



Dirección General de Industria  
Energía y Minas

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA  
**Comunidad de Madrid**



Fundación de  
la Energía de  
la Comunidad  
de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy Europe

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

**Colabora**

**Agremia**  
Asociación de Empresas del Sector  
de las Instalaciones y la Energía

Sumando  
energías

## *Jornada sobre HIDROEFICIENCIA*

### *HIDROEFICIENCIA ENERGÉTICA*

*La indisoluble vinculación entre agua, energía y eficiencia*

### **POSIBILIDADES PARA LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA EN REDES DE SANEAMIENTO Y AGUAS RESIDUALES**

*26 de junio de 2018*

***Luis de Pereda Fernández***

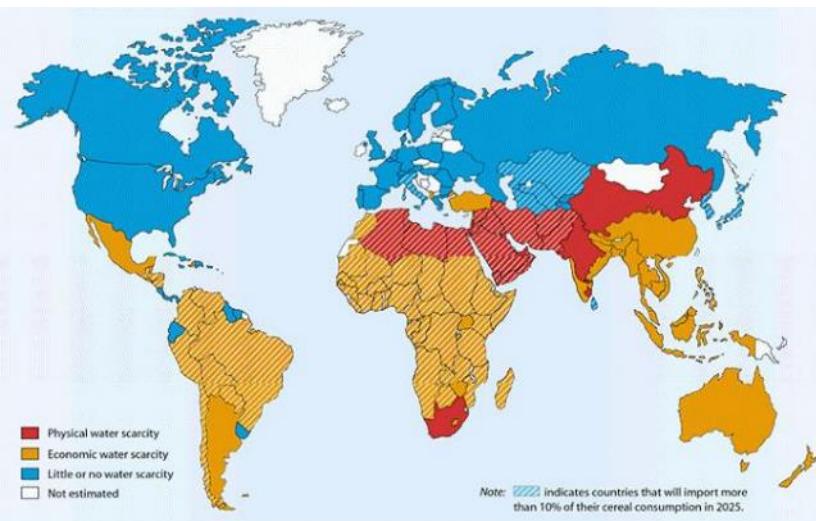
*Director de Proyectos.*

**eneres**  
sistemas energéticos sostenibles  
[www.eneres.es](http://www.eneres.es)

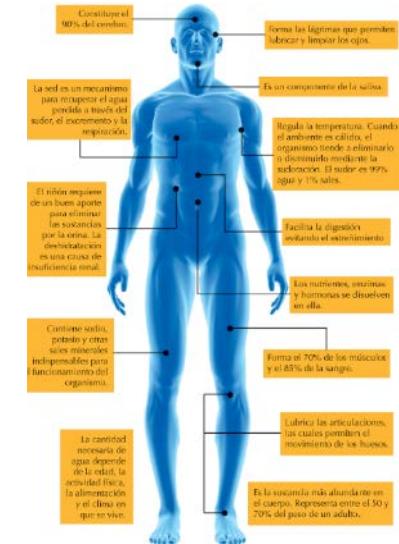
# 1.- INTRODUCCIÓN

El 28 de julio de 2010, a través de la [Resolución 64/292](#), la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

**Suficiente.** 50 y 100 litros de agua por persona y día . **Saludable.** Libre de microorganismos, sustancias químicas y peligros radiológicos que constituyan una amenaza para la salud humana. **Aceptable.** El agua ha de presentar un color, olor y sabor aceptables para ambos usos, personal y doméstico. **Físicamente accesible.** Dentro o situados en la inmediata cercanía del hogar, de las instituciones académicas, en el lugar de trabajo o las instituciones de salud. **Asequible.** el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar.

