

*No se aprecia el valor del agua ...
hasta que se seca el pozo.*

Proverbio inglés



Bandera Azul Ecologica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica

INVITA:
cendepro

LE INVITA A LA CHARLA:

BUENAS PRÁCTICAS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES BAJO EL PROGRAMA PBAE CATEGORÍA VI



09 Octubre
5:00 pm



zoom

**CHARLA
GRATUITA**

Dirigido a profesionales en las Ingenierías y
Arquitectura, consultoría y construcción y
público en general.

IMPARTIDA POR:

Ing. Manuel Antonio Salas P.

Gerente de Proyectos. Experto en construcción sostenible,
con experiencia en consultorias de cálculo de huella de
carbono y estrategias de mitigación de huella de carbono.

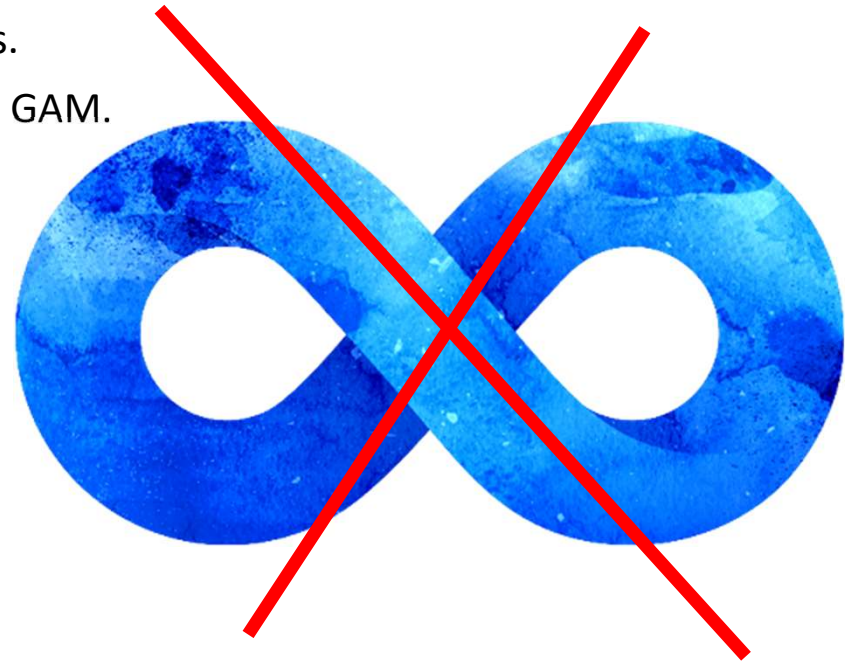
Info: cendepro@cfia.cr



La oferta de agua potable:

Hechos/desafíos

- El impacto el cambio climático y las amenazas naturales.
- Disponibilidad del agua. Cantidad, calidad y lugar, en la GAM.
- Las aguas residuales como un recurso.
- Infraestructura.
 - 5 proyectos esenciales + IA
 - Orosi
 - Rio Banano
 - Rio Piedras (Paacume)
 - RANC (Reducción de Agua No Contabilizada)
 - Saneamiento zonas prioritarias y Los Tajos
 - La medición inteligente (IA en control del acueducto)



¿Cómo usamos el agua?

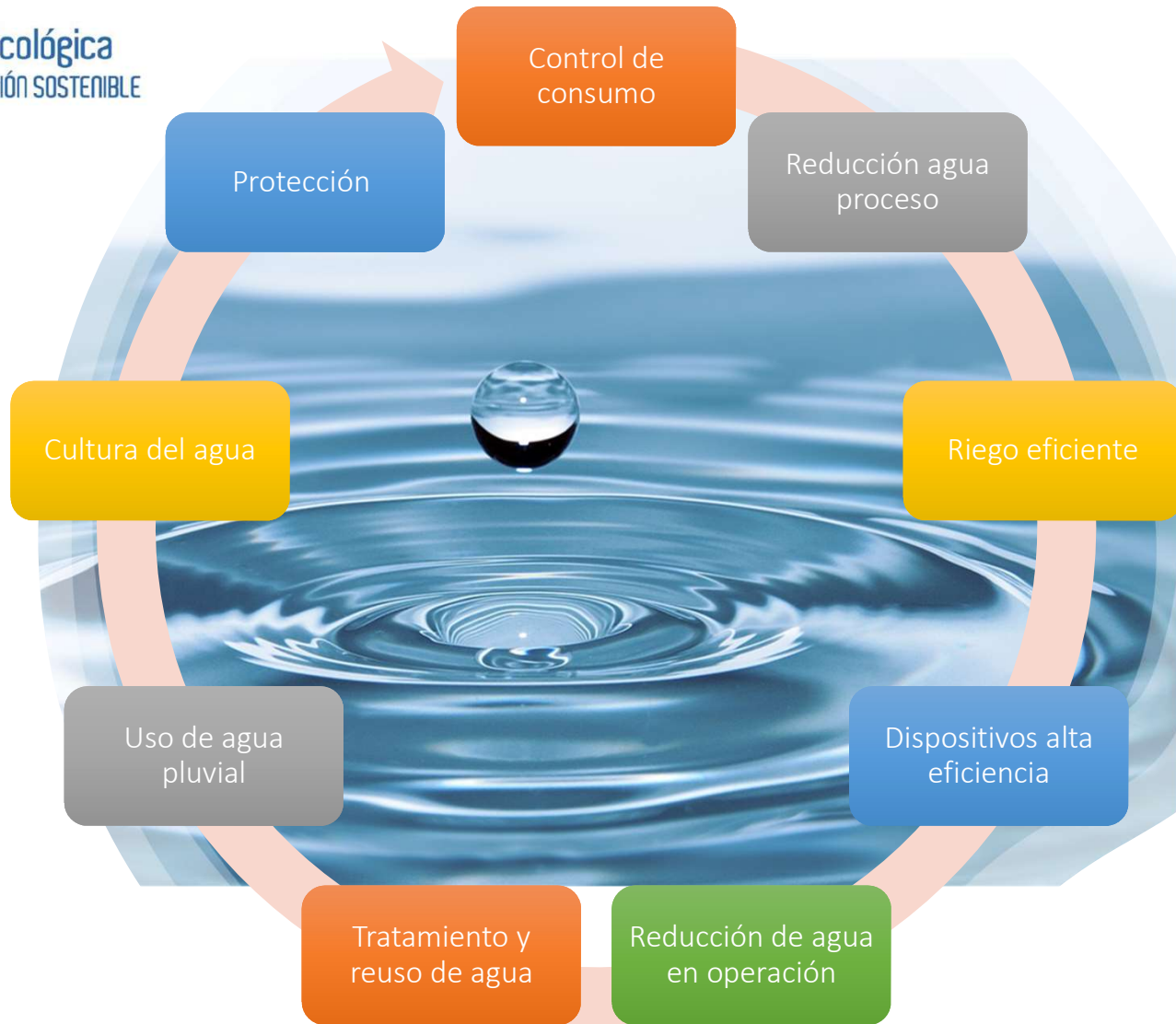
Uso	Porcentaje (%)
Aseo personal (Ducha, lavado de manos)	30%
Cocina (lavado de platos, consumo propios)	22%
Descarga sanitaria	20%
Lavado de ropa	21%
Otros (Lavado de pisos, jardín, etc)	7%



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



2. Agua

Parámetros de evaluación	Puntaje (%)
1.1. Incorporación de estrategias de ahorro de agua en la planificación del proyecto para el proceso constructivo y operativo. <i>Comprobación del parámetro: las estrategias o dispositivos que se incluyeron en los planos y/o especificaciones (identificar la lámina o detalle donde se establece o generar un índice de contenido y simbología).</i>	12%
1.2. Incorporar estrategias para reducir la generación de aguas residuales, de acuerdo a las buenas prácticas de construcción sostenible. <i>Comprobación del parámetro: las estrategias y dispositivos se incluyeron en los planos y/o especificaciones (identificar la lámina o detalle donde se establece o generar un índice de contenido y simbología).</i>	12%
1.3. Incorporar estrategias para prevenir impactos a la biodiversidad relacionados con el uso del agua, generación de aguas residuales y manejo de las pluviales. <i>Comprobación del parámetro: las estrategias y dispositivos se incluyeron en los planos y/o especificaciones (identificar la lámina o detalle donde se establece o generar un índice de contenido y simbología). Ejemplo: manejo de escorrentías, conservación de vegetación existente, aprovechamiento de aguas pluviales, bio jardineras, techos verdes, etc.)</i>	6%
Total	30%

DISEÑO



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



2. Agua

Parámetros de evaluación

Puntaje (%)

1.1. **Incorporación de estrategias o uso de dispositivos de ahorro de agua en los sistemas temporales que se emplean durante el proceso constructivo.**

Comprobación del parámetro: las estrategias o dispositivos se incluyeron en los planos y/o especificaciones.

5%

1.2. **Incorporar estrategias y dispositivos para reducir la generación de aguas residuales, así como la disposición adecuada de las mismas.**

Comprobación del parámetro: las estrategias y dispositivos se incluyeron en los planos y/o especificaciones.

5%

1.3. **Para el proceso constructivo se aprovechan fuentes alternativas de recurso hídrico de acuerdo con el tipo de procesos constructivos que se ejecuta.**

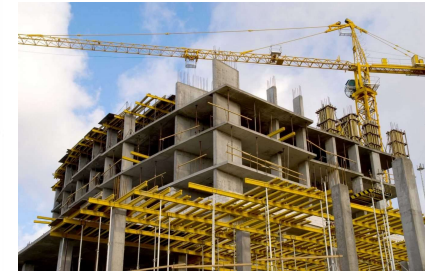
Comprobación del parámetro: Demostrar utilización de uso de tanquetas de agua para riego de zonas expuestas a excesivo polvo o particulados, reutilización de agua, sistemas y dispositivos que permitan la "cosecha de lluvia" para diferentes procesos durante la construcción.

5%

Total

15%

CONSTRUCCIÓN



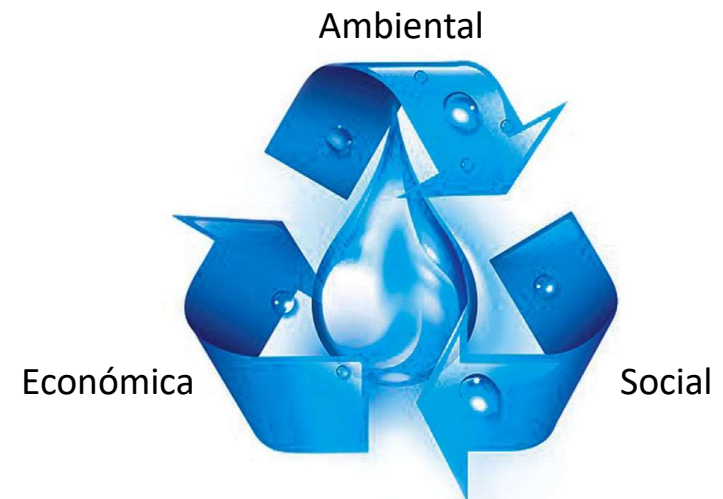
Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Estrategia del agua

Diseño - Construcción

- Determinación de los objetivos de ahorro de agua.
- Identificación de medidas razonables de reducción de consumo, reuso y protección del recurso.
- Evaluación preliminar de medidas factibles
- Análisis de costos y beneficios
- Desarrollo, evaluación y seguimiento de la implementación de las medidas





CONTROL

En camino hacia el Agua Inteligente (AI)



Medición Inteligente

Realizan la función básica de medir el consumo de agua, en tiempo real, con controles sobre fugas, intentos de manipulación, flujos inversos entre otras funciones. El medidor incorpora una aplicación que brinda información al usuario del consumo en línea, Requiere una plataforma de comunicación con el proveedor, para maximizar su rendimiento. Se gestiona mediante telelectura con plataforma IoT (internet de las cosas)

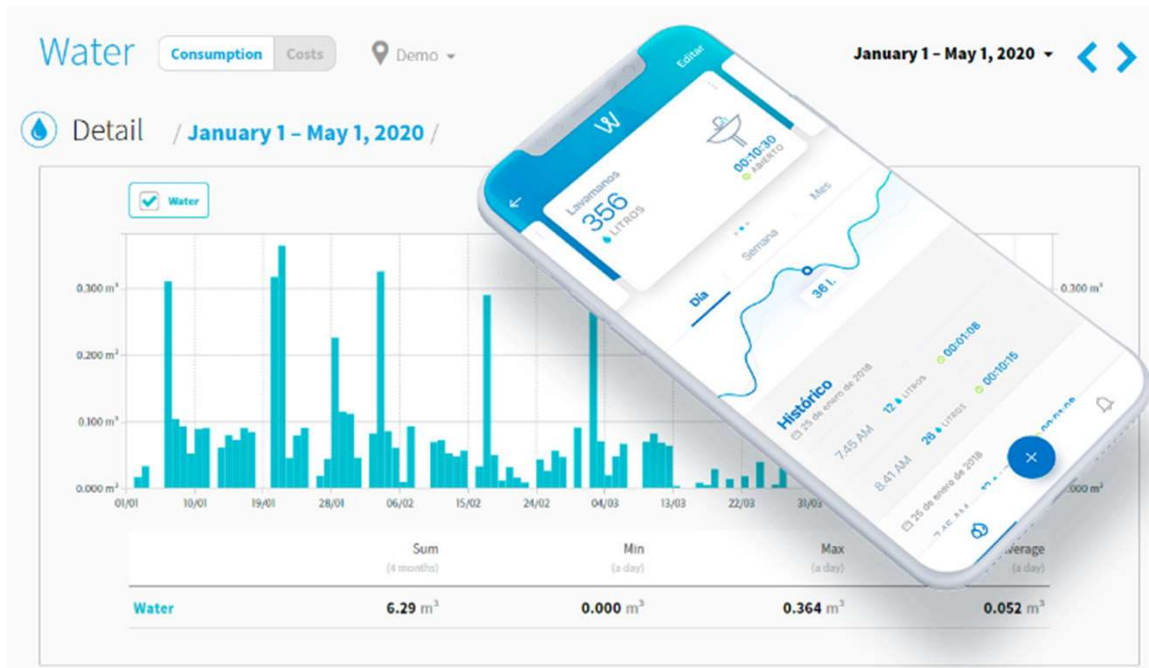
Manómetro

Manómetros son muy útiles para leer y controlar en tiempo real la presión del agua - graduado en bares o en PSI-, siendo 3 bares la presión de distribución estándar

Control de humedad en los suelos

Los sensores integrados en el sistema de riego ayudan a programar el suministro y la distribución de agua de forma mucho más eficiente.

Sensores para cada punto de uso de agua



Watersen es un sensor no intrusivo para monitorizar el consumo de agua en lugares concretos de la vivienda, como en la lavadora, el lavavajillas, la ducha.

