 3 – Saneamiento urbano y gestión de aguas pluviales: Un reto integrado

**CONFERENCIA
LATINOAMERICANA
DE SANEAMIENTO**

Innovación, inclusión y resiliencia:
El saneamiento que impulsa salud,
equidad y sostenibilidad en América
Latina y el Caribe.

Punta Cana, Junio 2-4.





Axis 4– Session 3 – Urban sanitation and stormwater management: An integrated challenge.

**LATIN AMERICAN
SANITATION
CONFERENCE**

Innovation, inclusion, and resilience:
Sanitation to promote health, equity, and
sustainability in Latin America and the
Caribbean.

Punta Cana, June 2-4.





Eje 4 – Sesión 3 – Saneamiento urbano y gestión de aguas pluviales: Un reto integrado.

TÍTULO:
PROBLEMÁTICA DE LAS AGUAS PLUVIALES Y DE LAS AGUAS DE INFILTRACIÓN E INCONTROLADAS. CLAVES EN LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

Autor: Joaquín Suárez López



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



**Grupo de Enxeñaría
da Auga e do
Medio Ambiente**



Axis 4– Session 3 – Urban sanitation and stormwater management: An integrated challenge.

TITLE:
**THE PROBLEM OF RAINWATER AND
INFILTRATION/INFLOWS
KEY FACTORS IN THE SEARCH FOR SOLUTIONS**

Speaker: Joaquín Suárez López



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



**Grupo de Enxeñaría
da Auga e do
Medio Ambiente**



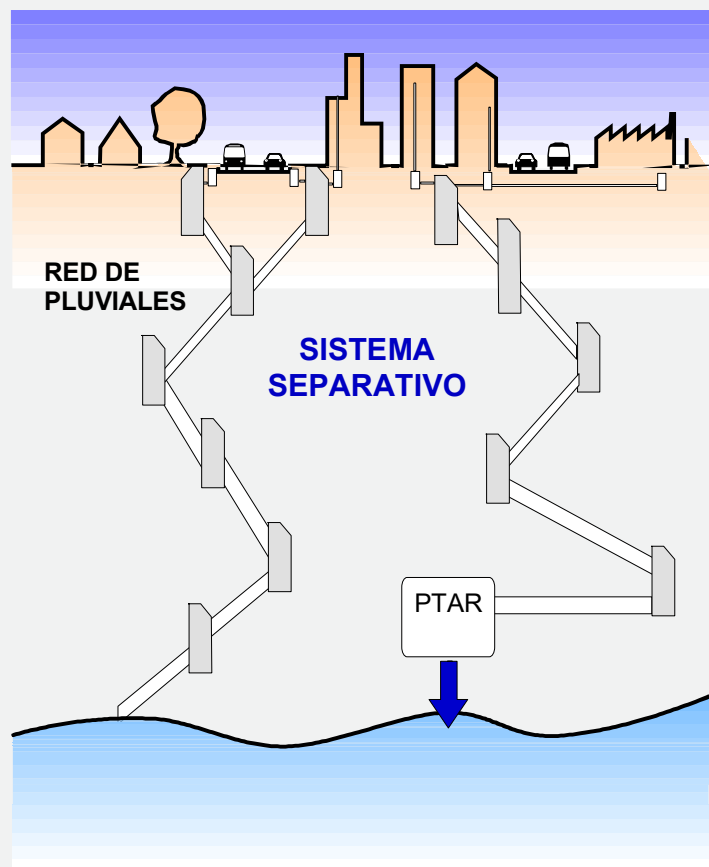
SANEAMIENTO SEPARATIVO y/o COMBINADO

Modelos ideales

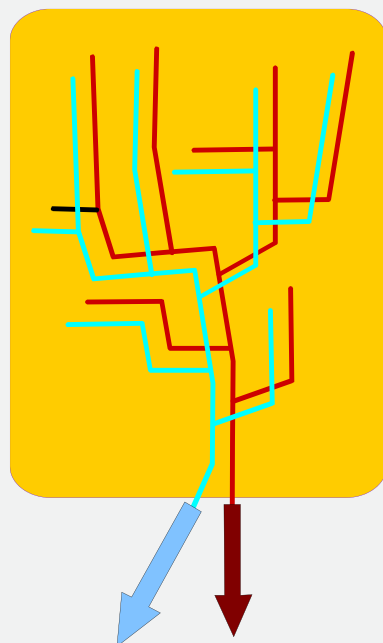


TIPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO

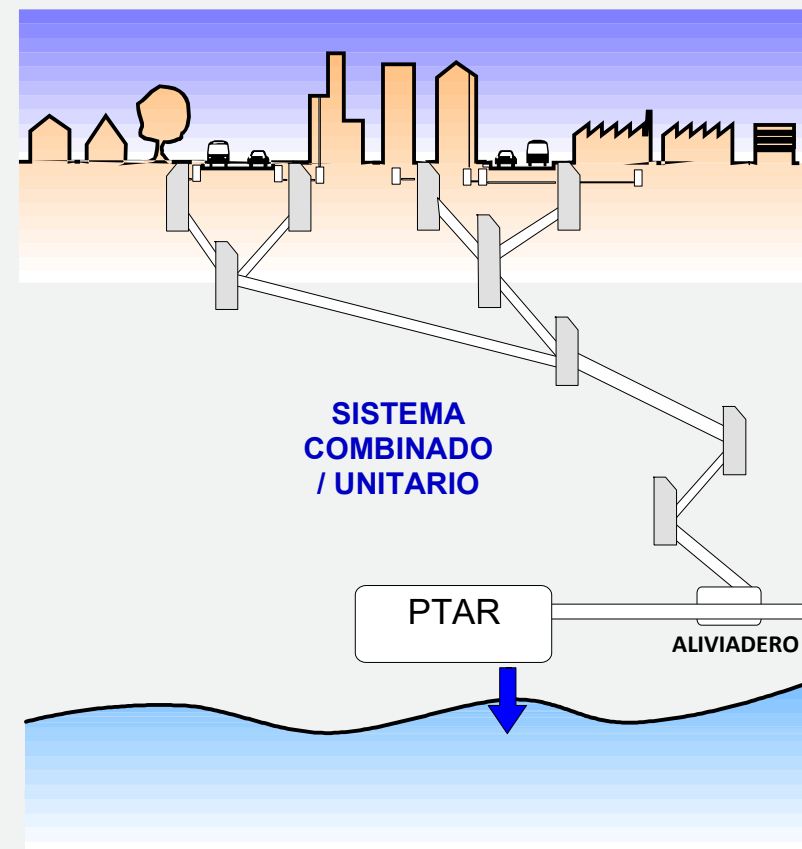
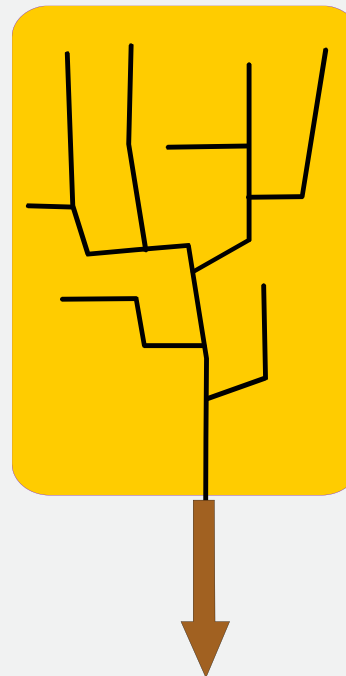
Modelos ideales



SEPARATIVO



COMBINADO



- ✓ **Combinado**, tradicional en centro de las ciudades, en cascos históricos, cuando **no había preocupaciones ambientales**.
- ✓ En tiempo seco la **PTAR trabaja cómoda en ambos**.
- ✓ En tiempo de lluvia aparecen problemas en los combinados.
- ✓ En los nuevos desarrollo urbanos se obliga a utilizar los **separativos**.