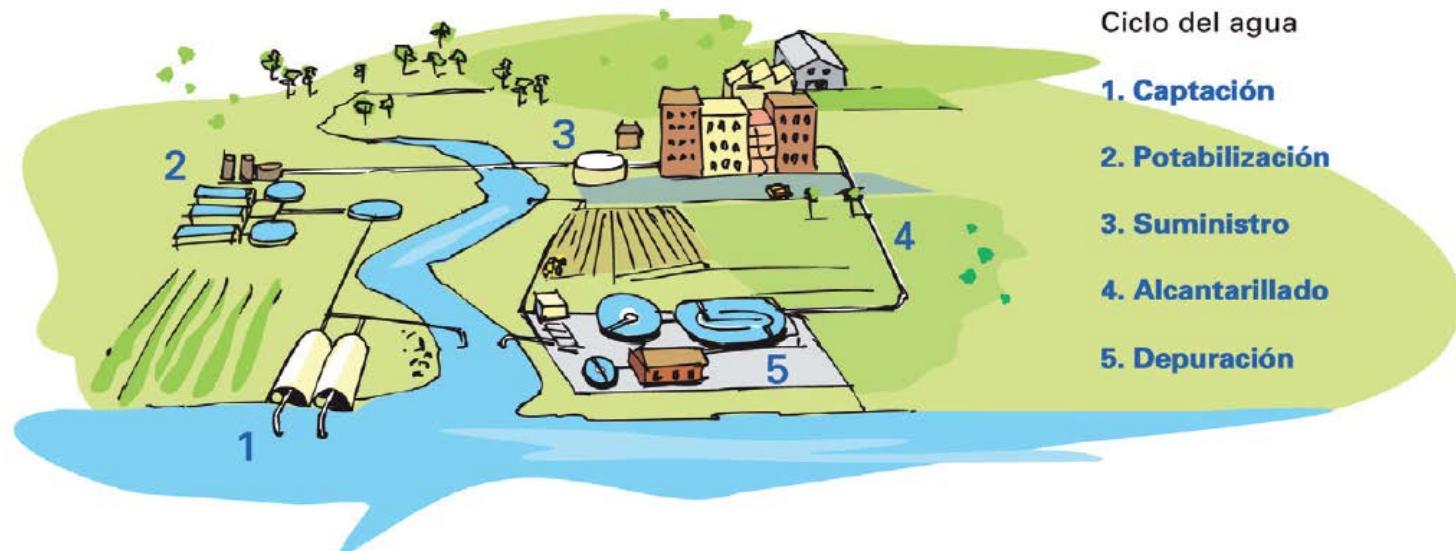


Water use in the home

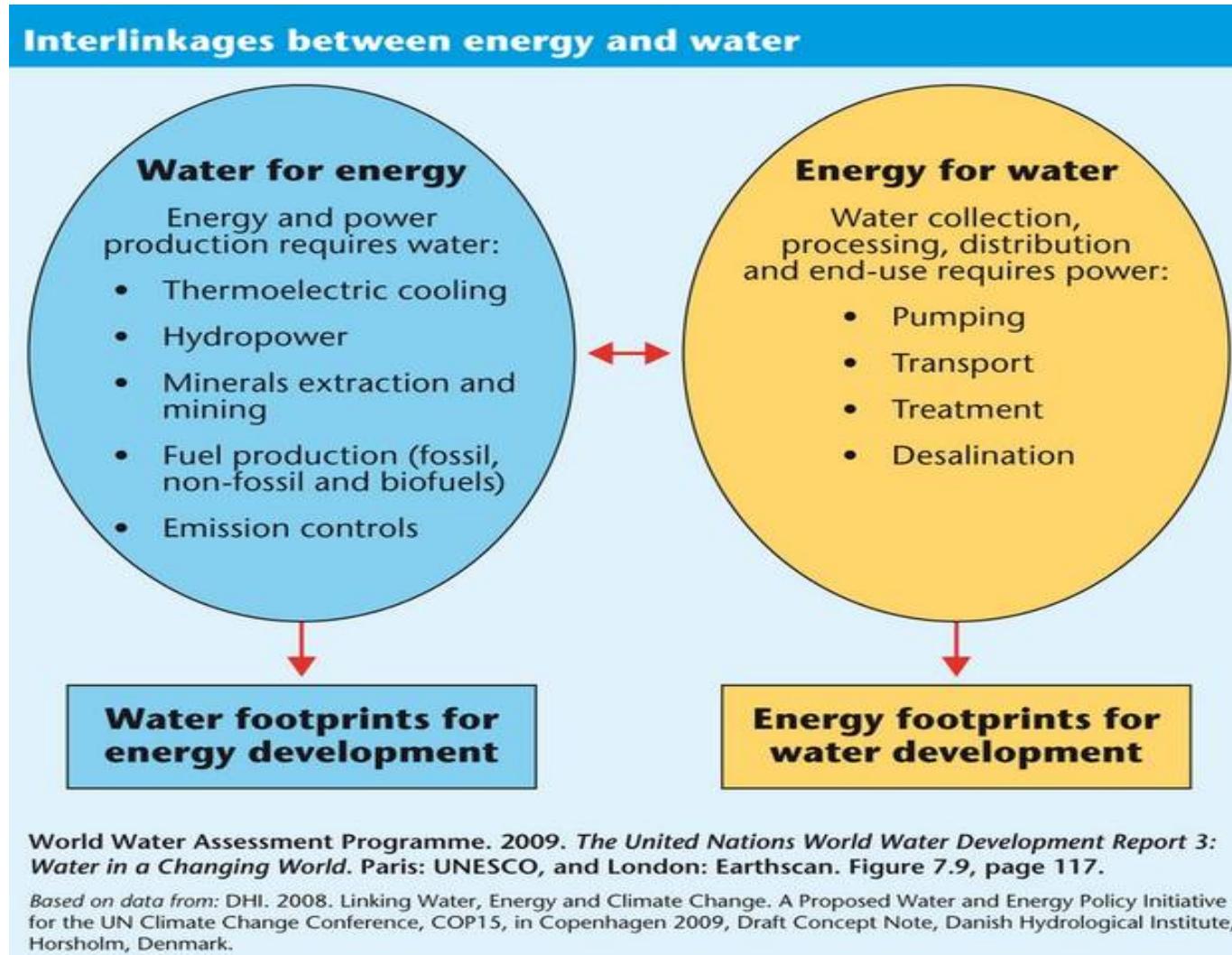


## 1.- INTRODUCCIÓN

La energía ligada al agua queda muy bien reflejada en el esquema del ciclo urbano del agua. Existe una gran cantidad de energía que se consume **desde el punto de captación de agua hasta su retorno al medio natural** una vez depurada. Este gasto energético depende de muchos factores tanto de tipología de procesos como de la situación del entorno, ya que no es lo mismo tratar agua del subsuelo que de un río; la contaminación de los ríos son diferentes y los metros de tubería instalados en cada ciudad son distintos. Existen estudios y proyectos sobre el cálculo de este tipo de gasto que relaciona el ciclo completo del agua, situando el número de emisiones de CO<sub>2</sub> entorno a 9 kg por m<sup>3</sup> de agua consumido (marcado por el contador de casa).