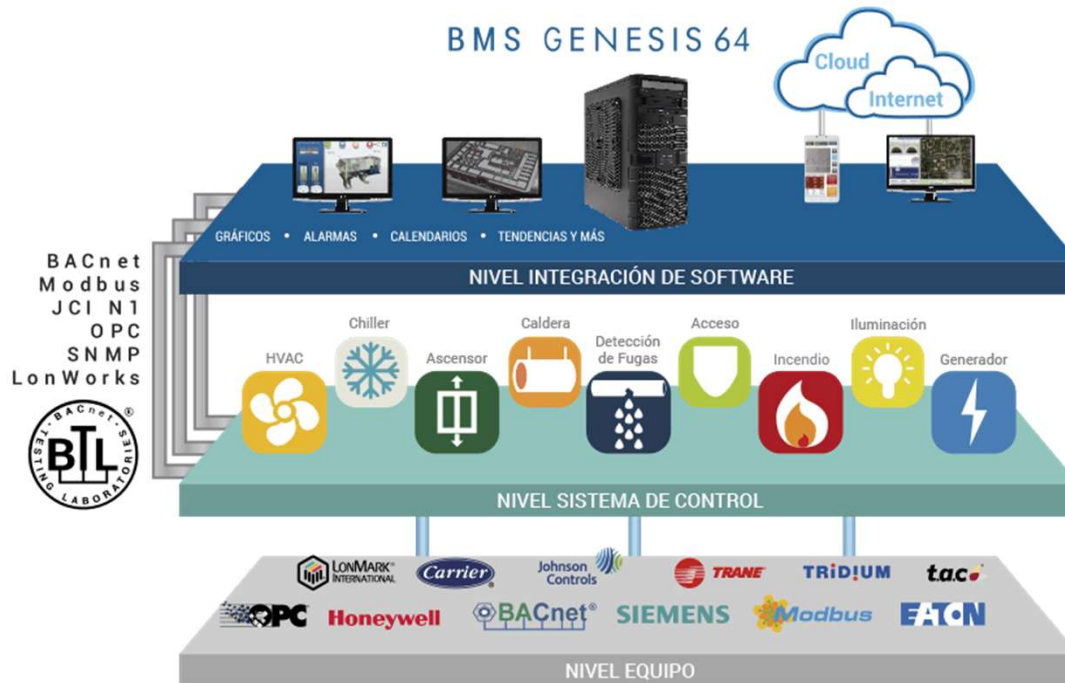
Permitiendo a las familias controlar el consumo de agua y reducir el gasto desnecesario de este recurso. Los sensores basados en audio se instalan fácilmente simplemente sujetándolos alrededor de las tuberías.

Equipos de regulación y control



- **Reductores de presión**
- **Válvula reductora de presión, o manoreductor**
- **Limitadores de presión, también llamados interruptores de presión o presostatos.**
- **Temporizadores**

Un Sistema BMS típico **utiliza una red de sensores y controles conectados a un software central**. Este software recoge datos en tiempo real sobre el estado del edificio, como la temperatura, la humedad, el consumo de energía, agua y la presencia de personas y otros. **Utilizando esta información, el sistema toma decisiones inteligentes para ajustar los parámetros del edificio.**



Bander a Azul Ecologica
COSTA RICA / CONSTRUCCION SOSTENIBLE

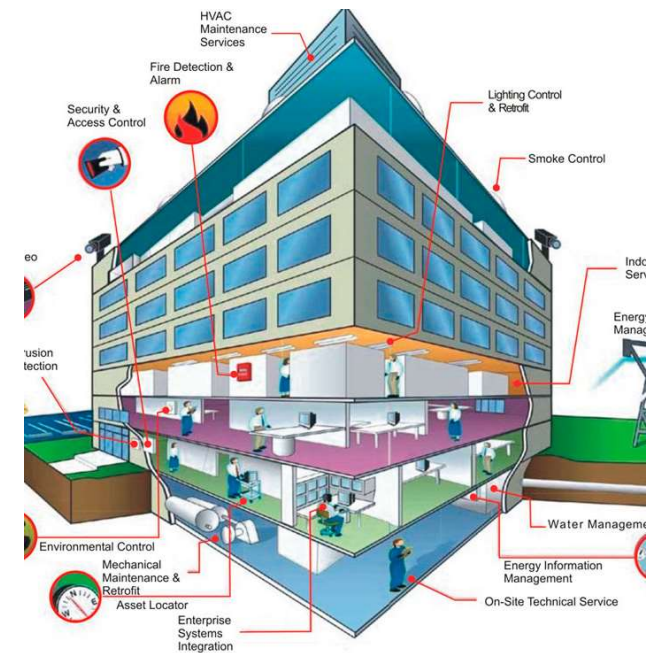


Aprendizaje en casa CFAA

Imágenes de: automation.com
mdcontrolymarve.com

Sistema de Gestión de Edificios (BMS)

- Es una solución integral que permite supervisar y controlar diferentes sistemas y equipos dentro de un edificio. En el caso del control de **agua**, un BMS desempeña un papel crucial al proporcionar una plataforma centralizada para monitorear y regular el consumo de agua. Algunas de las funcionalidades que un BMS puede ofrecer para el control de agua incluyen:
 - **Monitoreo en tiempo real:** Un BMS recopila datos en tiempo real sobre el consumo de agua, permitiendo identificar patrones de uso, detectar anomalías y tomar medidas preventivas para evitar desperdicios.
 - **Detección de fugas:** Mediante sensores estratégicamente ubicados, un BMS puede detectar fugas de agua y enviar alertas tempranas para su pronta reparación. Esto ayuda a prevenir daños mayores y a reducir pérdidas económicas y ambientales.
 - **Programación y control:** Un BMS permite programar y controlar los sistemas de suministro de agua, calefacción y enfriamiento de acuerdo con las necesidades del edificio y su ocupación. Esto garantiza un uso eficiente de los recursos y evita el derroche.
 - **Análisis de datos:** El BMS recopila datos históricos sobre el consumo de agua y genera informes detallados. Estos informes facilitan la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias de conservación del agua a largo plazo.





Pssst... (sólo para operadores de servicio de agua... ~Agua Inteligente~ AI)



- Cuando toda la red de distribución de agua cuenta con **micromedidores** inteligentes en cada vivienda o comercio, así como una adecuada sectorialización y colocación de **macromedidores** inteligentes: La inteligencia artificial, lleva el control en línea, segundo a segundo, del consumo de cada vivienda, el consumo de cada cuadra, el consumo de cada barrio o región o toda el área de cobertura de un sistema.
- Los sensores instalados en el sistema de acueducto recopilan datos sobre el flujo, presión, y calidad del agua. Gestionan válvulas de paso, de presión, y tanques reguladores según demanda. La IA puede analizar estos datos en tiempo real para detectar anomalías y prever problemas antes de que se conviertan en fallos graves. Los algoritmos de IA analizan patrones de flujo y presión para identificar fugas en el sistema. Esto permite una respuesta rápida y la reparación eficiente, reduciendo la pérdida de agua. Es así como las fugas, conexiones ilegales, contaminaciones, control de cloro en línea, variaciones de presión serán determinadas de forma inmediata, localizadas e informadas y jerarquizadas.
- De acuerdo con criterios, el IA, podrá asignar y reorganizar las órdenes de trabajo, según la disponibilidad de cuadrillas de trabajo. La IA también recomendará a los operadores los ajustes en controles de válvulas, bombas y otros equipos para una distribución del líquido conforme a parámetros de servicio y optimación del consumo energético del sistema. Algunos ajustes operativos los hará de inmediato, según parámetros fijados por Centro de Control. Cada usuario, en su celular, tendrá información en línea sobre su consumo, y la IA, podrá darle recomendaciones para reducir su consumo totalmente personalizadas.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Reducción de agua en procesos constructivos

- Utilización de equipos de lavado a media presión.
- Control de lavado de camiones y equipos en general.
- Control por peso de agua para concreto en obra.
- Aditivos inhibidores del polvo que incluye espumas, reductores de tensión superficial, aglutinantes, resinas adherentes y humectantes.
- Eliminación de agua de curado concreto.**
- Pistolas de agua cierre automático.
- Concretos autocurables.**
- Uso de agua no potable
- Reciclaje de agua



1



2

Hidratium
Autocurable por diseño

AGUA Y SANEAMIENTO

AR-Reducción agua de curado concreto ESTRATEGIA

Reducir el agua en el proceso constructivo

OBJETIVOS

Reducir el agua en el curado del concreto paredes y pisos

TECNOLOGIA APLICADA

1. Aplicación de membrana de curado
Base acuosa. Tiempo formación membrana 30 min
Mezcla 1:4 polvo:agua

CASO

Curado de paredes edificio 6 pisos de vivienda
750 m² por piso, total 4,500 m² paredes concreto
Paredes de concreto colado en sitio. Fomaleta
manoportable.

Pre-diseño	Documentos respaldo • Presupuesto materiales • Planos sellados APC • Especificaciones sellador
Diseño	
■ Construcción	
■ Operación	
■ Remodelación	
Deconstrucción	



CALCULO

Parámetro	Fórmula	Cantidad	Unidades	Notas
1) Estimación de agua consumida				
Area de paredes edificio	Av	4,500	m ²	
Area total proyecto	Ap	18,000	m ²	
Area piso:		2,700	m ²	
Agua aplicada	q	0.60	L/m ² dia	<i>Dato empirico +desperdicio</i>
Periodo de curado	t	30	días	
Agua aplicada:		81.0	m ³	
Consumo total agua proyecto:		650	m ³	<i>Durante el periodo</i>
Ahorro de agua:		12 %		<i>Sobre consumo total</i>
Ahorro de agua unitario:		0.030	m ³ /m ²	
Consumo de membrana:		15	L/m ²	<i>Rendimiento unitario</i>
Consumo total de producto:		317	Galones	
Consumo agua curado:	Q	1	m ³	

Membranas de curado

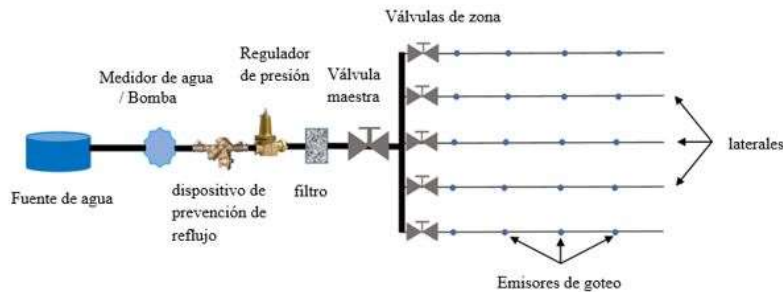
La **MEMBRANA DE CURADO AQ 723** es un líquido concentrado, base agua, que, al diluirse y aplicarse sobre una superficie de concreto recién aplicado, forma una película blanca impermeable que evita la exudación o pérdida de agua. Esta membrana se degrada paulatinamente, permitiendo un curado controlado de las superficies de concreto o mortero fresco, eliminando la necesidad del curado con agua, por lo que reduce los costos de tiempo. No contiene solventes. Libre de VOC.



Banderita Azul Ecologica
COSTA RICA / CONSTRUCCION SOSTENIBLE



Riego eficiente



Los sistemas de riego por goteo son los más eficientes. El sistema de goteo puede ser superficial o subterráneo, y mangueras de polietileno son usadas comúnmente.

En sistemas de goteo, al agua es aplicada directamente al sistema de raíces de la planta usando goteros. Esto reduce pérdidas de agua debido al acarreo superficial y al lavado por debajo la zona radical.

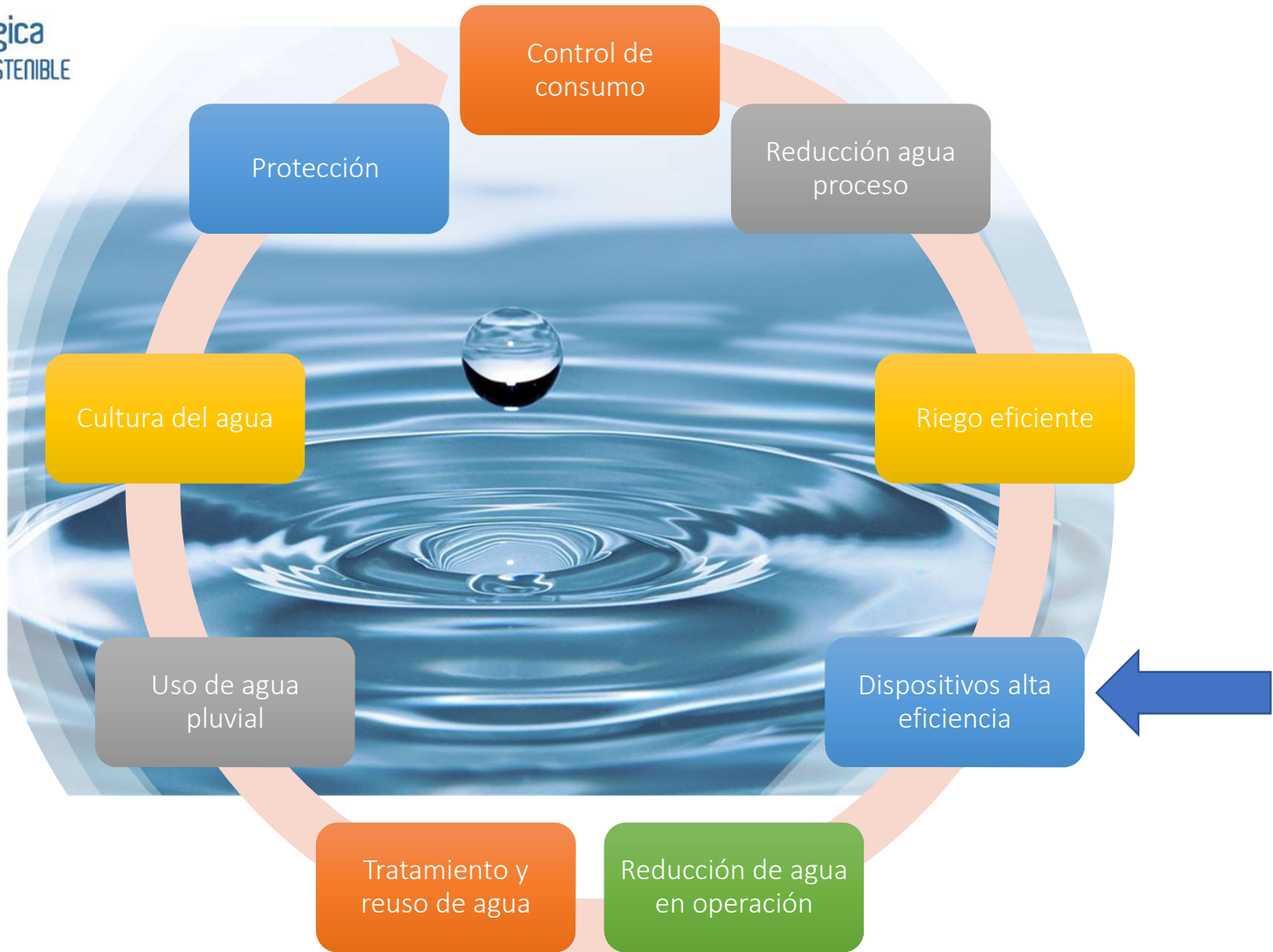
La densidad de siembra guía el espaciamiento de los goteros. Los goteros se colocan en la manguera o los goteros se pueden instalar perforando a la manguera usando las herramientas apropiadas. Los goteros varían en la cantidad descargada (gpm). Esto hace al sistema de goteo apropiado para todos los tipos de suelo.