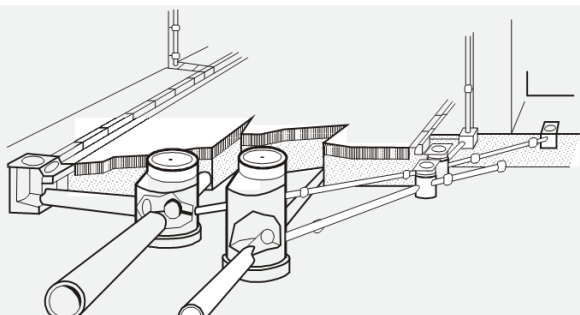
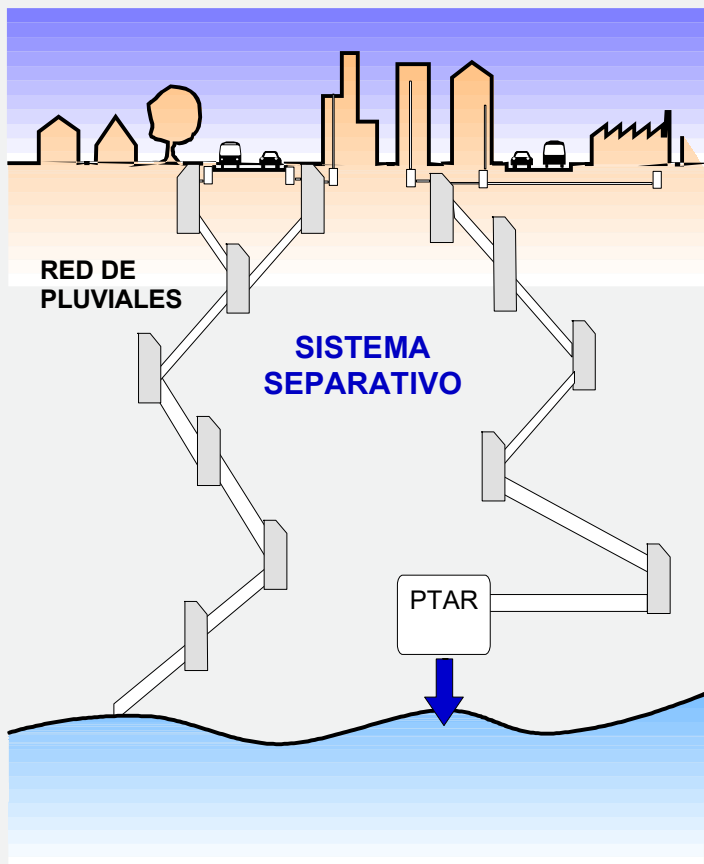


TIPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO

Modelo ideal “separativo”

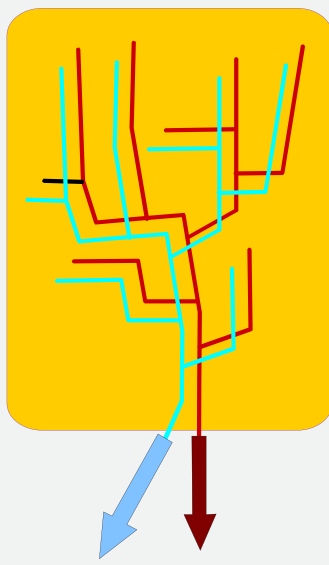
VENTAJAS:

- ✓ Hasta la depuradora sólo se transporta el caudal de agua residual, lo que **disminuye diámetros de los conductos y tamaño de la PTAR**
- ✓ La PTAR trabaja con unas **variaciones de caudales y cargas** contaminantes “**mínimas**”. Mayor eficiencia. Biológicos más estables.
- ✓ **Volúmenes bombeados y de tratamiento menores.** Ahorro en la explotación y mantenimiento.



INCONVENIENTES:

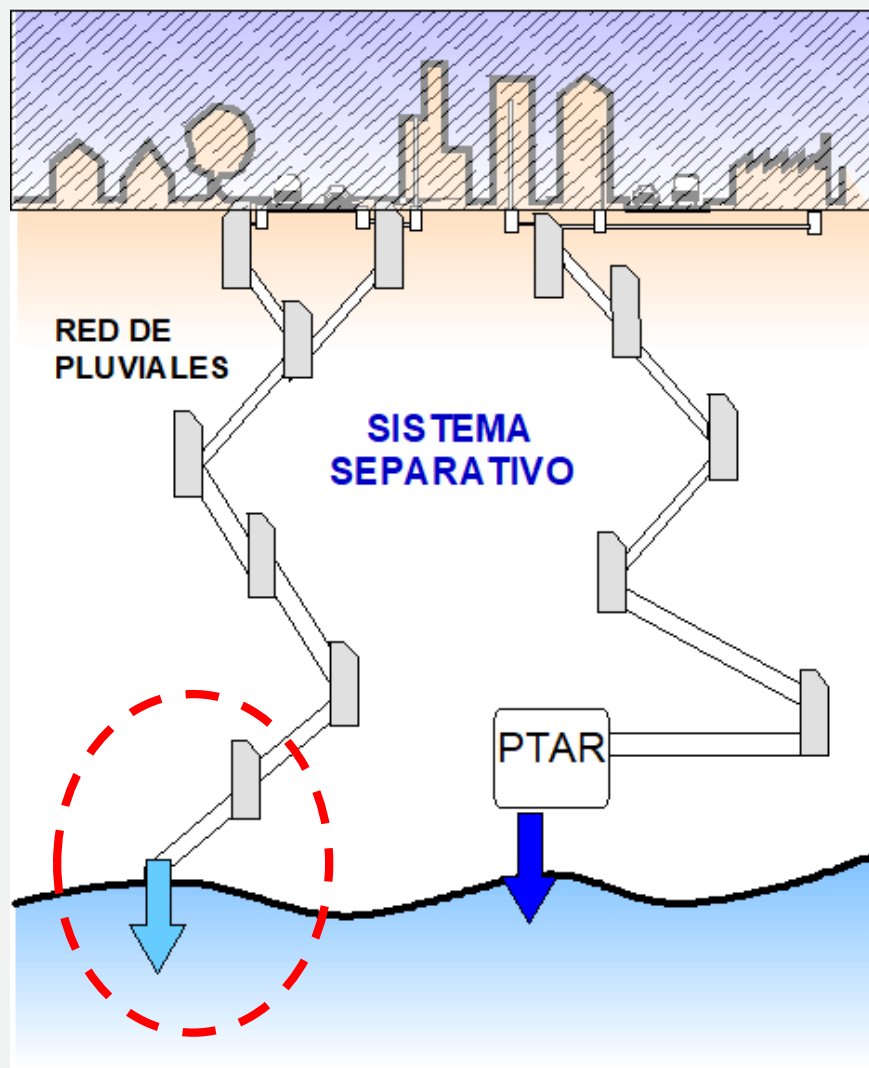
- ✓ **Coste de inversión superior**, como norma general, ya que **se doblan los metros lineales** de colectores a colocar.
- ✓ **Mayor coste de explotación y mantenimiento EN REDES** (tareas de inspección, limpieza de sedimentos y reparación de roturas se multiplican)
- ✓ El **control de vertidos y conexiones a REDES de alcantarillado** debe ser mucho mayor



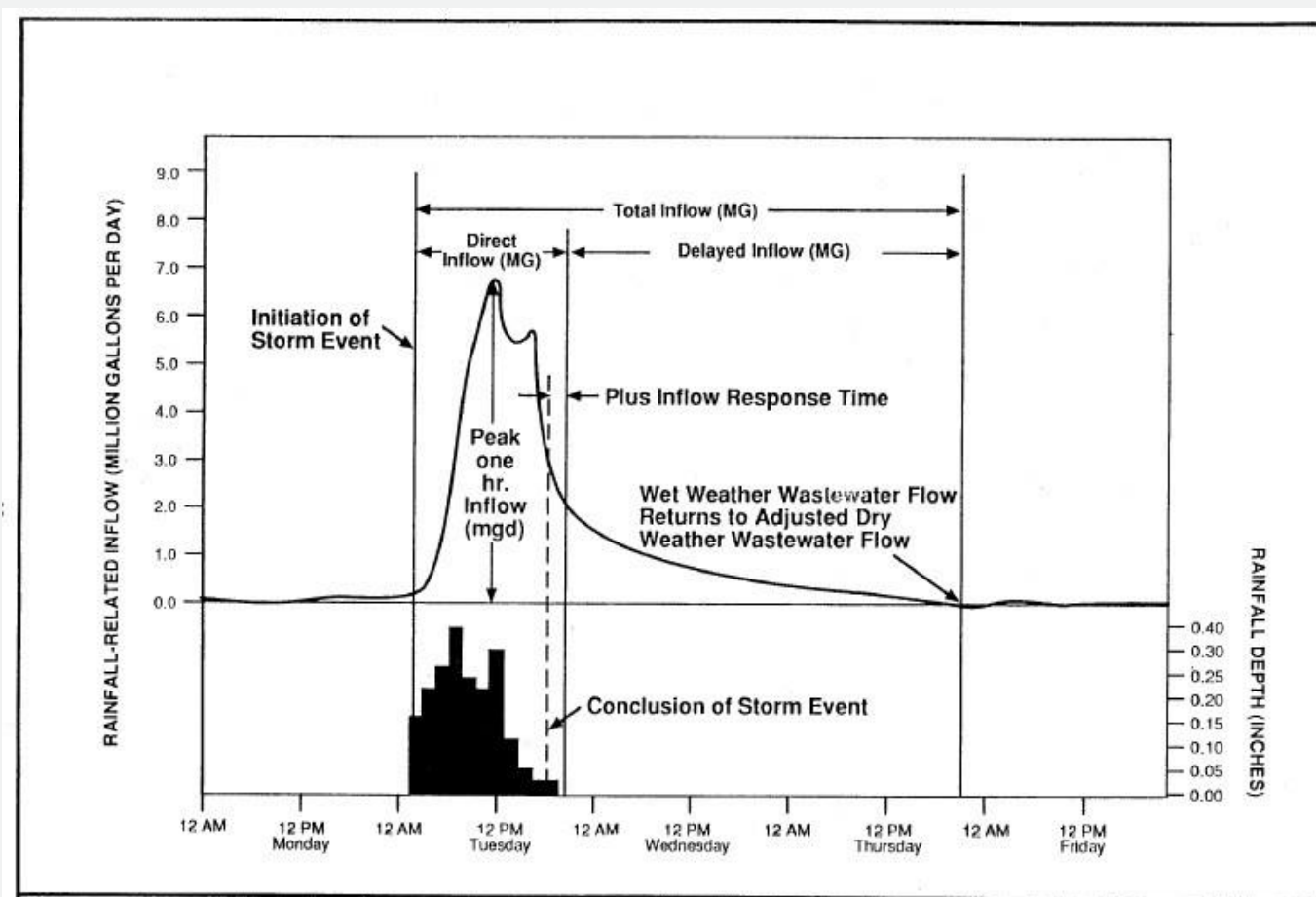


EL TIEMPO DE LLUVIA

Modelo ideal "separativo": drenaje de AGUAS "BLANCAS"