# 1.- INTRODUCCIÓN



## 1.- INTRODUCCIÓN

“El agua y la energía están indisolublemente ligadas a los procesos vitales de la humanidad moderna, pero además en la mayoría de los casos la presencia de la primera implica de algún modo la presencia de la segunda. Y es que en la actualidad entre el 2 y el 3% de la energía que se consume en el mundo se utiliza para el bombeo y tratamiento de agua para las poblaciones urbanas y el sector industrial. (Watergy, 2002)”.

“Otro estudio como es el California’s – Energy Relationship (2005), realizado por California Energy Comission, nos habla de la energía consumida que tiene relación con el ciclo completo del agua. Este informe muestra que el 19 % de electricidad consumida y el 32 % del gas consumido en el estado de California está relacionado con el gasto energético que supone el ciclo completo del agua”



# GESTIÓN INTEGRAL - AUTOREGULACIÓN - INFORMACIÓN

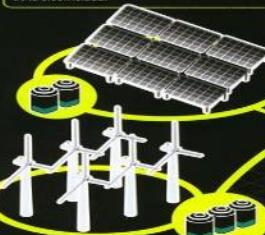
## APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURAS

### RED INTELIGENTE 1

Energía, edificación industria

#### GENERACIÓN

En los últimos diez años las energías renovables han pasado de ser marginadas a generar un 30% de la electricidad.



### RED INTELIGENTE 2

edificación subterránea

### RED INTELIGENTE 3

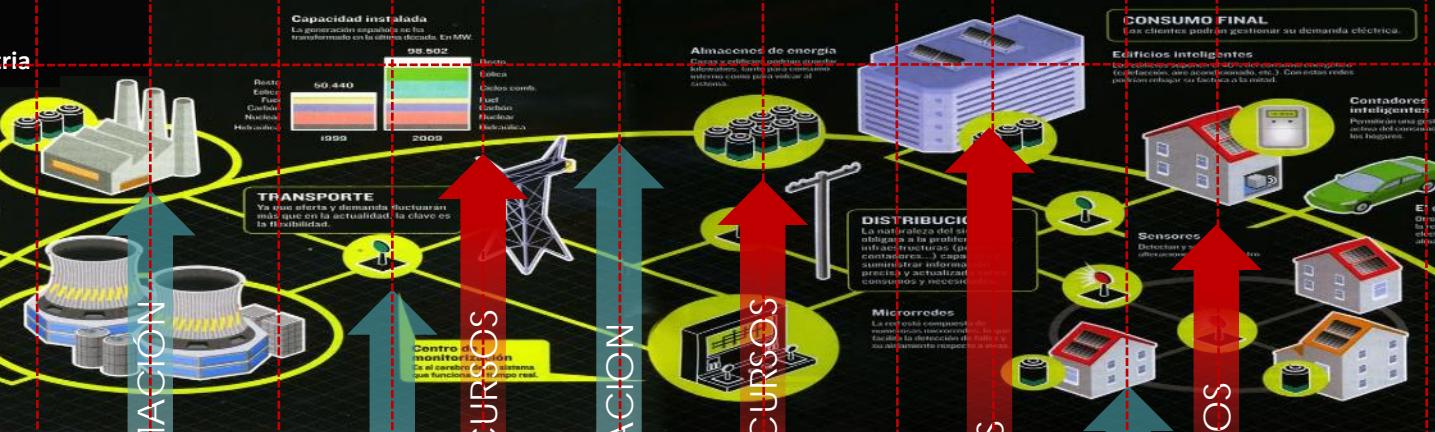
Redes de agua y saneamiento

### RED INTELIGENTE 4

Infraestructuras de transporte

### RED INTELIGENTE 5

Movilidad urbana



POSIBILIDADES PARA LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA  
EN REDES DE SANEAMIENTO Y AGUAS RESIDUALES

# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

## Recuperación de calor desde un punto de vista general. (estimación)

ESPAÑA



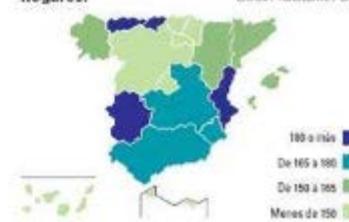
Aguas residuales que contienen energía para calentar 1.800.000 viviendas.

Potencial de climatización para 5.400.000 personas.