Xerojardín

- El objetivo de un xerojardín es conseguir la máxima sostenibilidad, reduciendo el consumo de agua y manteniendo su función estética, con el fin de preservar el medio ambiente.
- Ideal para jardines urbanos ya que, además de reducir el consumo de agua, incorporan otros elementos que aumentan su valor ecológico, como son el bajo consumo energético, la utilización de abonos e insecticidas naturales o la colocación de elementos reciclados.
- Consume tan solo una cuarta parte del agua que utiliza un jardín convencional. Además, cuentan con una riqueza de flora y fauna autóctonas capaces de convivir y crecer con los mismos requisitos de humedad y temperatura.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Piezas sanitarias de alto rendimiento

Este tipo de productos te garantizan un menor consumo de líquido vital por descarga (hasta un 70% menos, en relación con los modelos tradicionales)

- ❖ Circulación de agua dentro de la taza por todos los ángulos, incrementando el poder y la efectividad de la descarga.
- ❖ Inodoros provistos con una bomba de 0,2 hp (caballos de fuerza), para incrementar la potencia de descarga.
- ❖ Tecnologías de vaciado de alta potencia y bajo consumo de agua. El sistema de alta eficiencia en consumo de agua que permite descargas de tan solo 4,8 litros, lo que se ve reflejado en un ahorro de más del 60% de agua.
- ❖ Sistemas de descarga de dos agujeros para distribuir a gran velocidad el agua durante la limpieza de la taza.
- ❖ Dispositivo que emplean aire comprimido para propulsar el agua y un sifón de chorro para una fuerte potencia de descarga.
- ❖ Sistemas de vaciado utiliza un anillo de agujeros dispuestos en el borde interno de la taza, generando una pared de agua que recorre la superficie para asegurar una limpieza más efectiva.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Aprendizaje en casa CFIA



AGUA

AS-47 Inodoro dual

ESTRATEGIA

Utilizar la cantidad de agua adecuada, según el uso del aparato sanitario

OBJETIVOS

Reducir consumo de agua potable

TECNOLOGIA APLICADA

Tipo de descarga y consumo:
Dual flush 6.0 Lpf y 4.1 Lpf

CASO

Oficinas administrativas de empresa de logística con promedio de 50 colaboradores durante todo el día
Razón mujeres/hombres : 1:1
Dotación diaria estándar 135 litros/persona día

Pre-diseño	Documentos respaldo • Especificación técnica inodoro
■ Diseño	
Construcción	
■ Operación	
■ Remodelación	
Deconstrucción	

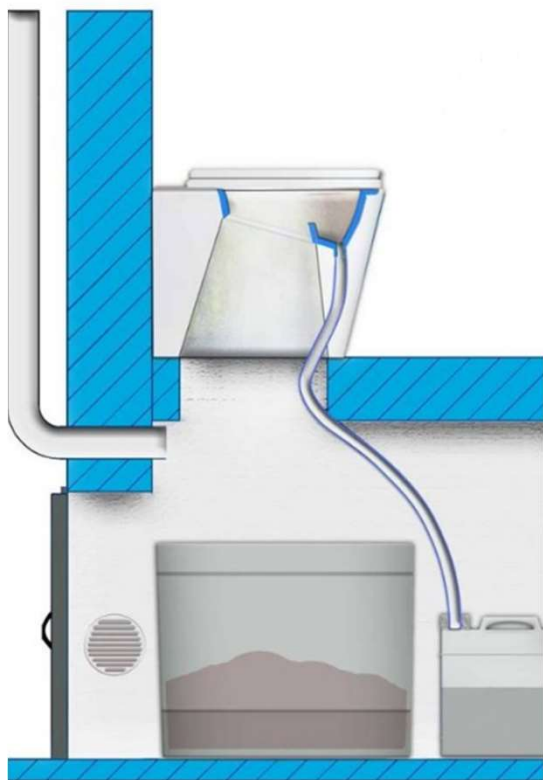


MODELO MEMORIA DE CALCULO RESUMEN

Parámetro	Fórmula	Cantidad	Unidades	Notas
1) Desempeño específico de tecnologías				
Gasto de agua línea base:	qb	13.0	L/ciclo	
Gasto de agua alto rendimiento:	qr	5.4	L/ciclo	
2) Calculo de número de ciclos				
Hombres:	h	25	hab	
Mujeres:	m	25	hab	
Promedio de uso:	N	2.8	ciclos/per·día	
Ciclos por día:	$Cd = (h+m) \times N$	140	ciclos/día	
3) Calculo del caudal diario				
Caudal línea base:	$Qb = Cd \times qb$	1820	L/día	
Caudal con medida:	$Qr = Cd \times qr$	756	L/día	
Caudal ahorrado:		1064	L/día	
Reducción de consumo de agua:	$\%R = (Qb-Qr)/Qb$	58.5%		
Dotación línea base diseño:		85	L/hab·día	Oficina
Consumo diario total agua:		4250	L/hab·día	
Ahorro consumo diario:		21.3	L/hab·día	
Ahorro respecto al total:		25.0%		

Cálculos requeridos





Inodoros
secos

Orinales
secos



Reuso de aguas grises



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE





Grifería

- Push
- Palanca
- Sensor

AGUA

AS-38 GRIFERÍA DE PUSH

ESTRATEGIA

Utilizar la cantidad de agua adecuada, según el uso del aparato sanitario

OBJETIVOS

Reducir consumo de agua potable

TECNOLOGIA APLICADA

Tipo de descarga y consumo: Dual flush 6.0 Lpf y 4.1 Lpf

CASO

Oficinas administrativas de empresa de logística con promedio de 50 colaboradores durante todo el día

Dotación diaria estándar 135 litros/persona día

Pre-diseño	Documentos respaldo ● Especificación técnica grifería
■ Diseño	
Construcción	
■ Operación	
■ Remodelación	
Deconstrucción	



MODELO MEMORIA DE CALCULO RESUMEN

	Parámetro	Fórmula	Cantidad	Unidades	Notas
1) Desempeño específico de tecnologías					
	Gasto de agua línea base:	qb	0.5	L/ciclo	
	Gasto de agua alto rendimiento:	qr	0.4	L/ciclo	
2) Calculo de número de ciclos					
	Personal	p	50	hab	
	Promedio de uso:	N	4	ciclos/per•día	
	Ciclos por día:	$Cd=p \times N$	200	ciclos/día	
3) Calculo del caudal diario					
	Caudal línea base:	$Qb= Cd \times qb$	100	L/día	
	Caudal con medida:	$Qr = Cd \times qr$	80	L/día	
	Caudal ahorrado:		20	L/día	
	Reducción de consumo de agua:	$\%R= (Qb-Qr)/Qb$	20.0%		
	Dotación línea base diseño:		150	L/hab•día	Oficina
	Consumo diario total agua:		7500	L	
	Ahorro consumo diario:		1000	L	
	Ahorro respecto al total:		13.3%		



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

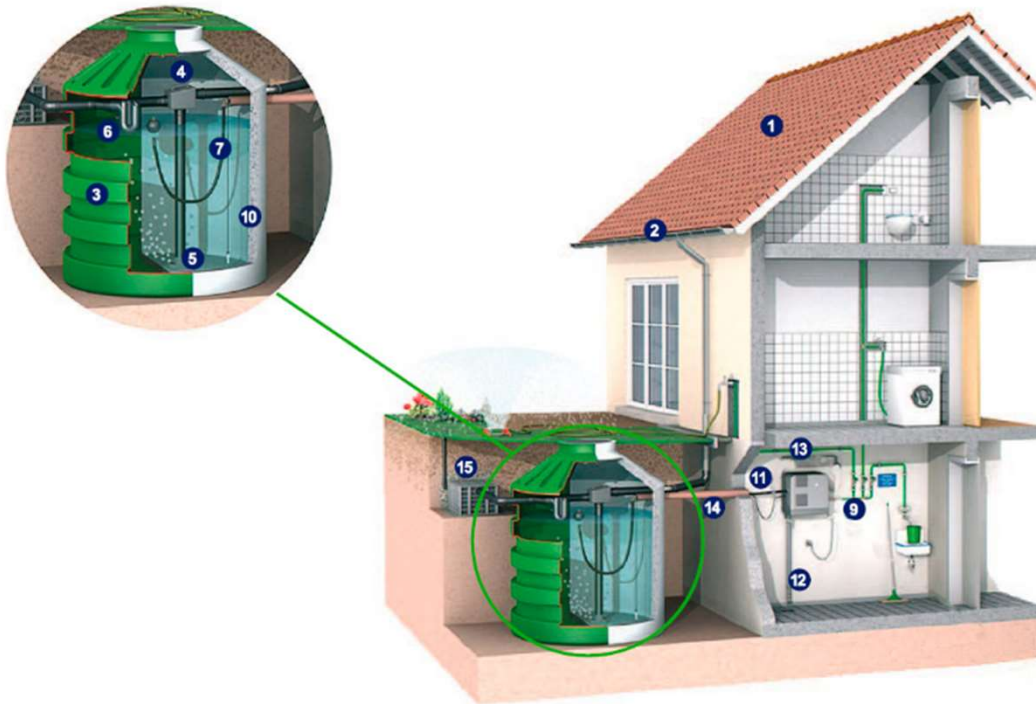


Aireadores

- Los aireadores son accesorios que se colocan en el extremo de los grifos de agua o que pueden introducirse dentro de la tubería.
- El objetivo de un aireador o regulador de caudal es mantener un caudal de agua constante, que no se vea afectado por las fluctuaciones de presión.
- El agua pasa a través de unas mallas (habitualmente metálicas) superpuestas, que obligan al agua a seguir un camino más largo. Al disminuir la sección de paso (solo puede pasar por los agujeros de las mallas), aumenta la velocidad y disminuye la presión, y por efecto Venturi, succiona e incorpora aire a su flujo.
- Los aireadores de grifos son útiles sobre todo en los grifos más antiguos, que suelen suministrar unos 15 litros de agua por minuto. Un aireador puede ayudar a reducir el caudal de agua a menos de la mitad, a 6 litros de agua por minuto.
- Los aireadores pueden instalarse en el 95% de los grifos y, según las estimaciones, su uso puede ahorrar hasta 1.274 litros de agua al mes.



Reutilización de agua de lluvia

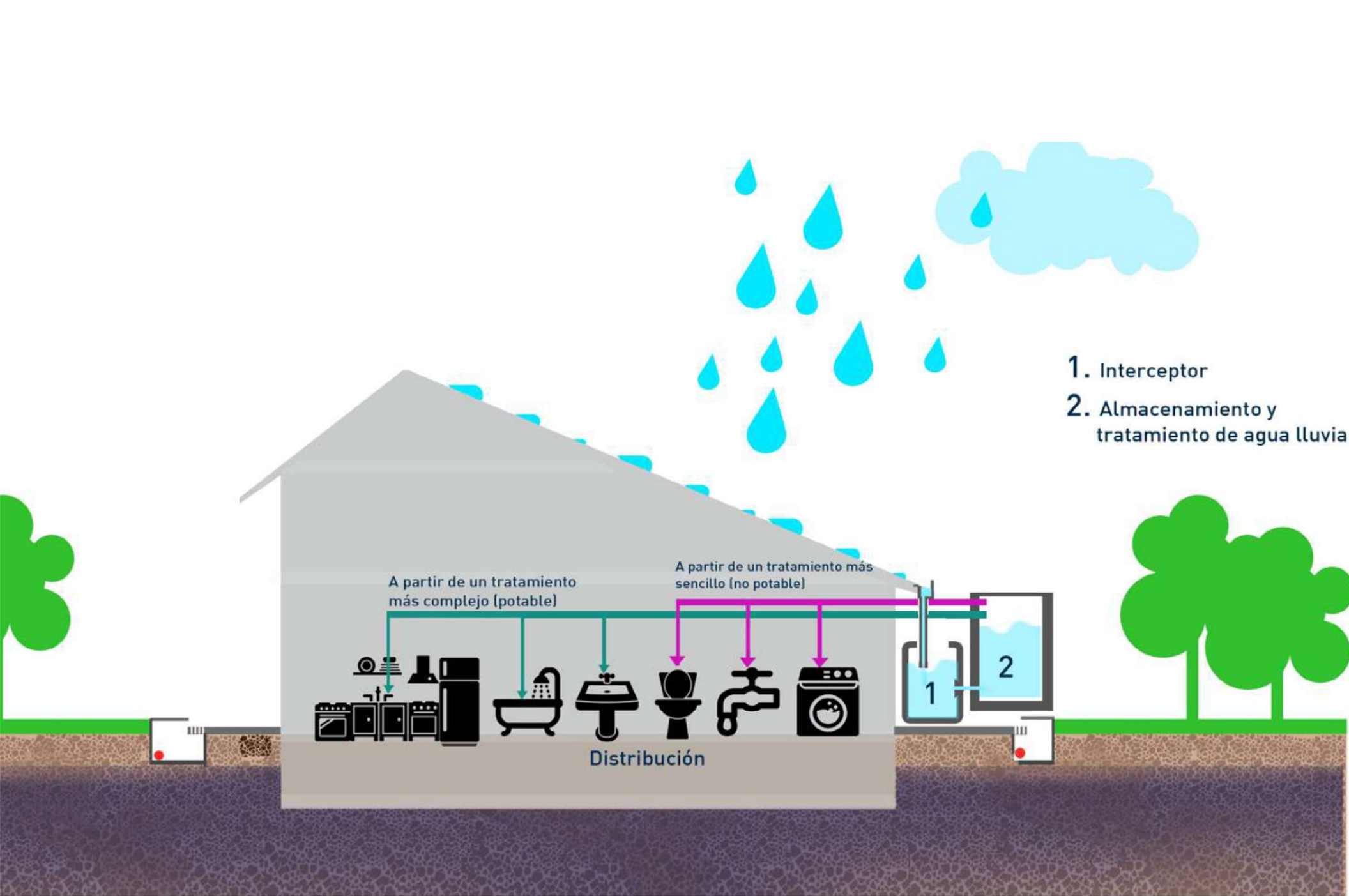


CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE			
		unidad	
Periodo de retorno	T	años	10
Tiempo concentración	T	min	2
Coef. Escorrentía	C		1
Intensidad	I	mm/hr	132.1
Area recolección	A	m ²	100
Caudal	Qentrada	litros/s	3.7
Consumo diario inodoro	Quso	litros/día	180.0
Tiempo de cosecha		min	15.0
Volumen por lluvia		m ³	3.3
Recargas por mes		ud	5.0
Tanque de referencia		litros	670.0
Ahorro mensual		m ³	5.4
Consumo mensual promedio		m ³	24.0
Ahorro porcentual			22.5%
Ahorro anual			13.1%



Banderita Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE





1. Interceptor
2. Almacenamiento y tratamiento de agua lluvia

A partir de un tratamiento más complejo (potable)

A partir de un tratamiento más sencillo (no potable)

Distribución

En la frontera del estado del arte



Los destiladores solares para purificar el agua se han empleado en América desde tiempos precolombinos. La técnica es sencilla: se evapora el agua gracias a la energía solar y el vapor se condensa en una superficie para recoger el agua limpia.