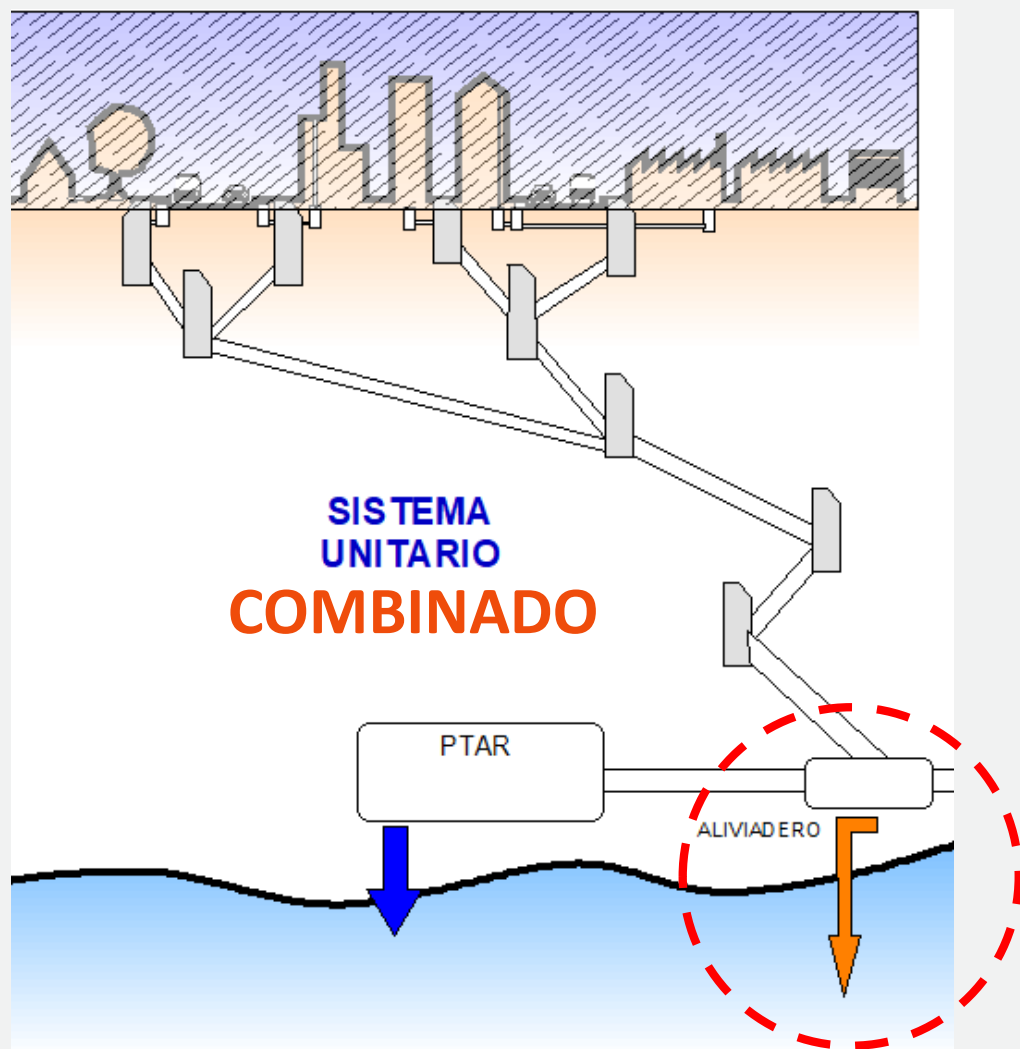
TIEMPO LLUVIA / Ideal AGUAS "BLANCAS" CRITERIO HIDRÁULICO





EL TIEMPO DE LLUVIA

Modelo ideal combinado / Tiempo de lluvia



- ✓ La contaminación que se vierte por **aliviadero (DSU)** se diluye con el agua de lluvia ("principio de dilución").



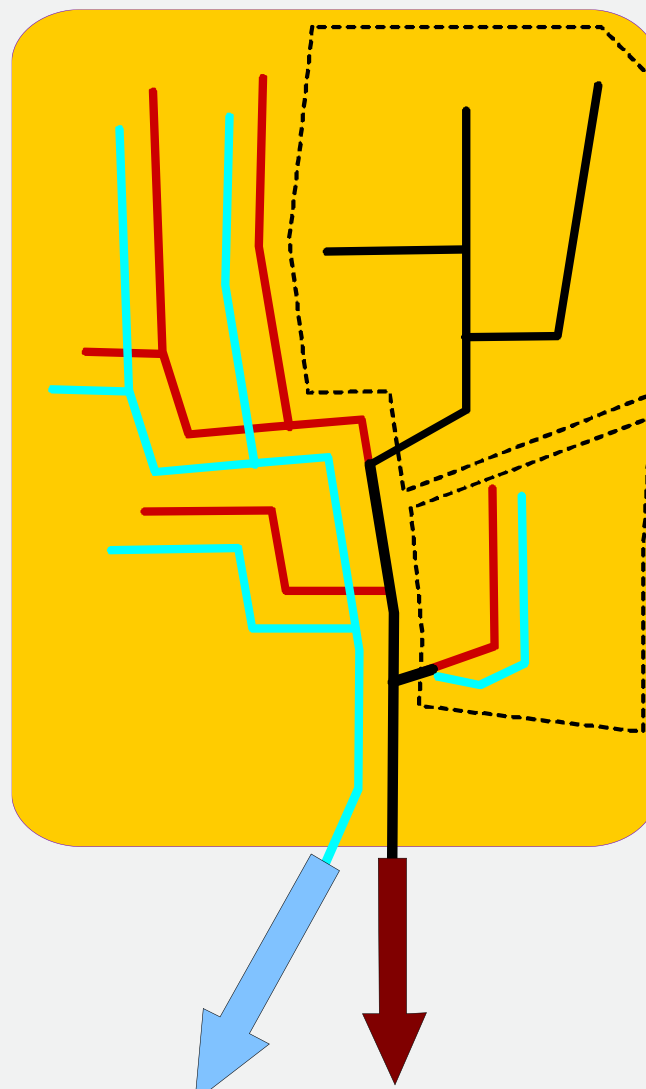
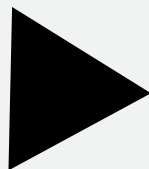
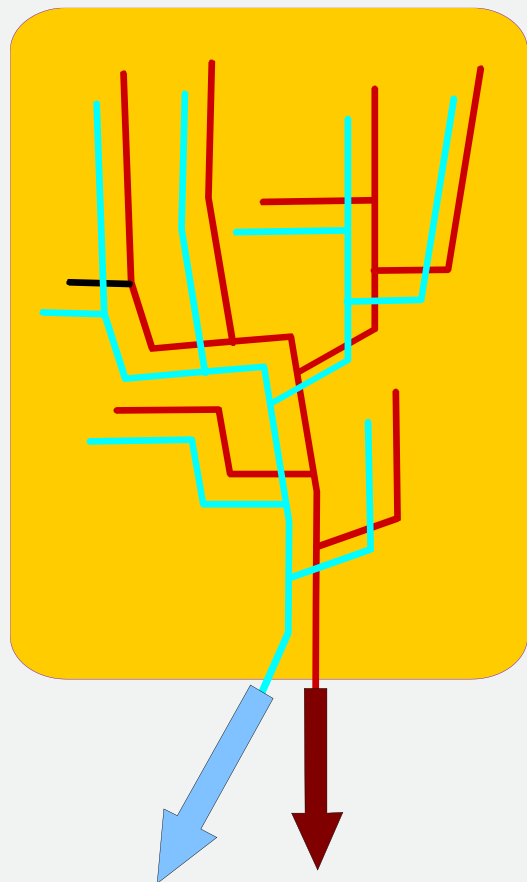


TIPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO

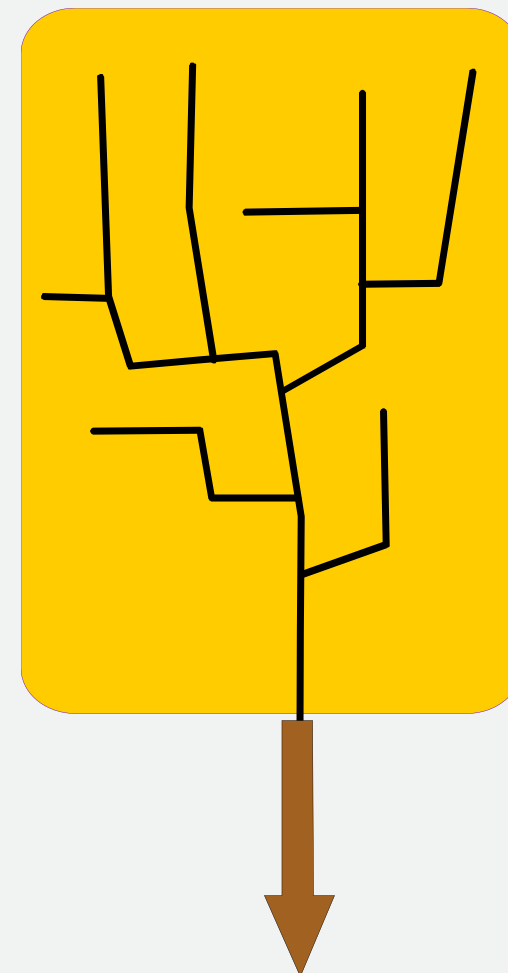
La realidad en las zonas urbanas

MIXTOS

SEPARATIVOS



COMBINADOS





TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE SANEMAIENTO

La realidad. Los sistemas combinados existen y existirán.