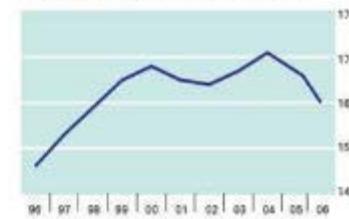
### Consumo de agua por CCAA

Unidad: litros / habitante / día	2008
Andalucía	157
Aragón	150
Asturias (Principado de)	177
Baleares ( Illes)	139
Canarias	157
Cantabria	188
Castilla y León	153
Castilla-La Mancha	155
Cataluña	139
Comunitat Valenciana	189
Extremadura	158
Galicia	146
Madrid (Comunidad de)	144
Murcia (Región de)	159
Navarra (Comunidad Foral de)	131
País Vasco	139
Rioja (La)	151
Ceuta y Melilla	133
España	154

### Consumo medio de agua por los hogares.



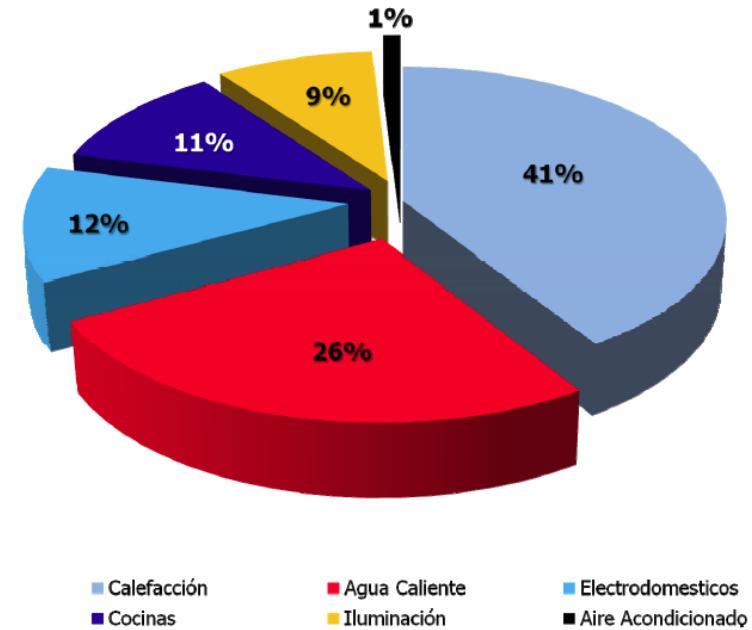
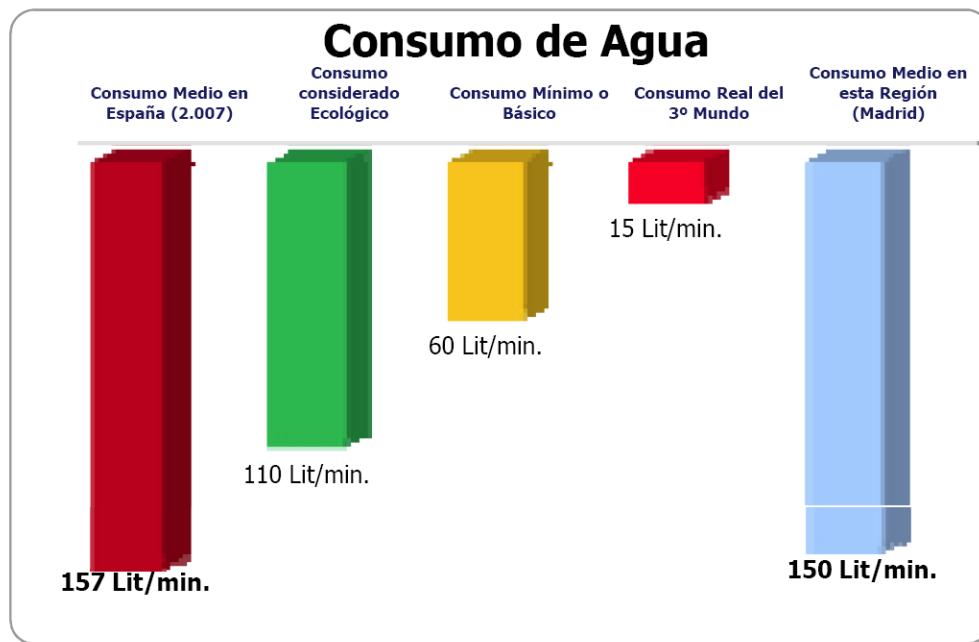
### Consumo de agua (litros / habitante / día)



# 1.- INTRODUCCIÓN

## ENERGIA. Movimiento y calor.

Un gran porcentaje del consumo de energía se invierte en la producción de agua caliente. Es necesario consumir 1,163 Kw/h de energía por cada grado que deseamos aumentar 1m<sup>3</sup> de agua.