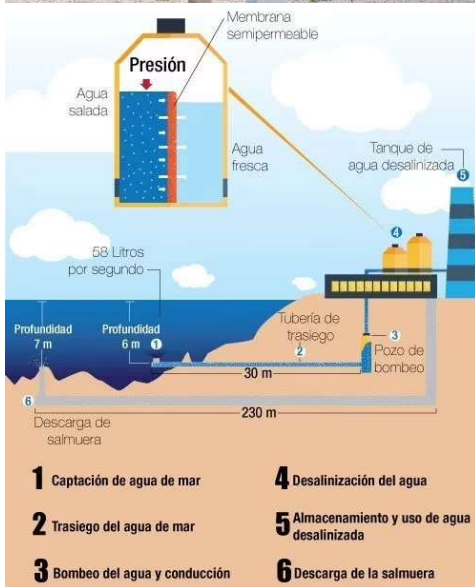
Los sistemas propuestos incluyen el uso de evaporadores de papel carbón y condensadores de un material llamado polidimetilsiloxano, que incluso a plena luz del sol emiten más energía de la que absorben, reduciendo la temperatura por debajo del punto de rocío para lograr la condensación del vapor.

Condensación de vapor

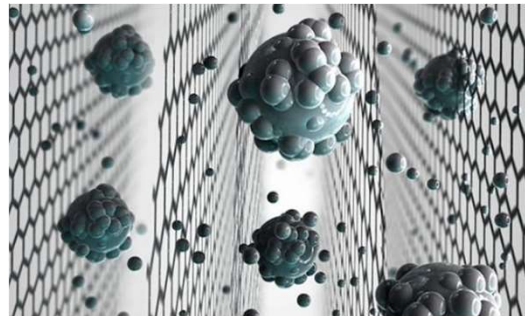
Agua potable de agua salada

La desalinización del agua del mar emplea sistemas de filtración por membranas poliméricas son costosas e ineficientes por su abundante consumo de energía.

La ciencia de los nuevos materiales puede ofrecer también una solución alternativa a las actuales desaladoras. Científicos de la Universidad de Manchester (Reino Unido) han creado un tamiz de óxido de grafeno que retiene las sales, dejando pasar solo el agua. El secreto está en el diminuto tamaño del poro, de alrededor de 1 nanómetro. Las moléculas de agua fluyen fácilmente a su través gracias a que forman una especie de tren por medio de sus puentes de hidrógeno; sin embargo, las sales no pueden pasar debido a que están rodeadas por una cáscara de moléculas de agua, con un tamaño total que excede el del poro.



Infografía: Dunkan Harley



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE





—
El SunSpring Hybrid es una estación autosuficiente alimentada por energía solar y eólica que filtra el agua. Crédito: **Innovative Water Technologies**

Reutilización de agua usada

Un sistema actualmente desplegado en 30 países es el SunSpring Hybrid de [Innovative Water Technologies](#), una estación autosuficiente alimentada por energía solar y eólica que filtra el agua para proporcionar 20.000 litros al día durante más de 10 años



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE





Protección de
cuerpos de
agua durante
construcción

Impacto de la urbanización

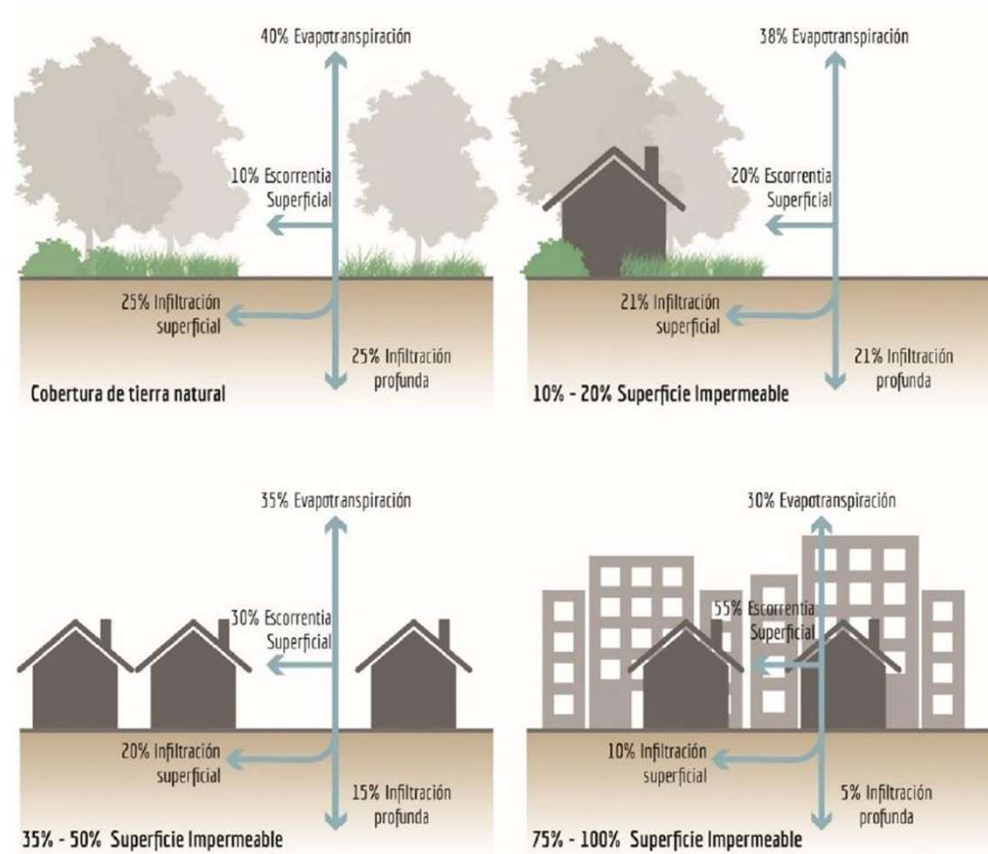
- Un aumento de la impermeabilidad de 40 % produce una disminución del 50% en los tiempos de distribución del escurrimiento y un aumento del 90 % del caudal máximo de las crecidas.
- Cuando la densidad poblacional pasa de 0,4 hab./ha. a 50 hab./ha. los tiempos de distribución de los escurrimientos se reducen a la décima parte y los volúmenes escurridos aumentan diez veces.
- La evapotranspiración se reduce en un 38 %.
- El escurrimiento superficial aumenta en un 88 %.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Impermeabilización y aumento de escorrentía

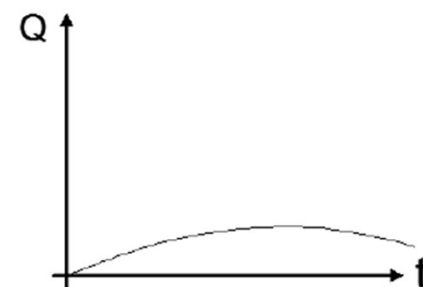


Fuente: Bedogni (2019).

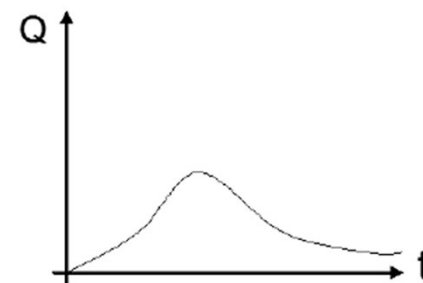
Efecto en los caudales de la urbanización



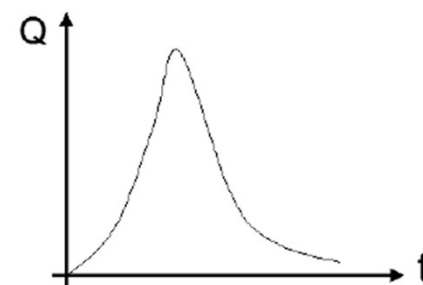
Rural

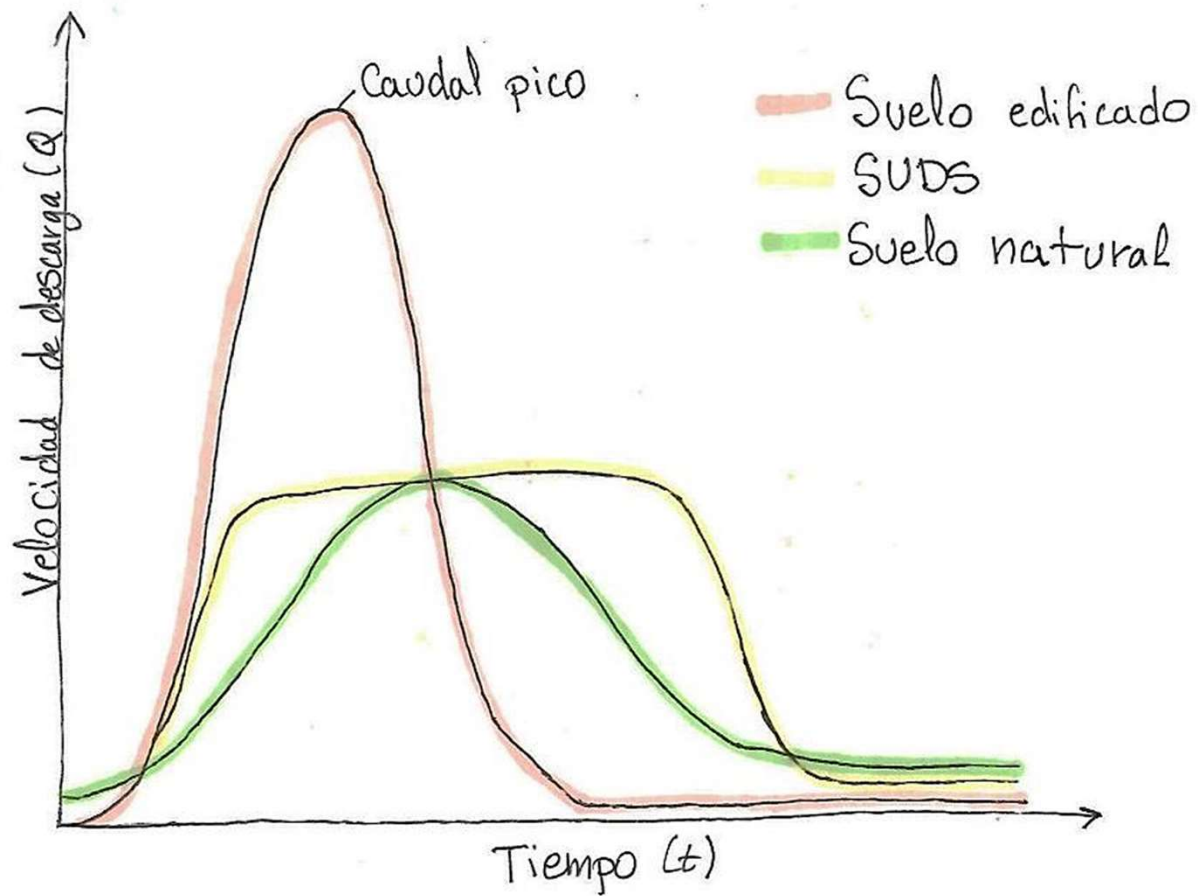


Parcialmente urbanizado



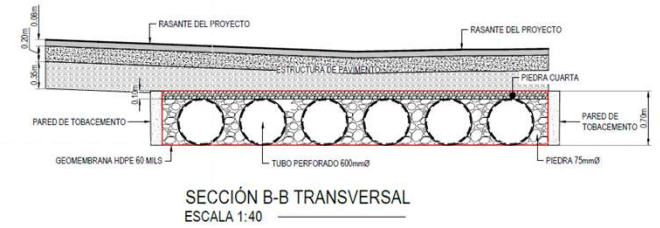
Urbanizado (ciudad)



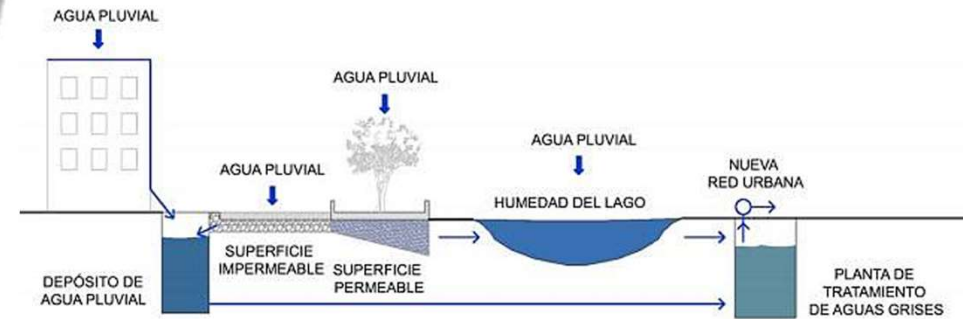


Necesidad
de los
SUDS

Diseño de parques con SUDS

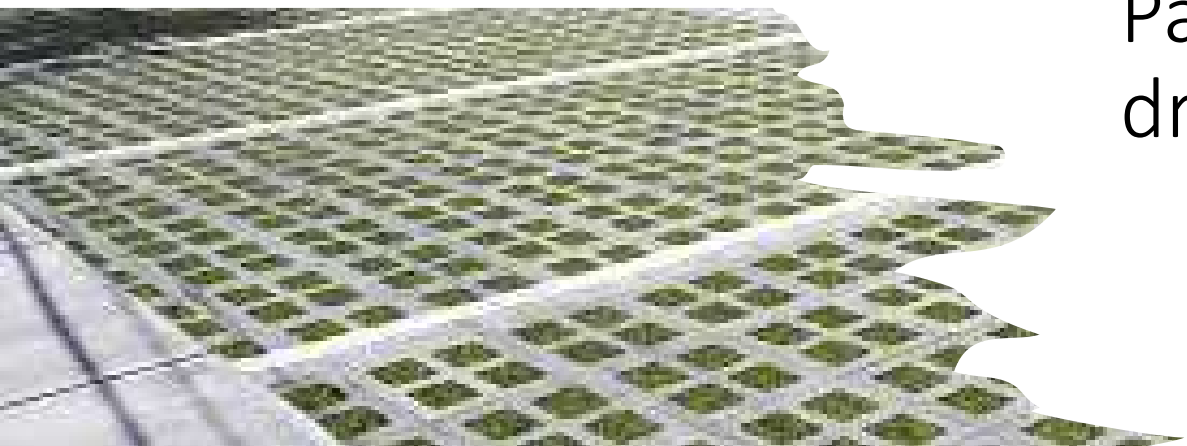


Diseño utilizado en un parque de Centro Comercial San José



Sistemas de control pluvial urbanos

- Sistemas de control en el origen
 - Sistemas de recogida de aguas (rainwater harvesting systems)
 - Sistemas superficiales permeables (pervious surfacing systems)
 - Cubiertas vegetadas (green roofs)
 - Pavimentos permeables
 - Sistemas de infiltración (infiltration systems)
 - Pozos de infiltración
 - Zanjas de infiltración
 - Jardines de bioretención
 - Sistemas de filtración y transporte
 - Superficies permeables
 - Drenes filtrantes
 - Franjas filtrantes
 - Cunetas verdes
 - Sistemas de almacenamiento y tratamiento
 - Depósitos de infiltración
 - Estanques de retención
 - Presas de detención
 - Humedales artificiales
 - Conducciones de trasvase