- ✓ Se estima que el **40-50% de la red de alcantarillado en la UE es de tipo combinado (o unitario)**.
- ✓ La posibilidad de realizar un verdadero sistema separativo en una zona ya construida es muy difícil. **Subsuelo urbano ya está saturado** (gas, electricidad, telecomunicaciones, ...).

Región	% Estimado Combinado	% Estimado Separativo
Europa del Sur	70% - 85%	15% - 30%
Europa Central	40% - 50%	50% - 60%
Norte de Europa	20% - 30%	70% - 80%
Europa del Este	30% - 40%	60% - 70%

¿Qué se está haciendo?



SANEAMIENTO SEPARATIVO y/o COMBINADO

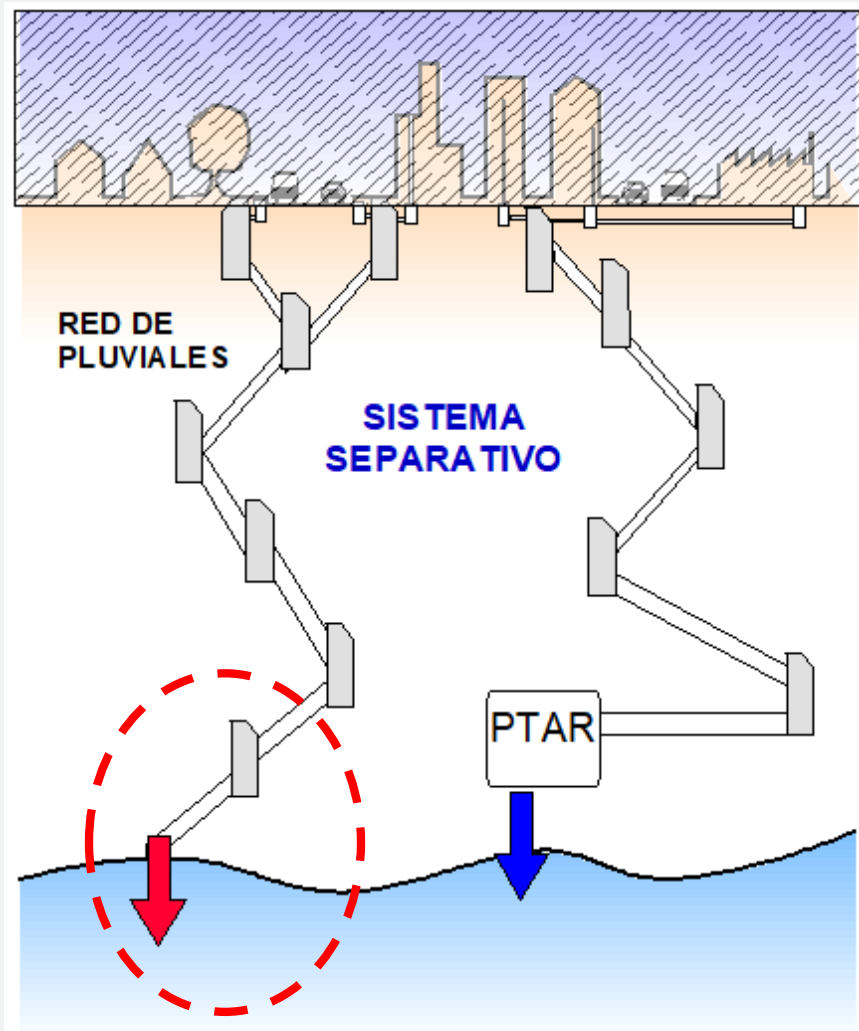
La realidad ambiental



EL TIEMPO DE LLUVIA

La realidad en “separativo”

CONTAMINACIÓN EN ESCORRENTÍA DE ZONAS URBANAS



CARRETERA URBANA



CALLE URBANA



VIAL DE POLÍGONO INDUSTRIAL



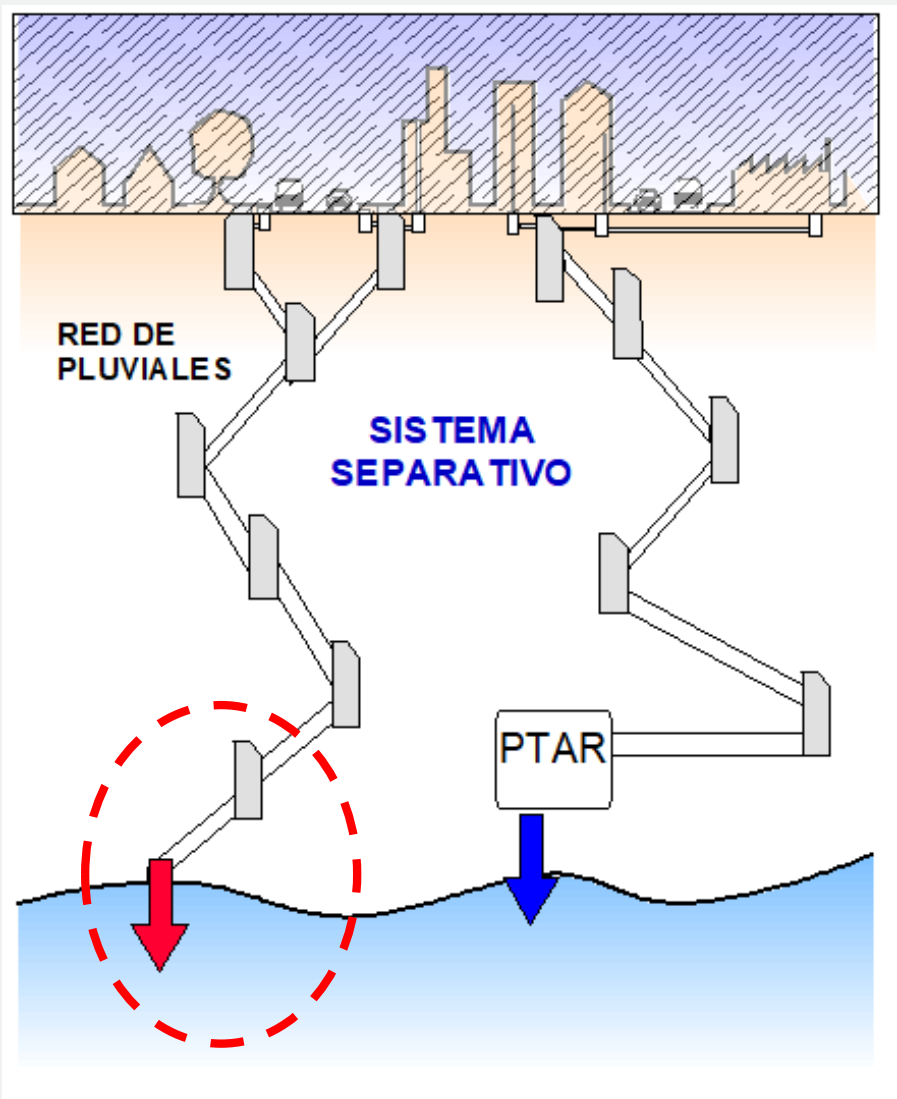
NECESIDAD DE UTILIZAR CRITERIOS AMBIENTALES