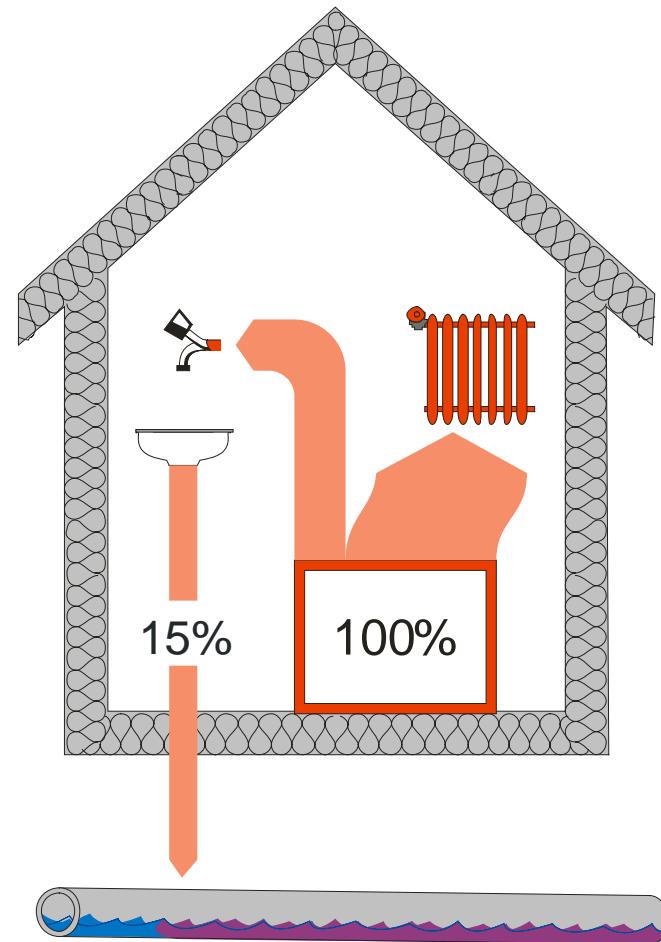
Desglose del consumo energético en la vivienda

# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

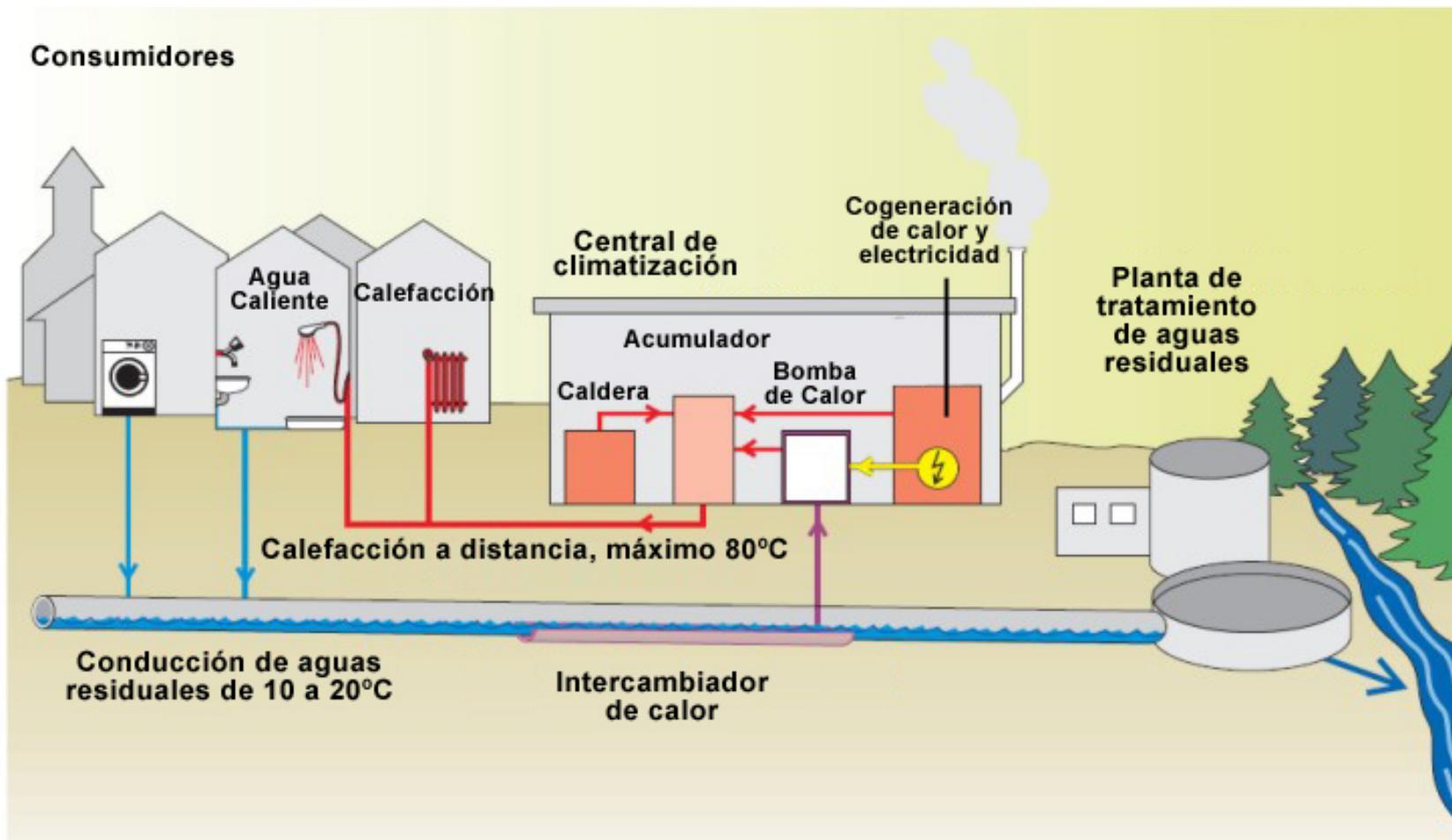
El desagüe es la salida de calor más grande de un inmueble!