Pavimentos
drenantes

Pavimentos adoquines drenantes

BIODIVERSIDAD Y SITIO

BS-12 Adoquín drenante

ESTRATEGIA

Gestionar el riesgo de inundaciones aguas abajo desfogando el proyecto

OBJETIVOS

- 1- Retardo de escorrentía superficial
- 2- Recarga de acuíferos







TECNOLOGIA APLICADA

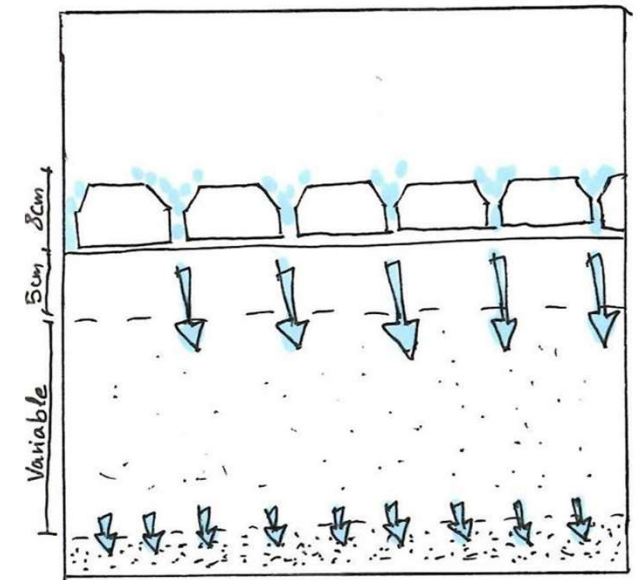
Pavimentos drenantes de adoquines
Diseño hidráulico requiere permeabilidad de subrasante
Sistema de drenaje en la subbase

EJEMPLO

Calles de condominio de 60 viviendas
Área total de calles: 2307 m²
El pavimento no recibe agua de otras zonas del proyecto

■ Pre-diseño	Documentos respaldo
■ Diseño	● Memoria cálculo pluvial
Construcción	● Planos sellados APC
Operación	● Estudio infiltración suelos
Remodelación	● Diseño estructural pavimento
Deconstrucción	

	Adoquín 8 cm
	Cama 5 cm (10 mm)
	Base 10 cm (19 mm)
	Espesor 30 cm
	Variable según diseño (63.5 mm)
	Geotextil
	Suelo sin compactar
	Arena de sello filtrante de 5 mm

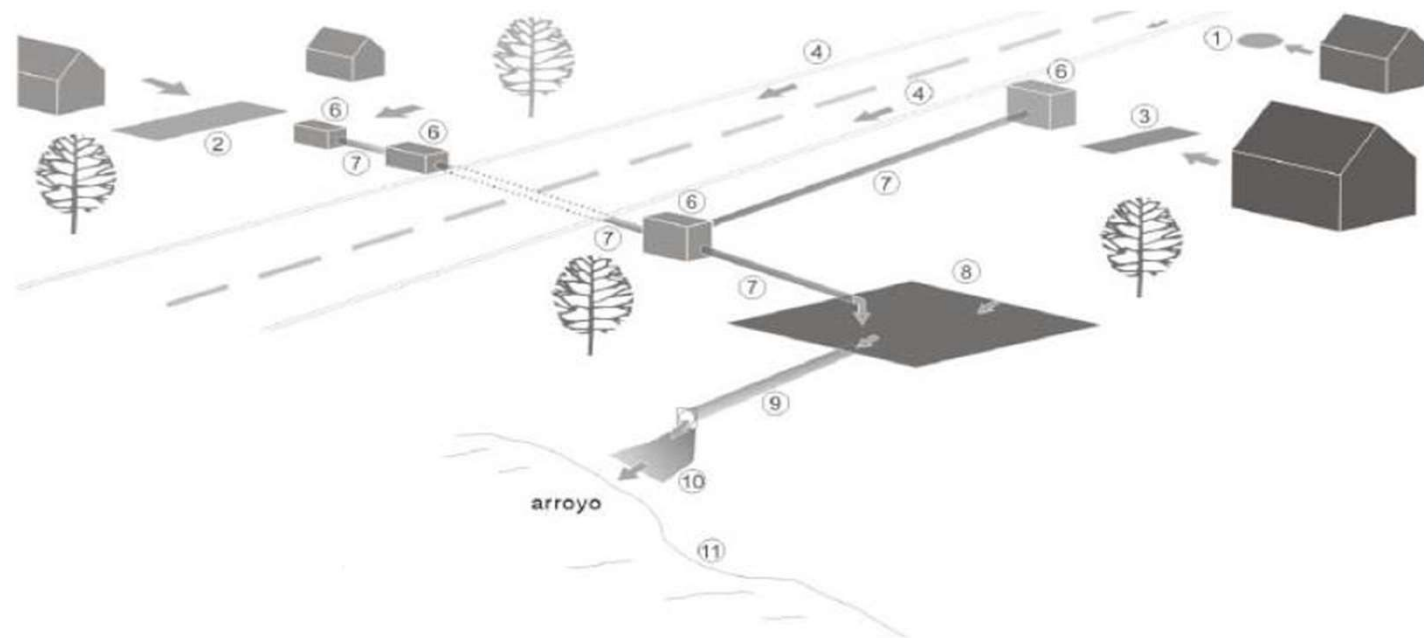


CALCULO

Parámetro	Fórmula	Cantidad	Unidades	Notas
1) Volumen afluente de agua				
Area de pavimento	Ap	2307	m ²	
Intensidad de lluvia	i	100	mm/h	Periodo retorno 25 años
Coeficiente escorrentía	C	1		Sobre pavimento
Caudal entrada	$Q_e = 1.25 \times C \times i \times A_p / 3600$	80.1	L/s	
Tiempo acumulado:	t	3	h	
Volumen total entrada:		720.94	m ³	
2) Volumen infiltrado en suelo				
Coeficiente escorrentía:	C	1		
Capacidad infiltración:	f	25	mm/h	5% fino, limo
Caudal infiltrado:	$Q_i = C_s \times f \times A_p / 3600$	12.8	L/s	
Volumen salida por infiltración:		115.35	m ³	
3) Volumen retenido				
Espesor debajo tubería salida:	E	0.15	m	
Factor por pendiente:	F	0.60		
Volumen de retención:	$V_r = F \times A_p \times E$	207.63	m ³	
Volumen efluente durante periodo:		397.96	m ³	
Caudal medio efluente:		44.22	L/s	
Reducción escorrentía:		81 %		Escorrentía de calles
4) Diminución de impacto escorrentía fuera proyecto				
Fracción escorrentía calles:	fr	15 %	Del total	Del total de escorrentía
Impacto en proyecto total:	$Q_r = C_d \times q_r$	12 %	Reducción	Por unidad tiempo

Cálculo de
impacto de
los
adoquines
drenantes

El sistema de retención pluvial



Diseño de estructuras de regulación

Lagunas de retención

Es un sistema alternativo que consiste en una laguna diseñada para recibir el escurrimiento producido por una tormenta, y luego ser vaciada de forma gradual. La factibilidad de una laguna de retención está determinada por el área tributaria, las condiciones morfológicas de la cuenca y espacio disponible.

Una forma de introducirlas en el entorno urbano, son los parques o plazas inundables que se ubican por debajo la cota de la calle y permiten almacenar un cierto volumen de agua y desalojarlo de forma gradual



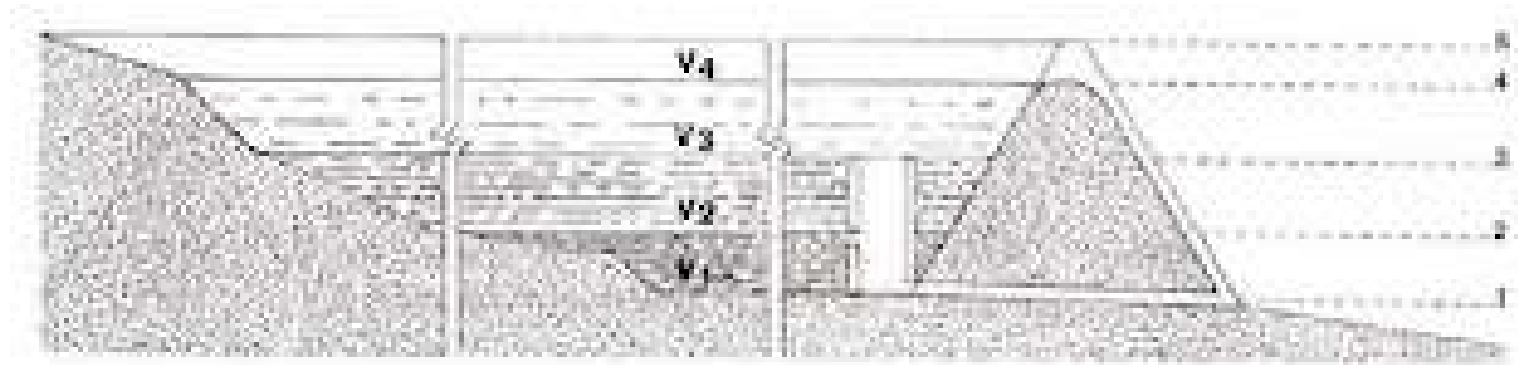
Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE





Laguna de
retención

Sistema de seguridad para volúmenes de alta intensidad

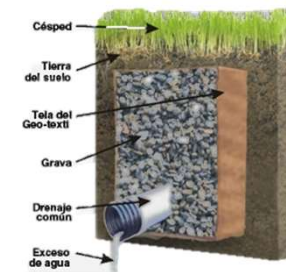


- Volúmenes 1 y 2 corresponden a tormentas de baja y media intensidad
- El volumen 3 corresponde a una tormenta de gran intensidad y deberá ser evacuada a través del sistema de vertederos.
- El volumen 4 corresponde a una tormenta más fuerte aún y deberá diseñarse los muros de la laguna para que soporten ese nivel de agua.

Diseño de estructuras de regulación

Tanques de almacenamiento

Cuando no es posible designar un área para un parque o una plaza, se puede recurrir a la instalación de tanques subterráneos que permiten la captación y almacenamiento del agua de lluvia, permitiendo así la disminución del caudal pico en la zona. Este tipo de tanques se pueden construir por debajo de las calles, avenidas. Lo cual permite aprovechar las áreas verdes permeables como zonas de captación.



Drenes filtrantes

Los drenes filtrantes son sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) conformados por excavaciones poco profundas (entre 1 y 2 m) rellenas con materiales pétreos gruesos que propician almacenamiento temporal subsuperficial. Estos sistemas poseen la desventaja de que pueden llegar a saturarse con facilidad, por lo que deberán diseñarse cuidadosamente sus capas granulares interiores con el fin de maximizar su vida útil. Estos elementos pueden captar lateralmente el escurrimiento proveniente de avenidas o de un colector.

Sistemas urbanos de drenaje sostenible

- Reducen los volúmenes de escorrentía y caudales
- Permitir las cargas del tráfico, lo que significa que pueden ser instalados bajo carreteras y aparcamientos así como en aplicaciones menos exigentes como zonas verdes o áreas peatonales.

•El resultado de los caudales pluviales de antes y después del cambio de uso de suelo, implica uso de medidas de mitigación (sistemas de control pluvial).

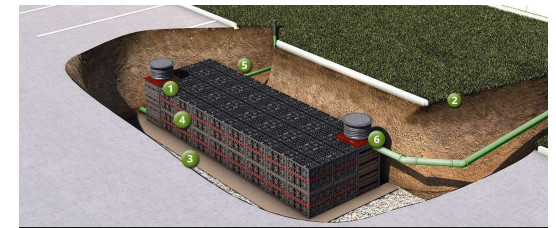
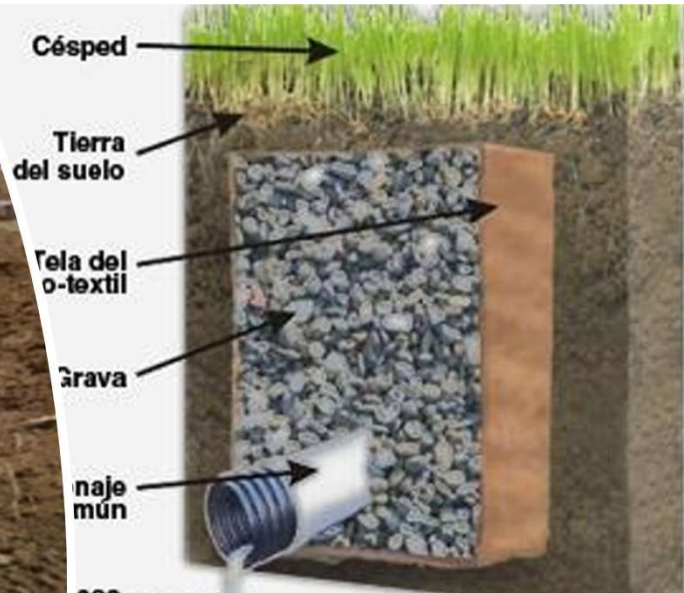