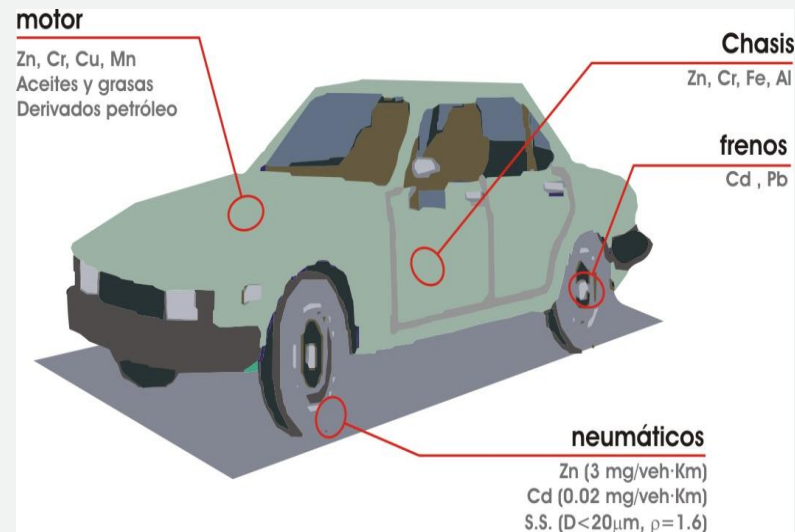
EL TIEMPO DE LLUVIA

La realidad en "separativo"

CONTAMINACIÓN EN ESCORRENTÍA DE ZONAS URBANAS



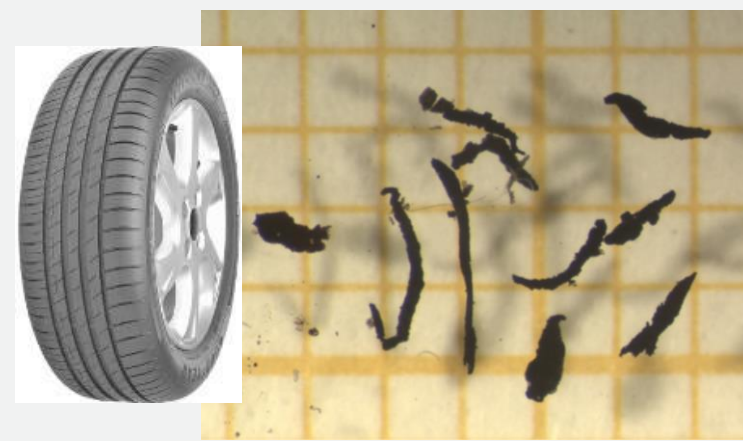
METALES
PESADOS



HIDROCARBUROS



MICROPLÁSTICOS



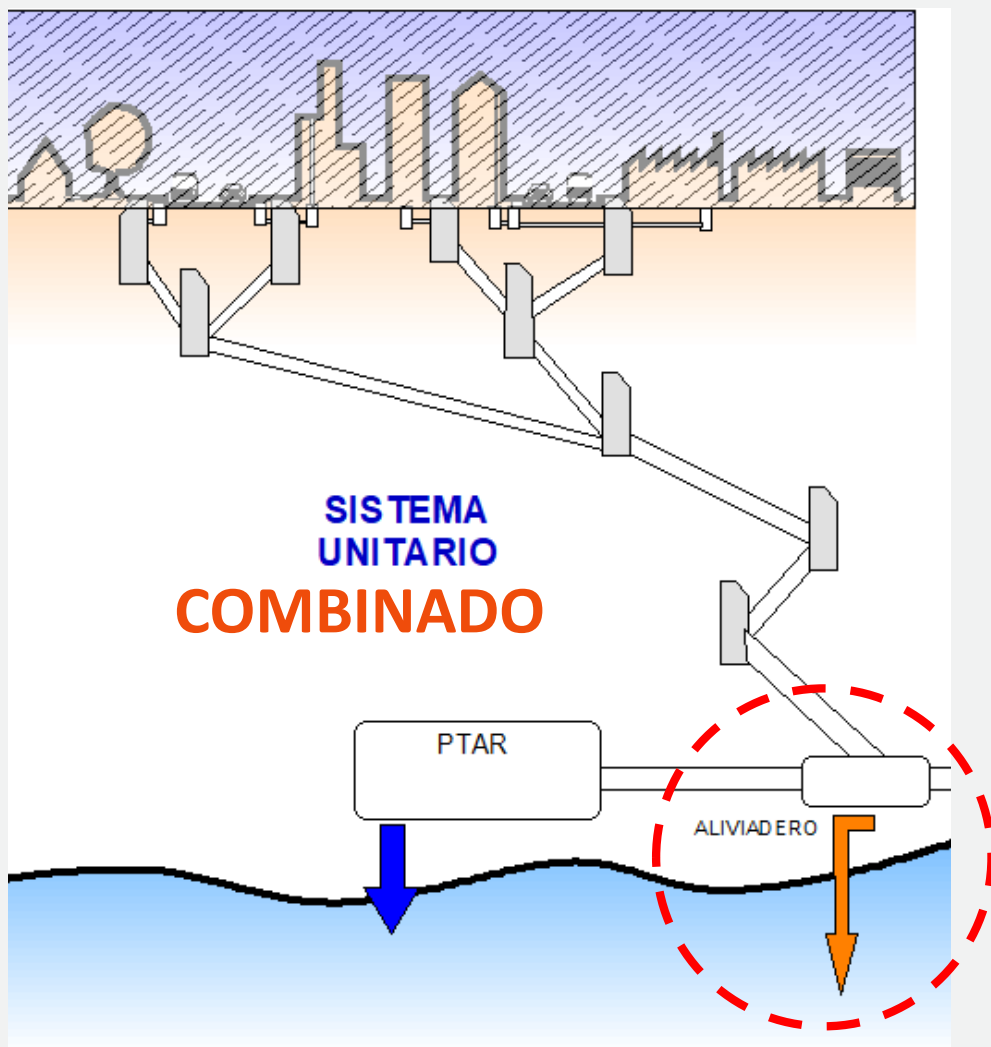
NECESIDAD DE UTILIZAR CRITERIOS AMBIENTALES



EL TIEMPO DE LLUVIA

La realidad en “combinados”

LOS DSU PROVOCAN IMPORTANTES IMPACTOS AMBIENTALES



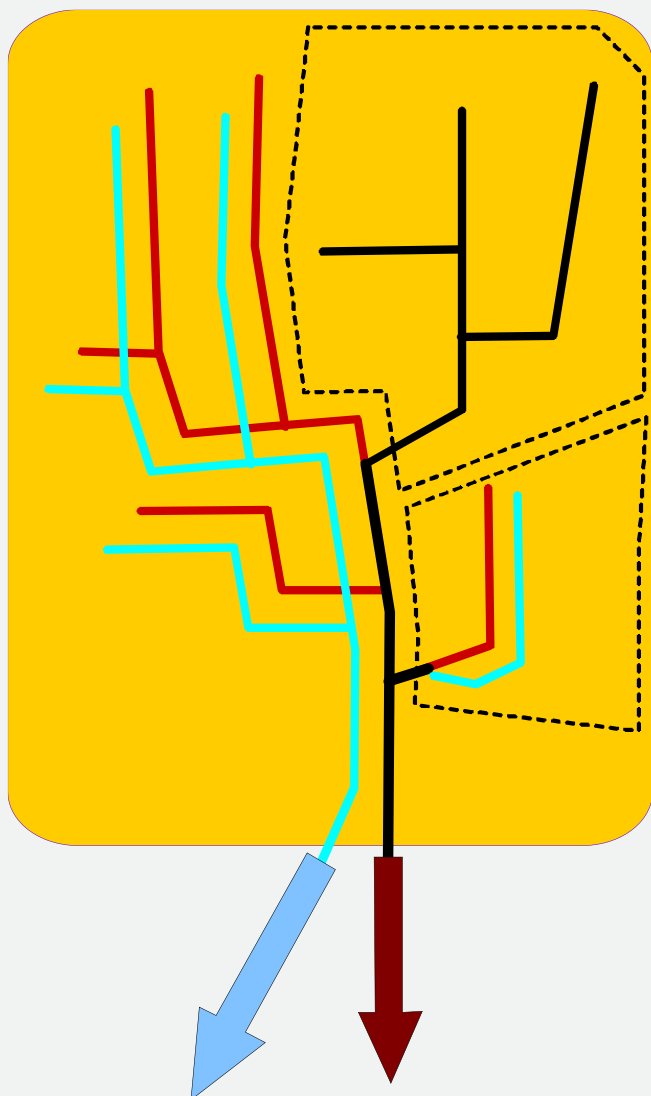
LOS DSU SON AGUAS CON CONTAMINACIÓN MUY IMPORTANTE
REPRESENTAN UN VERDADERO RIESGO PARA LA SALUD

- ✓ ... la red se va lavando y se **generan fuertes arrastres de sedimentos y biopelículas.**
- ✓ **De media, los DSU tienen concentraciones similares a las aguas residuales de tiempos seco** (en el caso de sólidos en suspensión el doble).
- ✓ Las concentraciones punta son 3-4 veces los valores de tiempos seco.
- ✓ Además **la contaminación bacteriológica apenas se diluye y la problemática de nutrientes (N y P) es un problema de masas, no de concentraciones.**



EL TIEMPO DE LLUVIA

La realidad. Sistemas separativos, combinados, mixtos
... en tiempo de lluvia



PROBLEMÁTICA COMPLEJA DE CONTAMINACIÓN EN TIEMPO DE LLUVIA

Necesaria **PROTECCIÓN SANITARIA Y AMBIENTAL** frente a los tipos de contaminación asociados a las aguas pluviales

- ✓ ... ya no se puede utilizar los aliviaderos y bypasses en PTAR con criterios exclusivamente hidráulicos.
- ✓ ... es necesario enviar más agua hacia las PTAR.