¿ Nos podemos dar el lujo de tener estas pérdidas?

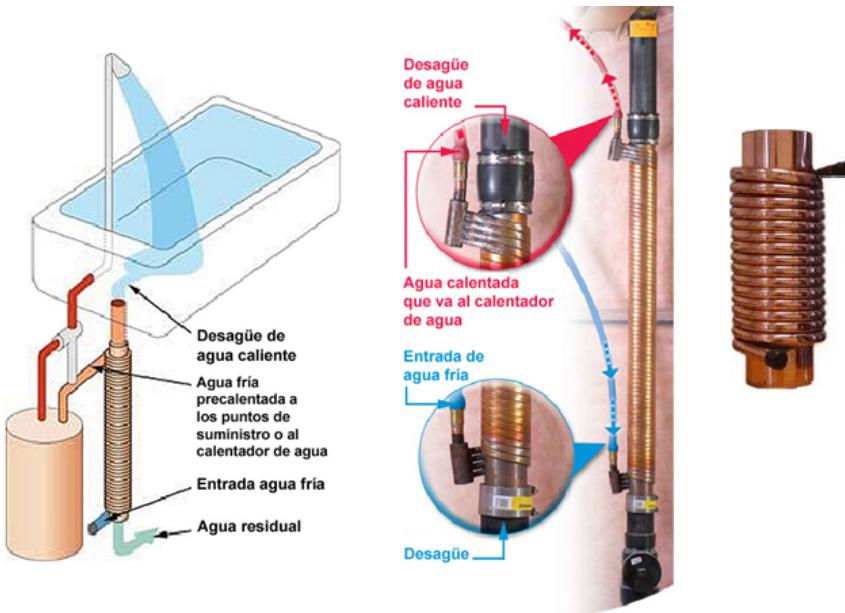
¿ Como logramos solucionar el problema?



# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.



# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.



Es ideal para el uso en duchas, lavabos pequeños y fregaderos

Flujo equilibrado

→ Ahorro 50% energía

Flujo desequilibrado

→ Ahorro 30% - 45% energía

Plazo amortización

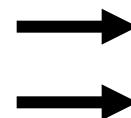
→ 2 - 5 años

*Instalación individual de un intercambiador del tipo ILG para el precalentamiento del agua corriente que alimenta el dispositivo de calentamiento de agua caliente sanitaria.*

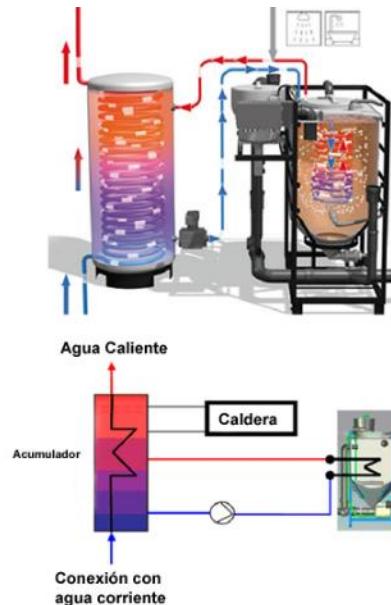
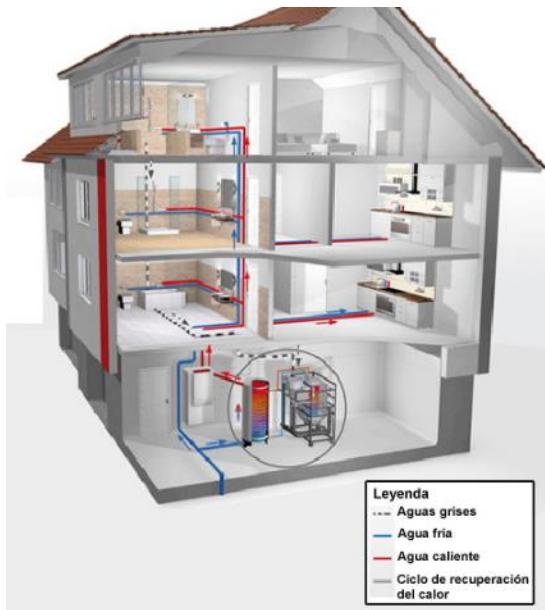
# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

Intercambio de calor en los depósitos colectores de los sistemas de recuperación y tratamiento para la reutilización de aguas grises

Ahorro agua potable + Recuperación de energía



Reducción de las facturas del agua y  
alcantarillado  
Reducción de los costes de energía