Imagen: Graf



Drenaje francés



Franja de infiltración



Banderita Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Cunetas verdes



Bander a Azul Ecologica
COSTA RICA / CONSTRUCCION SOSTENIBLE

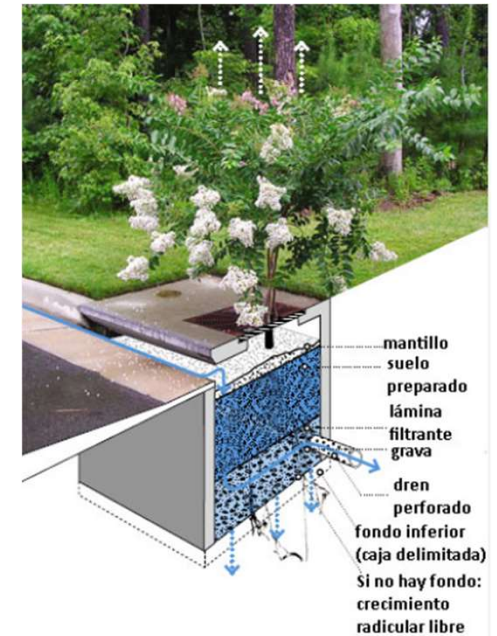


El jardín de lluvia

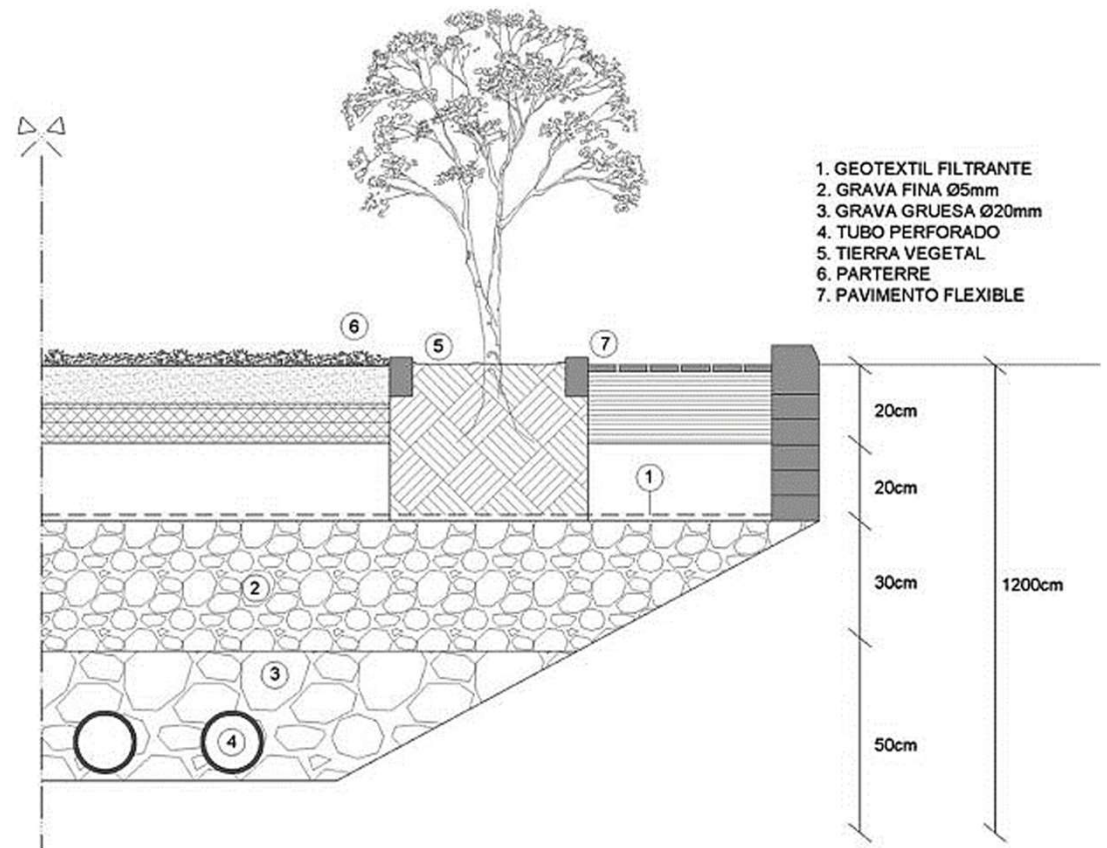


Tomado de:
<https://biblus.accasoftware.com/>

- Depresión (natural o artificial) que recolecta el agua superficial de lluvia que fluye de los techos, carreteras, aceras y otras superficies urbanas impermeables
- Esta depresión, y las capas debajo de la superficie, permiten una evacuación parcial o total del agua en un sistema de drenaje subterráneo.
- La capa «viva» que permite filtrar sustancias contaminantes, pesticidas, fertilizantes, etc., llevados por el flujo de las aguas, antes de entrar en los colectores.
- Los proyectos más complejos de jardín de lluvia normalmente se indican como “bio-retención”: estanques, áreas verdes, jardines, et



Sistemas combinados, drenes y líneas de vegetación

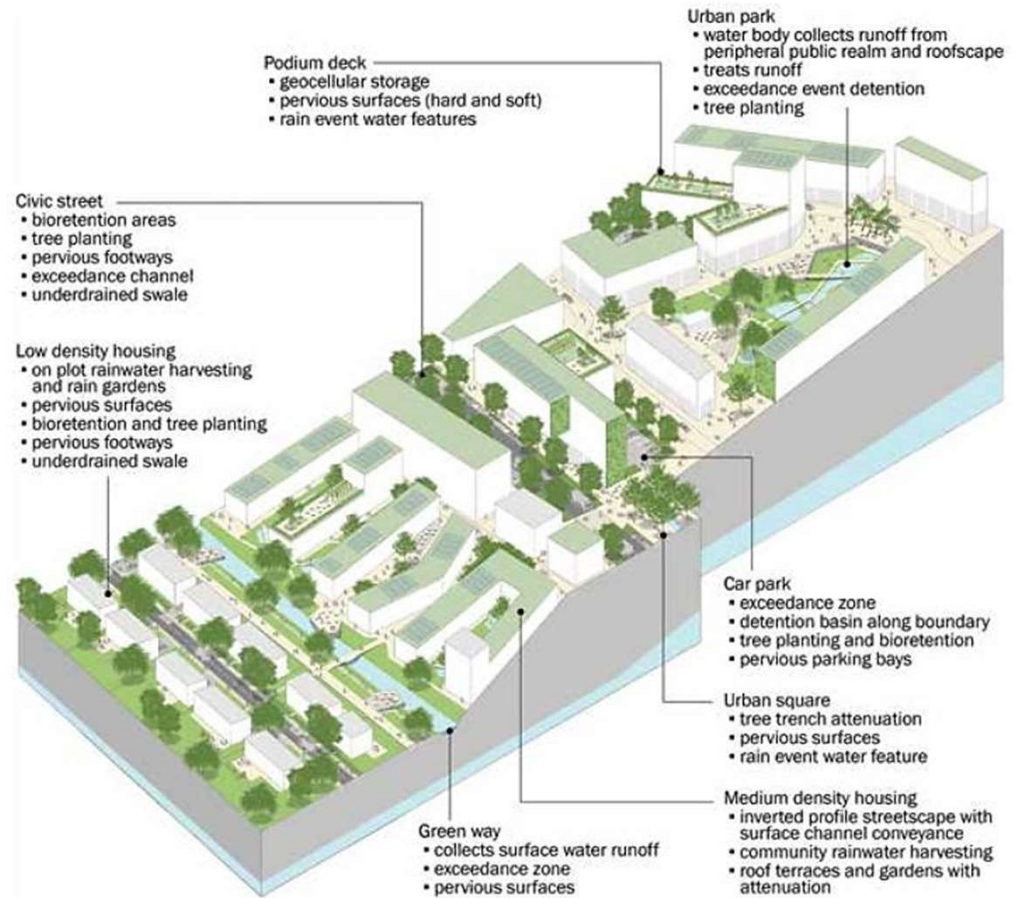


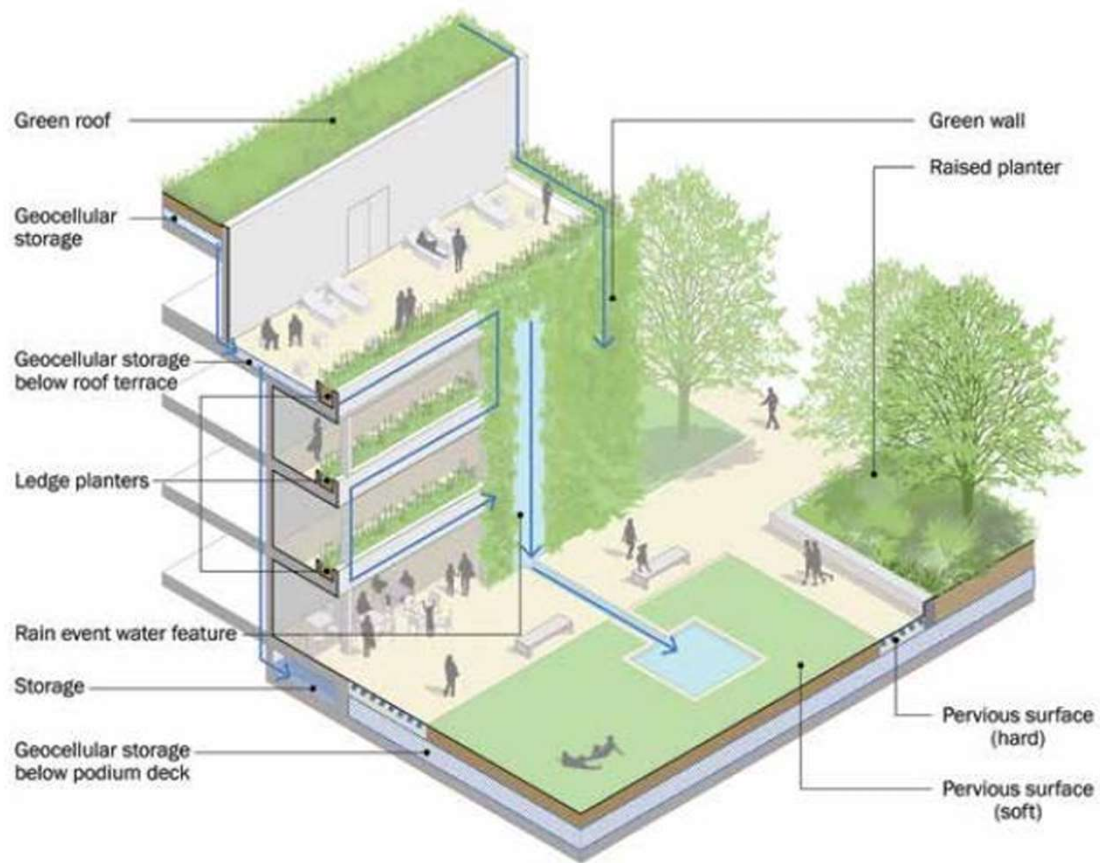


Agricultura
urbana



SUDS integrados





Techos y paredes verdes

Arquitectas/os
+ Ingeniera/os
civiles



Parámetros de calificación de los SUDS

- Cantidad del agua
 - Escorrentía superficial como recurso
 - Evitar el riesgo de inundación
 - Proteger los sistemas hidrológicos urbanos
 - Drenar de forma efectiva
 - Adaptabilidad del sistema a futuros cambios
- Calidad del agua
 - Filtración de posibles contaminantes
 - Mantenimiento
 - Resiliencia a futuros cambios



Parámetros de calificación de los SUDS



- Servicios públicos
 - Multifuncionalidad de los espacios
 - Incrementar el valor paisajístico
 - Conseguir unidad vecinal
 - Crear conciencia medioambiental
- Biodiversidad
 - Proteger y mantener la fauna y flora local
 - Atraer especies autóctonas
 - Objetivos locales de biodiversidad
 - Contribuir a la conexión de hábitats
 - Crear ecosistemas autosuficientes.

Modelo Tradicional

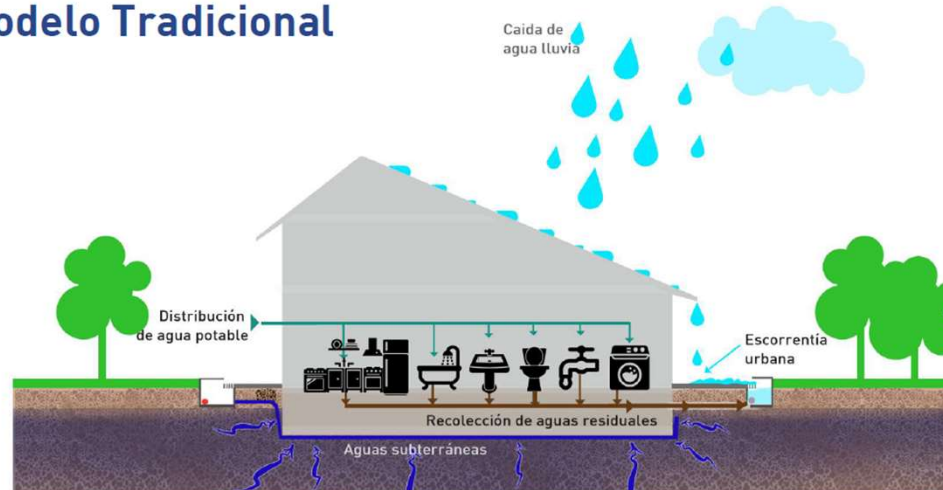
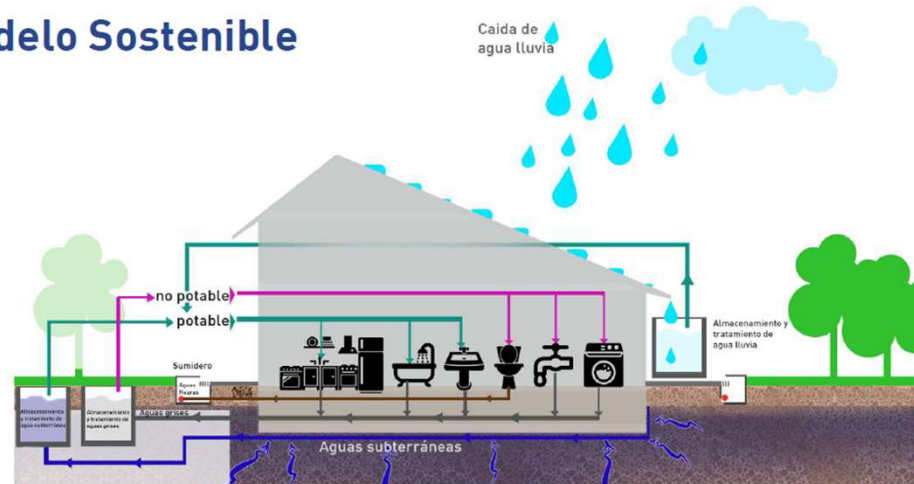


Figura 11. Modelo tradicional de gestión del recurso hídrico. Fuente: Elaboración propia.

Modelo Sostenible



Construcción Sostenible



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Saneamiento



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Temas a tratar

- Sistemas de humedales artificiales
- Tratamiento de aguas grises
- Tanques sépticos mejorados



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / COSTA RICA SOSTENIBLE



La urgente necesidad de saneamiento sostenible

- Más del 90 % de las plantas tiene una capacidad menor a 5.0 L/s y 84 % corresponde a sistemas para condominios privados.
- Lodos activados representa la mayoría, con 57 % de los sistemas operado por entidades públicas y 98 % de los proyectos tramitados para su construcción.
- Costa Rica tiene una proporción de sistemas de pequeña capacidad ($Q < 25$ L/s) y utiliza la tecnología de lodos activados en mayor medida que los otros países de la región contemplados en este análisis.





El agua residual debe incluirse en el balance hídrico como parte de la planificación de la cuenca, dado su potencial como recurso, particularmente en áreas con escasez de agua



Al seleccionar la tecnología de tratamiento, es importante evaluar no sólo los gastos de capital sino también los gastos de operación.