CRITERIO AMBIENTAL → **la PTAR debe contribuir**
→ los nuevos flujos pueden generar problemas en las etapas de tratamiento, sobre todo en el biológico.



EL TIEMPO DE LLUVIA

El futuro. Adaptación sistemas a TIEMPO DE LLUVIA

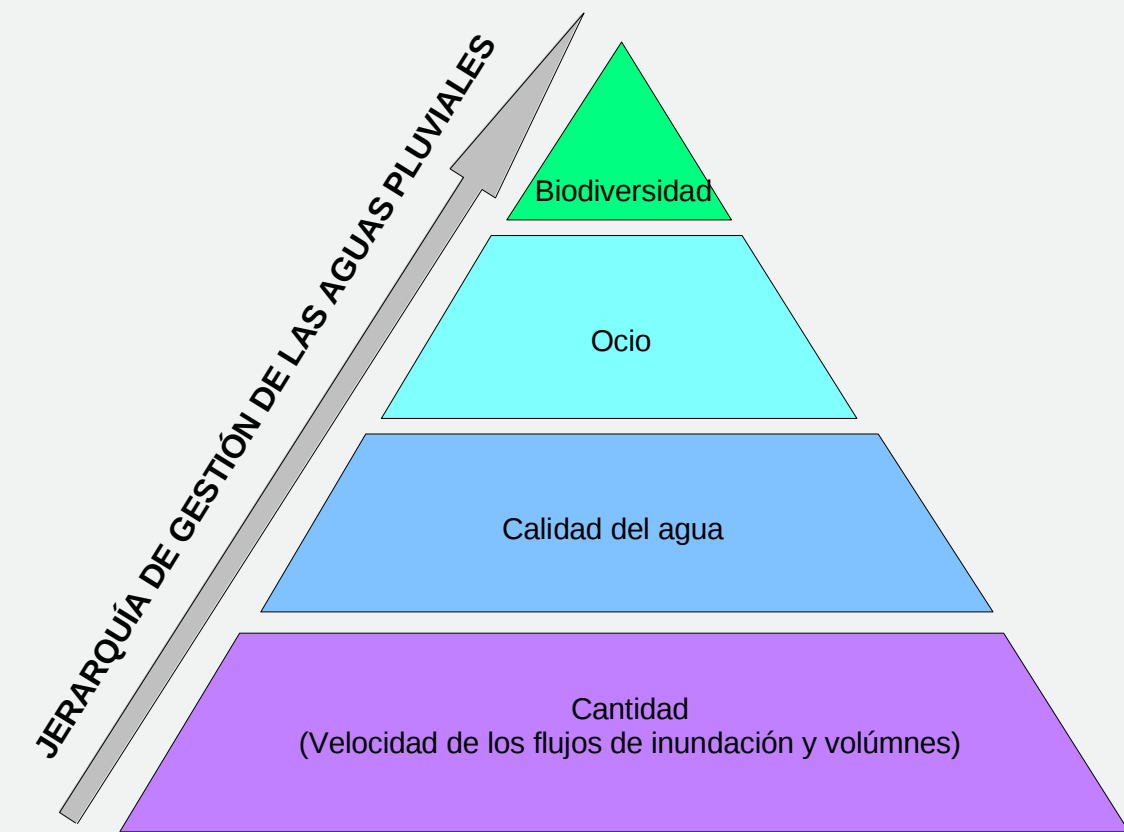
ESTRATEGIAS PRINCIPALES:

- ✓ **Implantación de SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE**
- ✓ **Integración de INFRAESTRUCTURAS DE REGULACIÓN Y TRATAMIENTO (tanques de tormenta)**
- ✓ **Adaptación de la PTAR a la GESTIÓN DE FLUJOS EN TIEMPO DE LLUVIA**



EL TIEMPO DE LLUVIA

El futuro. Gestión sostenible de las aguas pluviales



LA CREACIÓN DE SUDS

- ✓ Las **técnicas SUDS** están basadas en la **SIMULACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO NATURAL** en medio urbano y en **procesos naturales de tratamiento** **(SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA)**

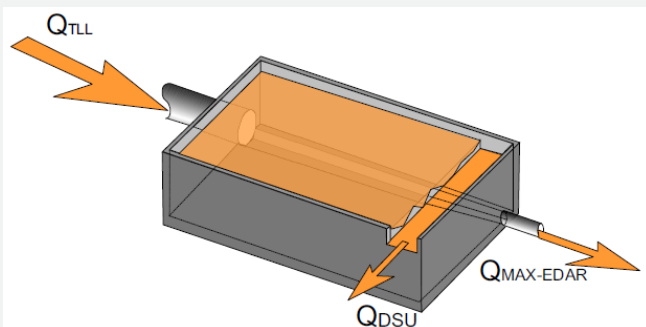




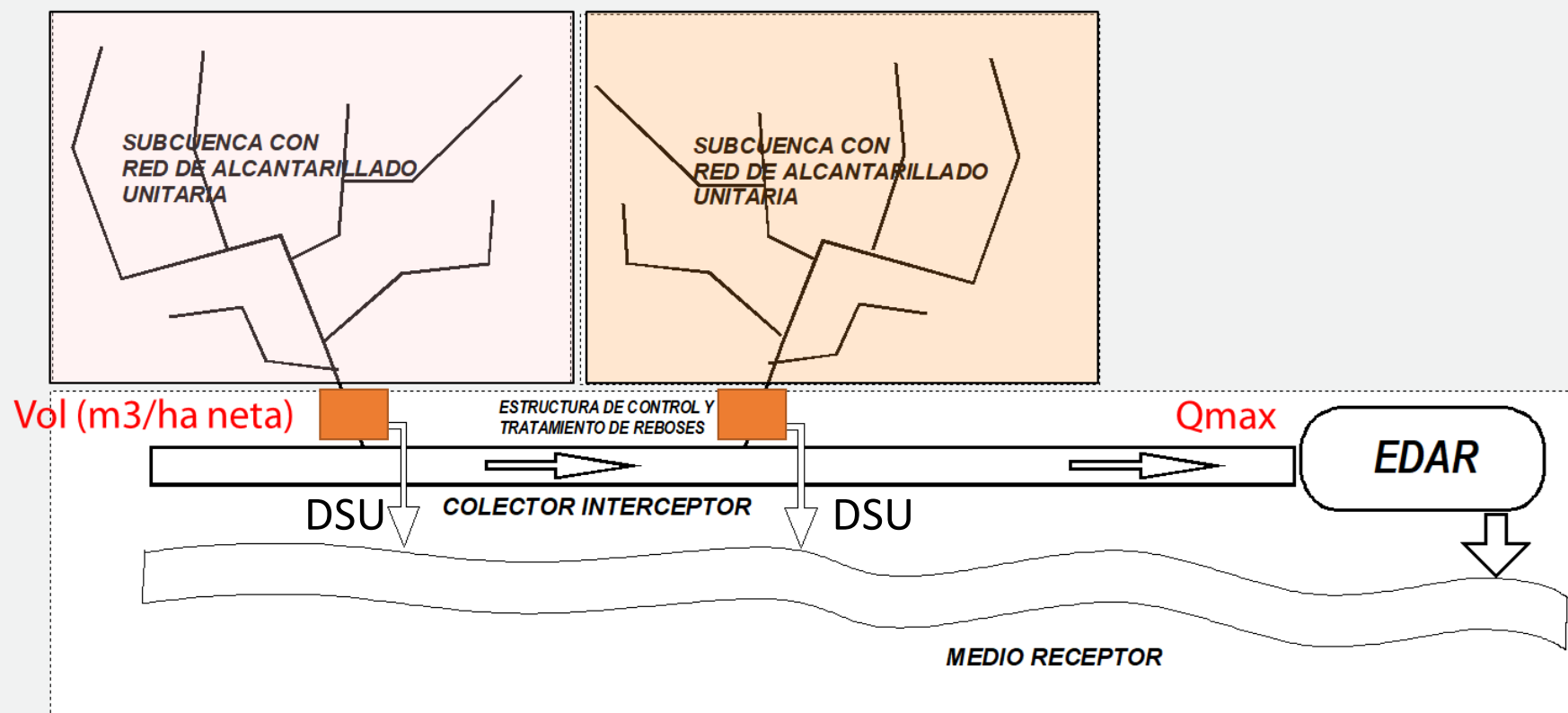
EL TIEMPO DE LLUVIA. El futuro.

Adaptación sistemas combinados al tiempo de lluvia

INFRAESTRUCTURAS DE DETENCIÓN – TRATAMIENTO “Tanques de tormenta”



Dimensionamiento hidráulico



Dimensionamiento ambiental



EL TIEMPO DE LLUVIA. El futuro.

Adaptación sistemas combinados al tiempo de lluvia





EL TIEMPO DE LLUVIA. El futuro.