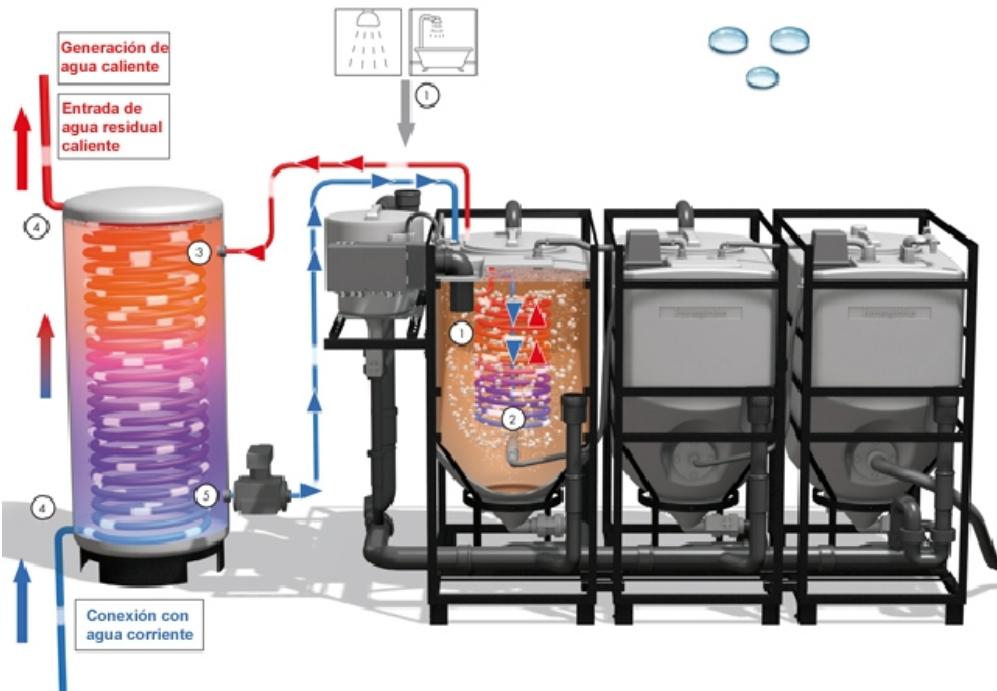


*Instalación doméstica de un sistema combinado de recogida y tratamiento, y extracción de energía residual de las aguas grises.*

*Fuente. PONTOS GmbH/Hansgrohe AG*

# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

## SISTEMA PONTOS HEATCYCLE DE RECUPERACIÓN DE CALOR RESIDUAL

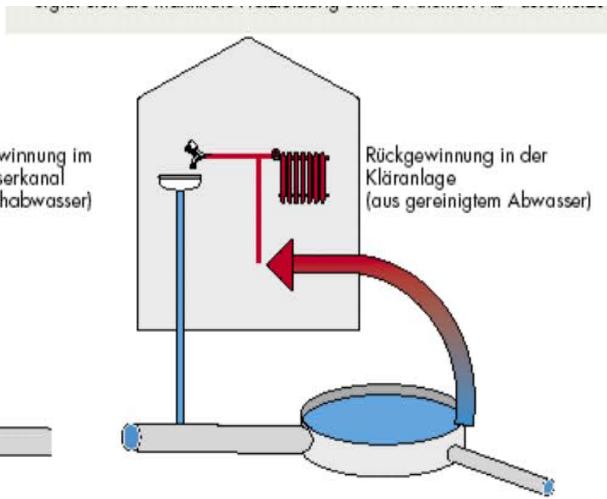
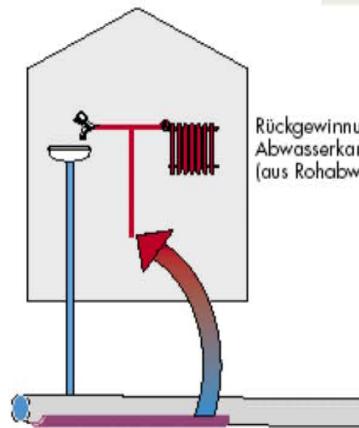
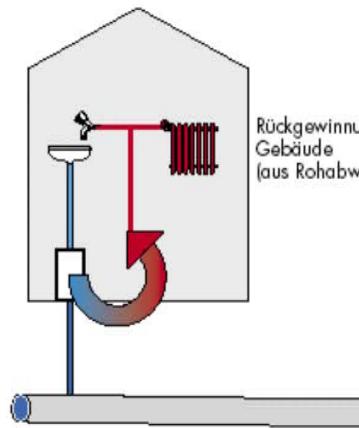


### FASES DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE CALOR:

1. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEL AGUA GRIS
2. EL AGUA GRIS CALIENTA EL MEDIO PORTADOR DE CALOR, AGUA, QUE SE BOMBEA A TRAVÉS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA PRIMERA FASE
3. EL MEDIO PORTADOR DE CALOR PRECALENTADO ES LLEVADO A UN ACUMULADOR INTERMEDIO
4. EL AGUA POTABLE Y FRESCA SE CONDUCE A TRAVÉS DE UN SEGUNDO INTERCAMBIADOR DE CALOR EN EL ACUMULADOR INTERMEDIO
5. EL MEDIO PORTADOR DE CALOR, ENFRIADO SERÁ EXTRAIDO DEL ACUMULADOR INTERMEDIO Y BOMBEADO A TRAVÉS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA PRIMERA FASE