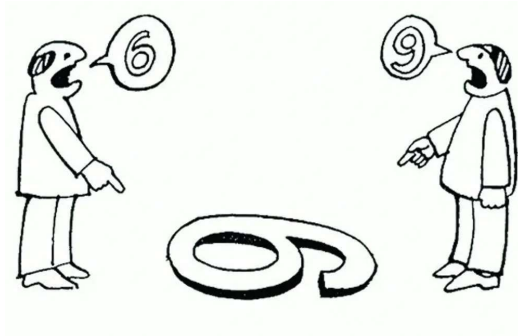
De hecho, a largo plazo, los costos de operación y mantenimiento superan a los costos de construcción; sin embargo, con frecuencia se desatienden cuando se calculan los gastos necesarios, lo que afecta a la sostenibilidad de estos sistemas.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



De residuo a recurso



Debemos cambiar
Nuestro paradigma



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / COSTA RICA SOSTENIBLE



DISEÑO

<p>1.2. Incorporar estrategias para reducir la generación de aguas residuales, de acuerdo a las buenas prácticas de construcción sostenible. <i>Comprobación del parámetro: las estrategias y dispositivos se incluyeron en los planos y/o especificaciones (identificar la lámina o detalle donde se establece o generar un índice de contenido y simbología).</i></p>	<p>12%</p>
--	------------



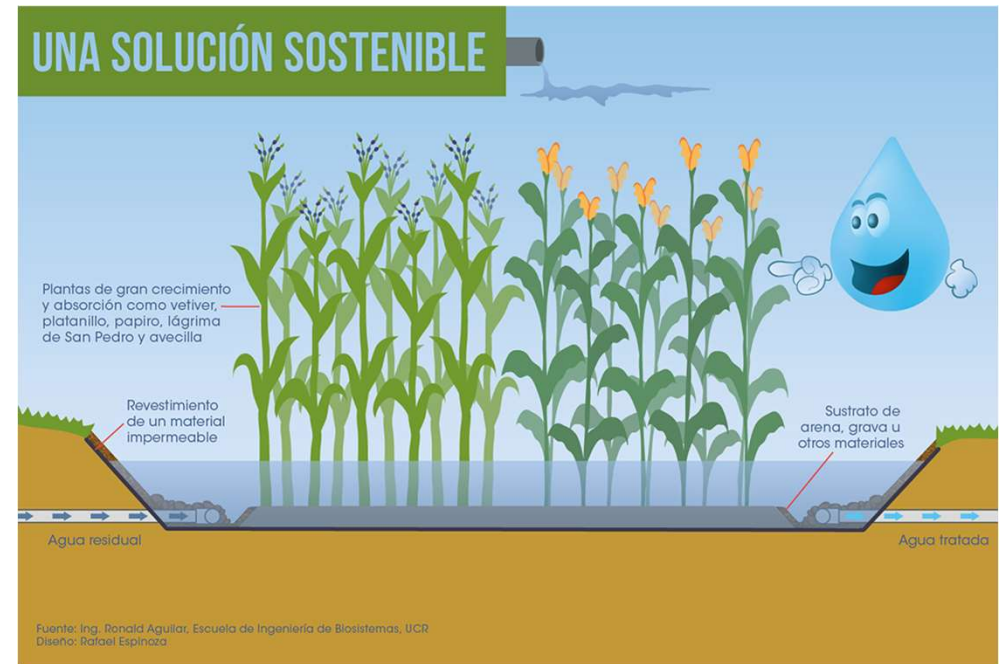
CONSTRUCCIÓN

<p>1.2. Incorporar estrategias y dispositivos para reducir la generación de aguas residuales, así como la disposición adecuada de las mismas. <i>Comprobación del parámetro: las estrategias y dispositivos se incluyeron en los planos y/o especificaciones.</i></p>	<p>5%</p>
--	-----------



Humedales artificiales: Consideraciones de diseño

- Cuantificación de la carga
- Características de parámetros físico químicos y biológicos del efluente de entrada.
- Restricciones de retiros
- Disposición de terreno
- Geología y geotecnia
- Hidrología
- Topografía
- Hidrogeología
- Cuantificación de fauna y flora
- Meteorología.
- Dirección de vientos.
- Clima



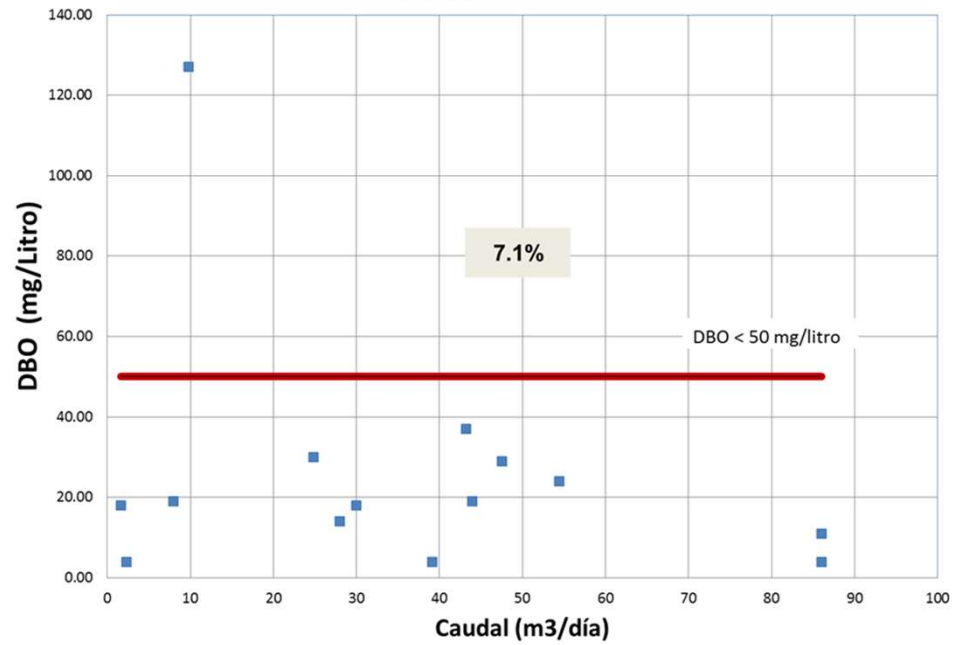
Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE

Parámetro	Límite Máximo
DBO	50 mg/L
DQO 5,20	150 mg/L
Sólidos suspendidos (SST)	50 mg/L
Grasas/aceites (G y A)	30 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	5 a 9
Temperatura (T)	$15^{\circ}\text{C} \leq T \leq 40^{\circ}\text{C}$
Sólidos sedimentables (S.SED)	1 mL/L
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	5 mg/L

Calidad del vertido de humedales artificiales



Humedales artificiales
14 PTAR



Límites máximos permisibles para el reuso de aguas residuales ordinarias

TIPO DE REUSO	Nematodos intestinales (pro medio aritmético N° De huevos por litro)	Coliformes Fecales (NMP/1 00 mL) (1)	DBO _{5,20}
Tipo 1: Reuso Urbano Riego de zonas en donde haya acceso del público (por ejemplo en zona verdes, campos de golf, parques, plazas deportivas y cementerios), lavado de automóviles, inodoros, combate de incendios y otros usos con similar acceso o exposición al agua.	1	1 000	≤ 40
Tipo 2: Riego con acceso restringido Cultivo de césped, silvicultura y otras áreas donde el acceso del público es prohibido o restringido.	1	10 000	nd
Tipo 3: Reuso agrícola en cultivos que no se procesan previa a su venta Riego superficial o por aspersión, de cualquier cultivo comestible que no se procese previo a su venta, incluyendo aquellos que se consumen crudos.	1	1 000 (2)	nd



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Aprendizaje en casa CFA

Tipos de humedales



Humedales de flujo subsuperficial: consiste en una capa de sustrato poroso que se encuentra debajo de la superficie del agua.



Humedales de flujo superficial: para este sistema el agua fluye sobre la superficie de la zona húmeda, donde es tratada por las plantas y los microorganismos que se encuentran allí.



Humedales construidos en serie: son una serie de estanques interconectados que están diseñados para tratar las aguas residuales en varias etapas.



Humedales de aireación: en ellos el agua se agita y airea para aumentar la actividad microbiana y acelerar la degradación de los contaminantes.



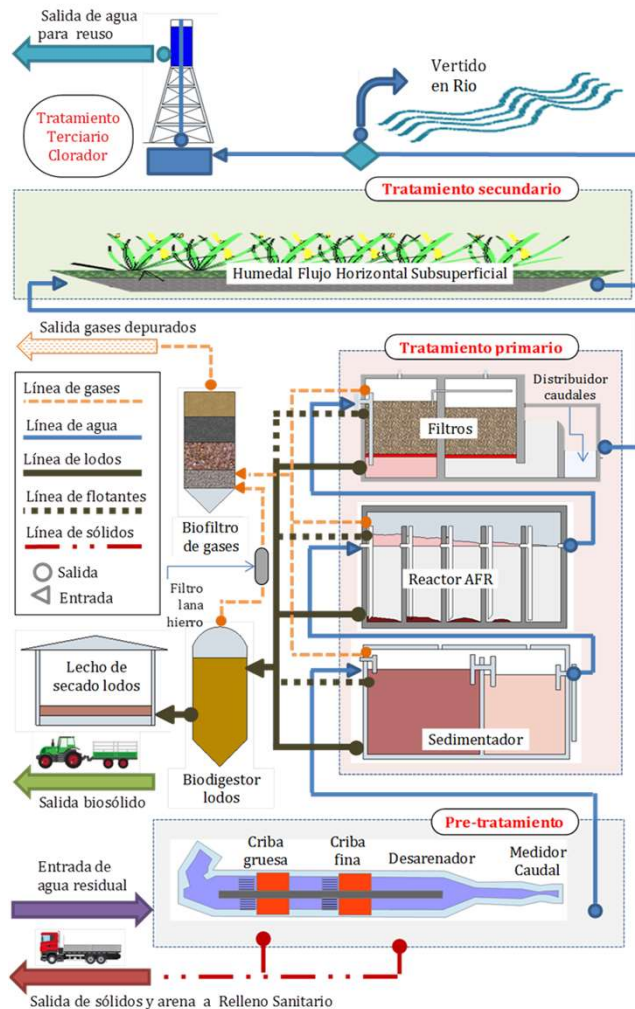
Humedales combinados: Los humedales combinados son sistemas que utilizan diferentes tipos de humedales en una sola instalación.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

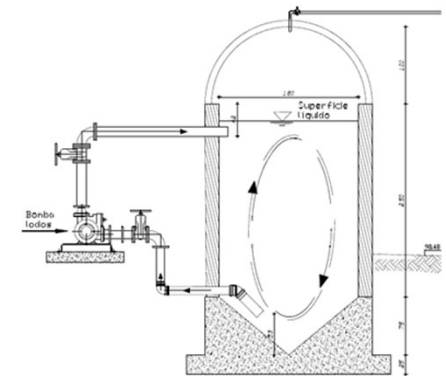


Diseño de planta productora



PARÁMETROS DE DISEÑO PARA REUSO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Parámetro	Límite Máximo
DBO	20 mg/L
DQO 5,20	50 mg/L
Sólidos suspendidos	15 mg/L
Grasas/aceites	1 mg/L
Potencial hidrógeno	7.2 (5 a 9)
Temperatura	30°C
Sólidos sedimentables	0.10 mL/L
Sustancias activas al azul de metileno	0.25 mg/L
Coliformes fecales	200 NMP/100 ml
Huevo de helminto	No detectable
Olor agua	Ausente



Uso de energía sólo para circulación de lodos

- Una planta que genera su propia energía descentralizada usando el biogás puede mejorar la eficiencia energética, reducir los costos, y mejorar la confiabilidad de la planta



En los Humedales Artificiales se reproducen los procesos que se dan en las zonas húmedas naturales

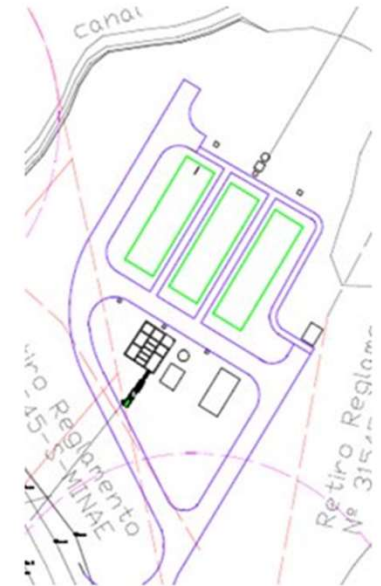
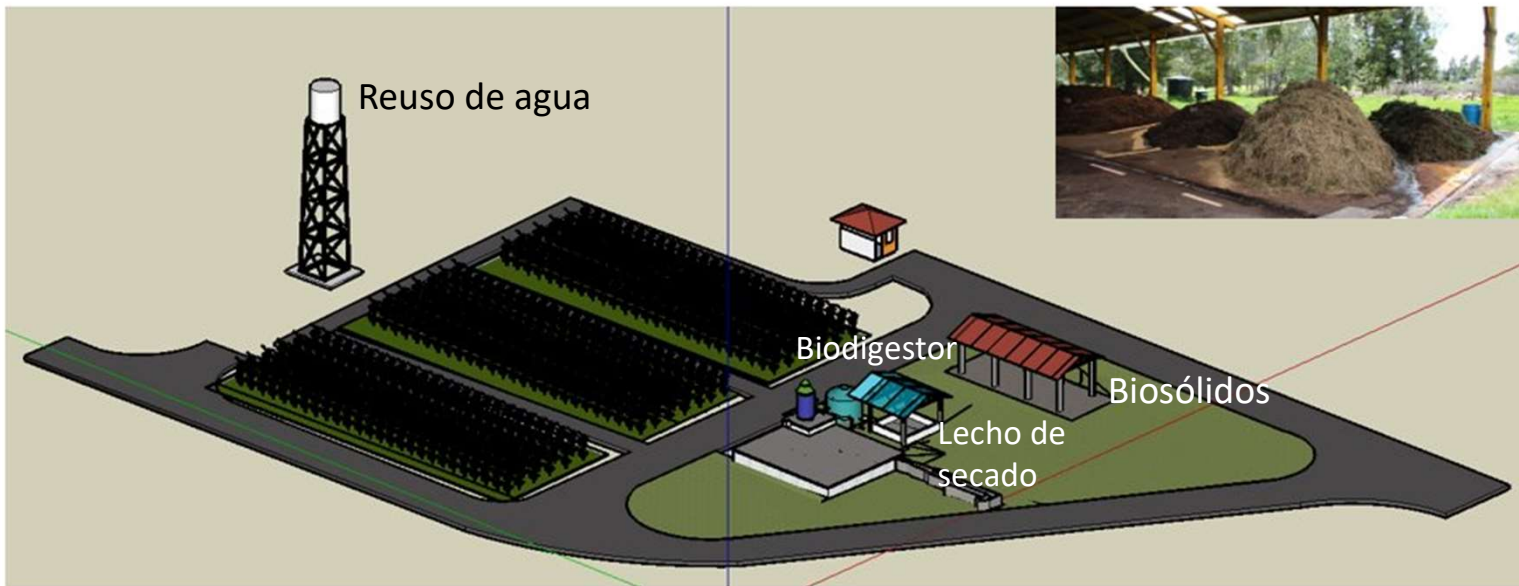
- El confinamiento del humedal se construye mecánicamente y se impermeabiliza para evitar pérdidas de agua al subsuelo.
- El empleo de sustratos diferentes al terreno original para el enraizamiento de las plantas.
- La selección del tipo de plantas que van a colonizar el humedal.