Adaptación sistemas combinados al tiempo de lluvia

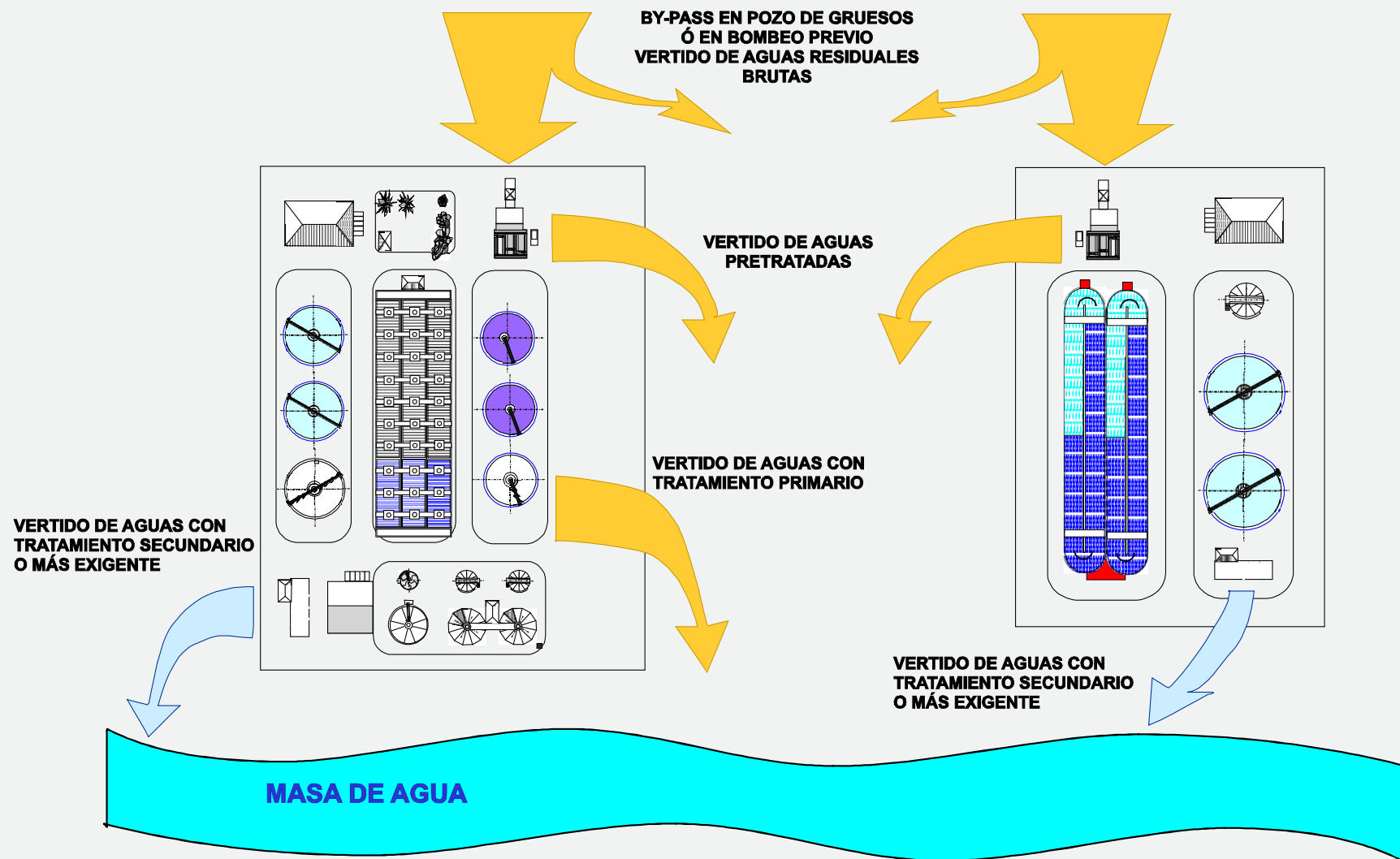




EL TIEMPO DE LLUVIA. El futuro.

Adaptación sistemas combinados al tiempo de lluvia

ADAPTACIÓN DE LA PTAR A FLUJOS DE TIEMPO DE LLUVIA





Y por si esto fuese poco, tenemos las ...

AGUAS AJENAS A LA RED DE ALCANTARILLADO

**CAUDALES DE
INFILTRACIÓN E INCONTROLADOS**



OTRAS AGUAS EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CAUDALES DE INFILTRACIÓN E INCONTROLADOS

- OBJETIVO BÁSICO: LAS REDES DEBEN SER LO MÁS ESTANCAS POSIBLE
- INEVITABLEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE REDES:

INFILTRACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y CAUDALES INCONTROLADOS



Infiltration

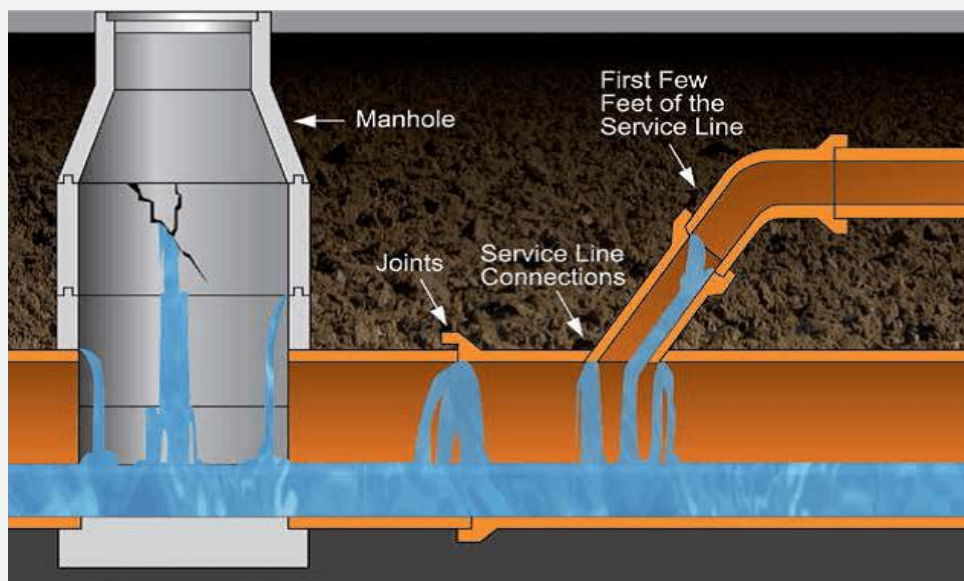


Inflow



OTRAS AGUAS EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

CAUDALES DE INFILTRACIÓN E INCONTROLADOS



CAUDALES DE INFILTRACIÓN

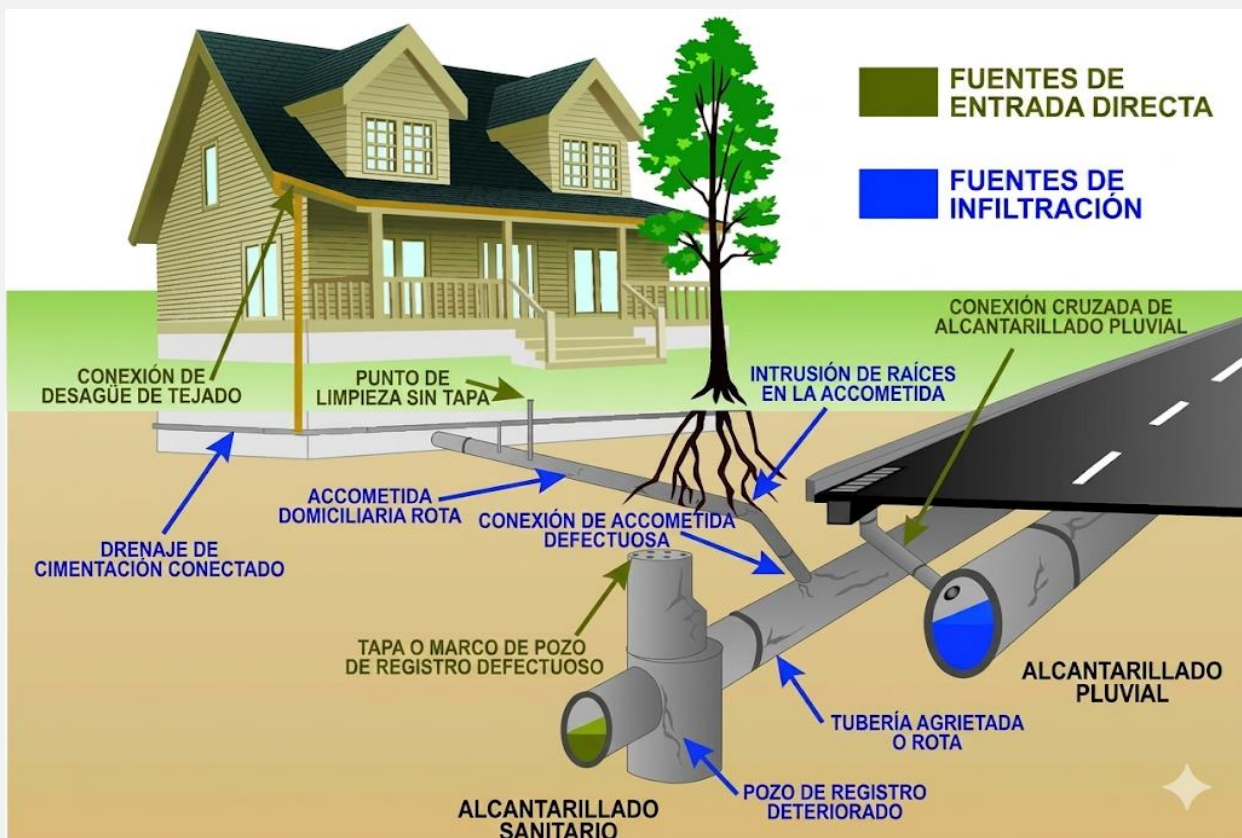
- ✓ La presencia de agua subterránea con un **nivel freático elevado** (muy vinculado al régimen de lluvia) favorece las infiltraciones.
- ✓ La infiltración es un **CAUDAL PERMANENTE** durante las veinticuatro horas del día y suele VARIAR A LO LARGO DEL AÑO