Vegetación

- La vegetación que se emplea en este tipo de humedales es la misma que coloniza los humedales naturales: plantas acuáticas emergentes (carrizos, juncos, aneas, etc.), helófitos que se desarrollan en aguas poco profundas, arraigadas al subsuelo, y cuyos tallos y hojas emergen fuera del agua, pudiendo alcanzar alturas de 2-3 m.
- Este tipo de plantas toleran bien las condiciones de falta de oxígeno, que se producen en suelos encharcados, al contar con canales internos o zonas de aireación (aerénquima), que facilitan el paso del oxígeno desde las partes aéreas hasta la zona radicular. Asimismo, presentan una elevada productividad (50-70 toneladas de materia seca/ha.año).
- Papiro / Vetiver / Platanillo / Avecilla



Distribución de planta Ptar Humedal Artificial

Planta productora de :

- Agua
- Electricidad
- Abono orgánico y nutrientes
- Forraje ganado

Regulaciones

- Normativas ambientales: calidad del agua de entrada y salida, la protección de los ecosistemas acuáticos, la velocidad de flujo, la profundidad del agua, la selección de plantas y la frecuencia de monitoreo.
- Regulaciones de uso de suelo:
- Regulaciones de tratamiento de aguas residuales: estas regulaciones pueden incluir la calidad del agua de entrada y salida, los niveles de contaminantes permitidos, y la frecuencia de monitoreo.
- Regulaciones de salud y seguridad: pueden existir regulaciones sobre la exposición a patógenos o sustancias tóxicas presentes en el agua, que perjudiquen a la población y los ecosistemas.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / COSTA RICA SOSTENIBLE



Costos reducidos: son de bajo costo en comparación con otros métodos de tratamiento, ya que no requieren de grandes inversiones de capital para su construcción y mantenimiento.

Bajo consumo energético: es limitado el uso de la energía eléctrica, debido a que la mayoría de los procesos de tratamiento son biológicos.

Mejora de la calidad del agua: son capaces de reducir la carga de nitrógeno y fósforo, los cuales son responsables de la eutrofización y la proliferación de algas en los cuerpos de agua, por tanto reduciendo los niveles de nutrientes y contaminantes en el agua

Restauración de los ecosistemas acuáticos: pueden ayudar a restaurar los ecosistemas acuáticos y proporcionar hábitats para la fauna y flora acuática. Además, pueden mejorar la calidad del suelo y reducir la erosión.

Reducción de la huella de carbono: son una solución de bajo impacto ambiental y pueden ayudar a reducir la huella de carbono al reducir la energía y los recursos necesarios para tratar las aguas residuales.

Adaptabilidad: se pueden adaptar a diferentes contextos, ya que pueden ser diseñados para tratar diferentes tipos de aguas residuales y pueden ser implementados en diferentes escalas, desde sistemas pequeños para hogares individuales hasta grandes sistemas para ciudades y regiones.

Beneficios de los humedales artificiales

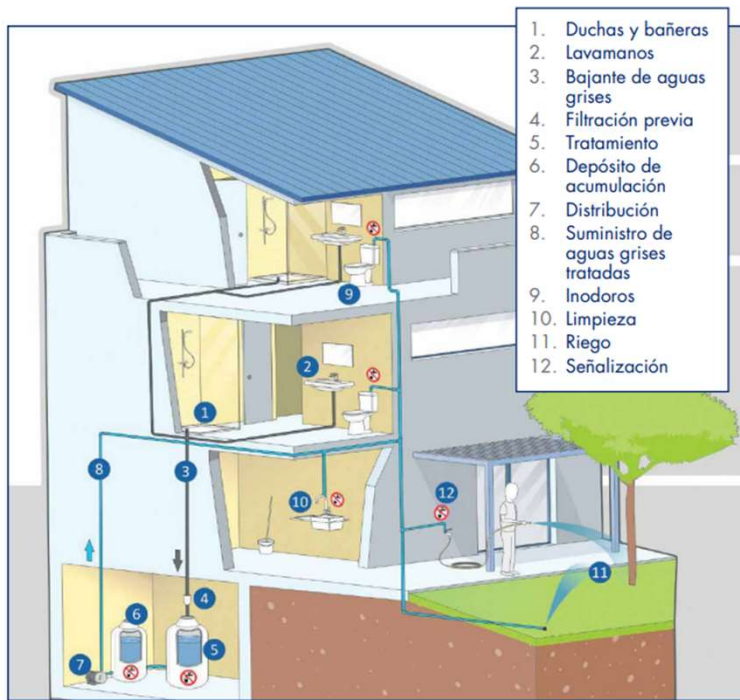
Biosólidos

- Tradicionalmente, los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales han sido considerados como residuos que deben descartarse al menor costo posible. Sin embargo, los biosólidos (el lodo de las plantas de tratamiento de aguas residuales tratados a niveles que le permitan su uso beneficioso) pueden emplearse para múltiples propósitos dado su valor intrínseco y contenido de nutrientes. Los biosólidos se pueden emplear para recuperar suelos degradados, como compostaje o fertilizante en la agricultura, en jardines y campos de golf, por ejemplo.
- Nutrientes como el fósforo también se pueden extraer de los lodos y vender. Otras aplicaciones que se están explorando incluyen su uso como material de construcción y como combustible. También es posible extraer otros materiales como minerales y celulosa.



Tratamiento aguas grises

	PARÁMETROS	Valor orientativo AGUAS GRISAS	Valor típico AGUAS RESIDUALES
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	Sólidos en suspensión	45-330 mg/l	450 mg/l
	DBO ₅	90-290 mg/l	400 mg/l
	N Kjeldahl	2,1-31,5 mg/l	50-60 mg/l
	Turbidez	22-200 NTU	
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Coliformes totales	10 ¹ -10 ⁶ UFC/100ml	10 ⁶ -10 ⁷ UFC/100 ml
	Escherichia Coli	10 ¹ -10 ⁵ UFC/100ml	10 ⁵ -10 ⁶ UFC/100 ml

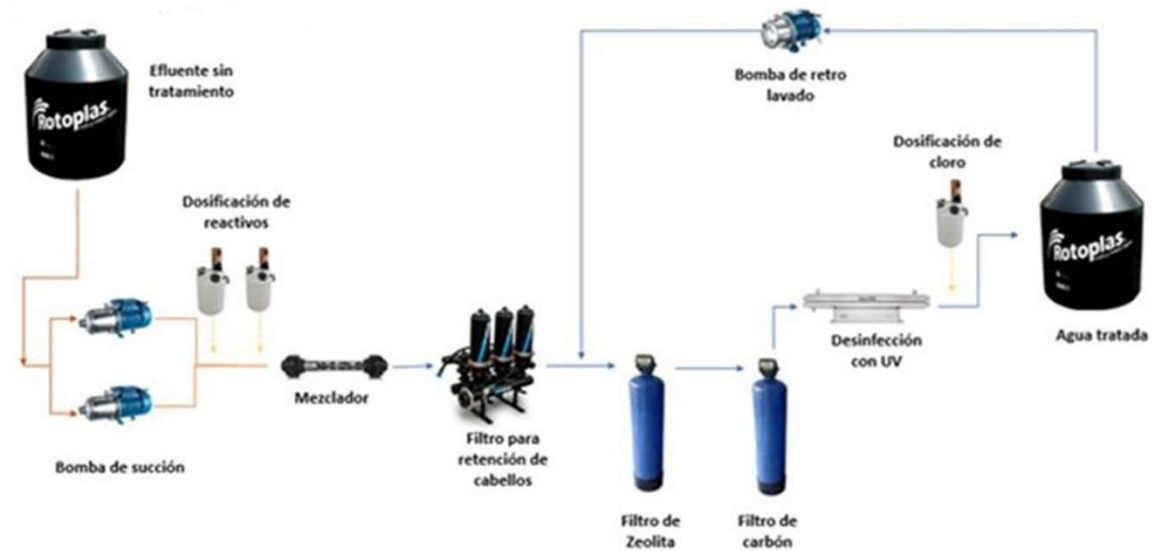


APLICACIÓN	RESIDENCIAL	SERVICIOS
CONTROL en el AGUA TRATADA	RESULTADOS	
Turbidez (NTU)	<5	<10
E. Coli (UFC/100 ml)	No detectado	<200
Biocida. En el caso de cloro residual libre, si se adiciona cloro (Cl ₂ mg/l)	0,5-2,0	0,5-2,0
pH, si se adiciona cloro	7,0-8,0	7,0-8,0

El tratamiento de las aguas grises ofrece un ahorro del 25 – 35% del consumo de agua potable.


Tratamiento de aguas grises

- Existen tratamientos físico-químicos, tratamientos biológicos o un tratamiento mixto de los dos anteriores.
- Este tipo de tratamientos se combinan con filtros y sistemas para la desinfección.
- Para instalar un sistema de reciclaje, la obra debe disponer de redes separadas para las aguas grises, las aguas residuales, las aguas recicladas y las aguas de consumo humano.



¿Qué beneficios tiene reutilizar las aguas grises?

Reducción de la necesidad de aguas potable esto puede reducir significativamente los costos del agua en el hotel, condominios y ayuda a reducir la demanda del suministro público de agua.



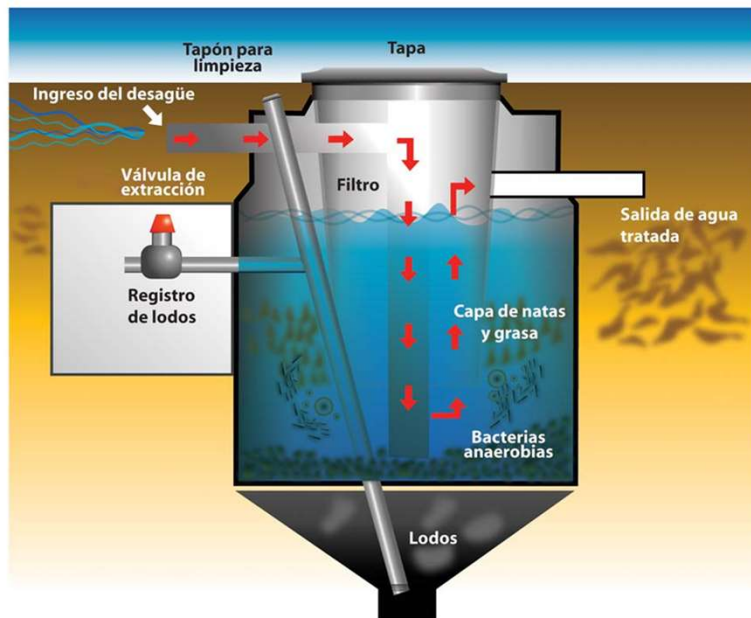
Reducción de la cantidad de aguas residuales que van directamente al alcantarillado o a los sistemas de tratamiento.



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



Tanques sépticos mejorados



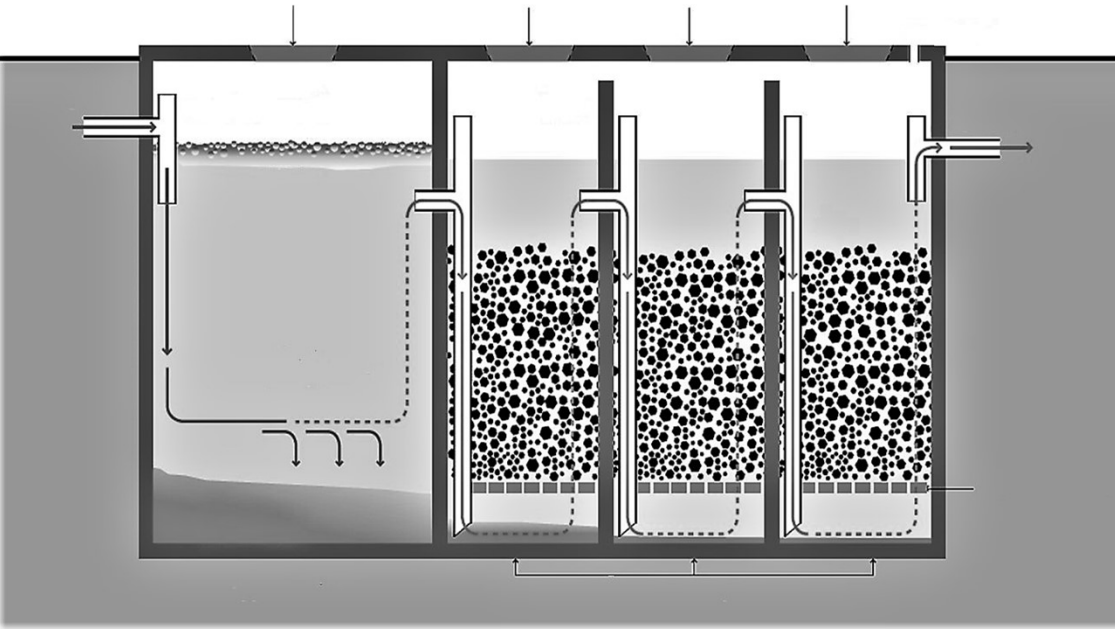
Tanque séptico mejorado



Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente

Dentro de las cámaras filtrantes se crea una biopelícula formada por microorganismos que se adhiere a los materiales filtrantes, generalmente porosos, en donde se realiza la descomposición de la materia orgánica en un proceso de oxidación.

Con esta tecnología, la eliminación de DBO y sólidos en suspensión puede ser de 50% a 80%. La eliminación de nitrógeno es limitada y normalmente no supera 15% en términos de nitrógeno



Banderita Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE



ENERGÍA

Ingreso:

- Venta de biogás o electricidad
- Venta de créditos de carbono
- Cuota por la recolección de materia orgánica (en la codigestión)

Ahorros:

- Usar la propia energía generada en la planta
- Mejorar la eficiencia energética



BIOSÓLIDOS Y NUTRIENTES

Ingresos:

- Venta de fósforo como fertilizante
- Venta de biosólidos como composta

Ahorros:

- Si los biosólidos se dan en forma gratuita (para agricultura, para restaurar suelos degradados, etc.) la empresa de agua ahorra en costos de transporte y cargos en los rellenos sanitarios

Agua

Ingresos:

- Venta de agua residual tratada, particularmente en áreas con escasez de agua

Ahorros:

- Tasa/impuesto por la descarga



Bandera Azul Ecológica
COSTA RICA / CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