OTRAS AGUAS EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

CAUDALES DE INFILTRACIÓN E INCONTROLADOS



CAUDALES INCONTROLADOS

- ✓ Flujos **diferentes a la infiltración de agua subterránea**
- ✓ **PODRÍAN SER IDENTIFICABLES**
 - ... conexiones de **AGUAS PLUVIALES** a las alcantarillas sanitarias (bajantes de tejados, el drenaje de patios, terrazas y zonas pavimentadas, tapas de pozos de registro, ...)
- ✓ Causan un **INCREMENTO CASI INMEDIATO DE CAUDAL** en las redes de alcantarillado, pero pueden durar varios días.
- ✓ Las puntas pueden llegar a ser muy importantes.



OTRAS AGUAS EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CAUDALES DE INFILTRACIÓN Y NO CONTROLADOS

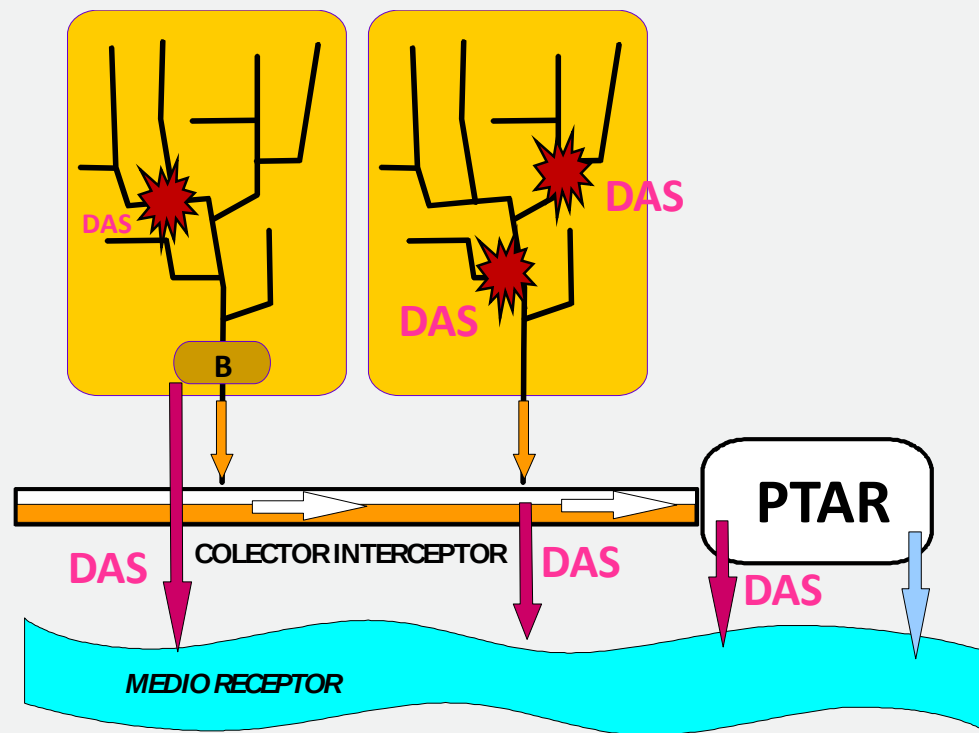
PROBLEMAS DE LA ENTRADA DE AGUAS AJENAS A LA RED DE ALCANTARILLADO

- ✓ **Reducen la capacidad hidráulica** de las infraestructuras y, por lo tanto, su **vida útil**.
- ✓ **Aumentan los costes de operación y mantenimiento**.
- ✓ **ALTERAN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS DEPURADORAS** de aguas residuales reduciendo su eficiencia, sobre todo en las de sistemas separativos.
- ✓ En tiempo de lluvia se **generan sobrecargas de la red de alcantarillado, y se provocan DESBORDAMIENTOS de ALCANTARILLADO SANITARIO (DAS)**.



OTRAS AGUAS EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CAUDALES DE INFILTRACIÓN Y NO CONTROLADOS

DAS → DESBORDAMIENTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIOS



SI HACEMOS UN CÓCTEL ...

**... posibles escorrentías contaminadas
... DSU con impactos ambientales significativos
... necesidad de gestionar más agua de lluvia en
PTAR**

**...caudales de infiltración
... caudales no controlados
... minimización de los DAS**

... ES NECESARIO PARARSE Y PENSAR ..





EL TIEMPO DE LLUVIA. El futuro.

Adaptación sistemas DE SANEAMIENTO Y DRENAJE

PREGUNTAS A RESOLVER (muy vinculadas a contextos climatológicos y socio-económicos)

- ✓ ¿Se permiten los desbordamientos en red combinada, DSU? ¿Son ilegales o “alegales”?
- ✓ ¿Cuál es la infiltración admisible? ¿Cuánto caudal incontrolado es admisible?

¿Qué es “EXCESIVO” en I/I? Si es “EXCESIVO” habrá que rehabilitar. Invertir.
- ✓ ¿Hay recursos económicos para cuidar o renovar la red de alcantarillado? ¿y para desdoblar?
- ✓ ¿Sabemos lo que cuesta explotar y mantener una red de alcantarillado?
- ✓ ¿Para qué caudales dimensiono una PTAR nueva o reformo una existente?
- ✓ ¿Qué se entiende por “PTAR funcionando bien” en un contexto de tiempo de lluvia e I/I?
- ✓ ¿Se valoran los impactos en todo el sistema? ¿El sistema de saneamiento es eficiente si no cumple objetivos sanitarios y ambientales? ¿o solo se cumplen en la PTAR?

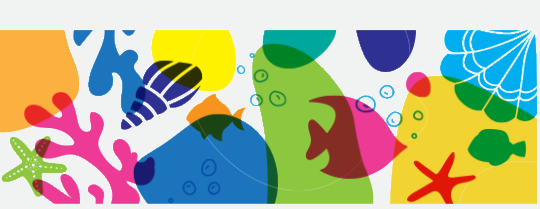


EL TIEMPO DE LLUVIA. El futuro.

Adaptación sistemas DE SANEAMIENTO Y DRENAJE

EXPERIENCIA EN EUROPA

- ❑ TRANSICIÓN GRADUAL, el sistema debe evolucionar; **NO VA A HABER UNA SUSTITUCIÓN RADICAL Y COMPLETA.**
- ❑ Se debe avanzar con un enfoque híbrido, progresivo y descentralizado, que combine separación, desconexión y gestión sostenible del agua pluvial → **“SEPARACIÓN TÉCNICA”**
- ❑ Se debe avanzar en un **modelo híbrido**, basado en:
 - ✓ ... inversión en rehabilitación de red y en control de conexiones erradas/cruzadas
 - ✓ ... adaptación con criterios ambientales de los sub-sistemas combinados (tanques de tormenta y control de caudales máximos a PTAR)
 - ✓ ... desacoplamiento progresivo de escorrentía, implantación selectiva de redes separativas y fuerte apuesta por gestión descentralizada mediante técnicas SUDS.
 - ✓ ... **adaptación de las PTAR EXISTENTES Y CRITERIOS “TIEMPO DE LLUVIA” EN LAS NUEVAS**



PROBLEMÁTICA DE LAS AGUAS PLUVIALES Y DE LAS AGUAS DE INFILTRACIÓN E INCONTROLADAS. CLAVES EN LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

- ☐ Es necesario **CUIDAR LAS REDES DE ALCANTARILLADO** y la PTAR, DEBE ADAPTARSE Y SER UNA PIEZA MÁS EN EL COMPLEJO SISTEMA
- ☐ Los sistemas de alcantarillado son una parte **muy valiosa de la infraestructura** de una ciudad. Es un activo que vale miles de millones de dólares.
- ☐ El **mantenimiento y la rehabilitación continuos** añaden valor a la inversión original al mantener la capacidad del sistema y prolongar su vida útil.
- ☐ Es innegable que en muchos municipios las **limitaciones presupuestarias** representan un obstáculo importante.
- ☐ No tiene sentido diseñar PTARs pensando en el modelo ideal de red.



muchas gracias por su atención

joaquin.suarez@udc.es



Muchas gracias / Thank you very much

joaquin.Suarez@udc.es





LATINOSAN
Dominican Republic