*Ciclo de recuperación de calor de las aguas grises mediante un módulo recuperador de energía integrado en un sistema de recuperación y tratamiento de aguas grises. Fuente. PONTOS GmbH / Hansgrohe AG*

# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.



sencillo, individual



solamente en edificios  
grandes (hospitales,  
piscinas)

potencial grande  
cerca del consumidor

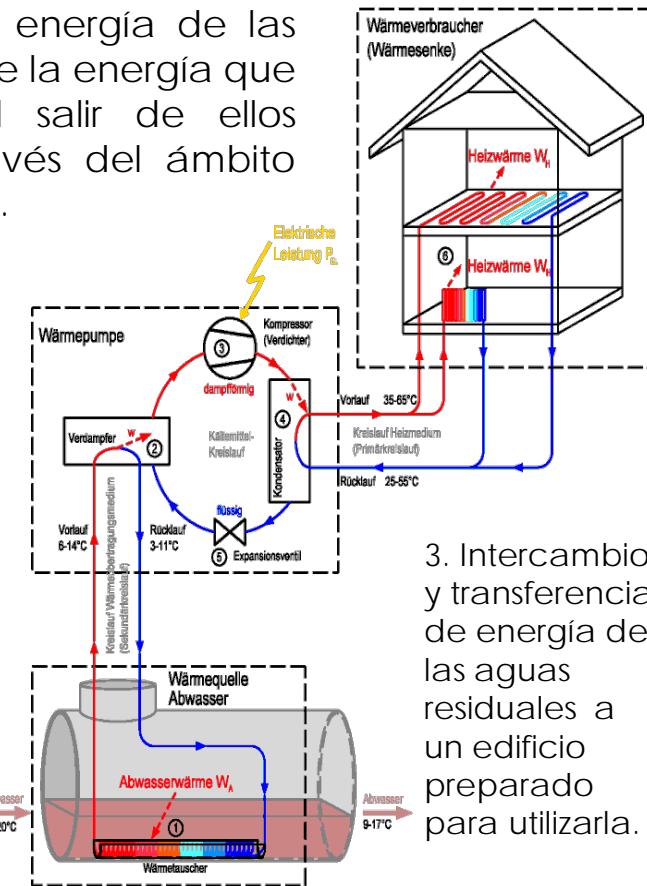
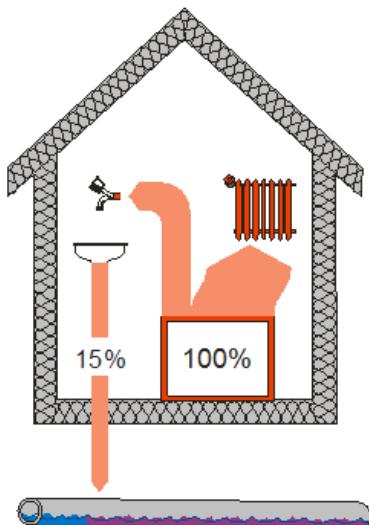
potencial muy grande

conducciones públicas

distancia hasta consumidor  
redes largas

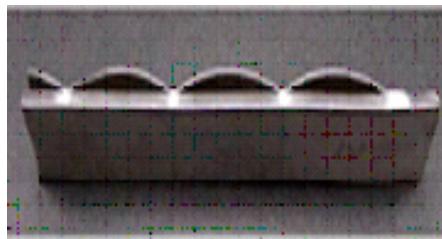
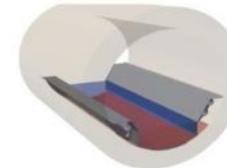
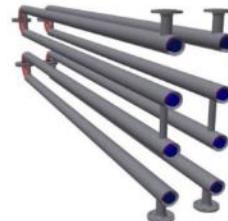
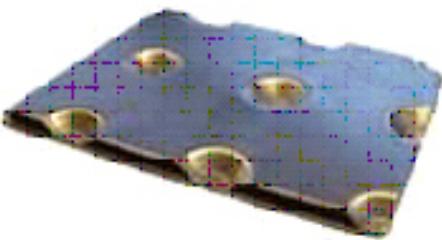
# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

La recuperación y el uso, como recursos primarios, de energía de las aguas residuales, es un recurso muy valioso. Más del 15% de la energía que introducimos en nuestros hogares, se desperdicia al salir de ellos incorporada a las aguas residuales, que fluyen a través del ámbito geotérmico del subsuelo a temperaturas entre 15°C y 20°C.



# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

El desarrollo de la tecnología y la técnica para el intercambio térmico con el agua residual en los colectores de la red de alcantarillado y la incorporación de intercambiadores en la red existente para activar su capacidad de recuperación de energía desperdiciada, ha experimentado una importante evolución tanto en la tecnología de intercambio, como en los intercambiadores específicamente diseñados para cada caso, como en la técnica constructiva que permite su incorporación.

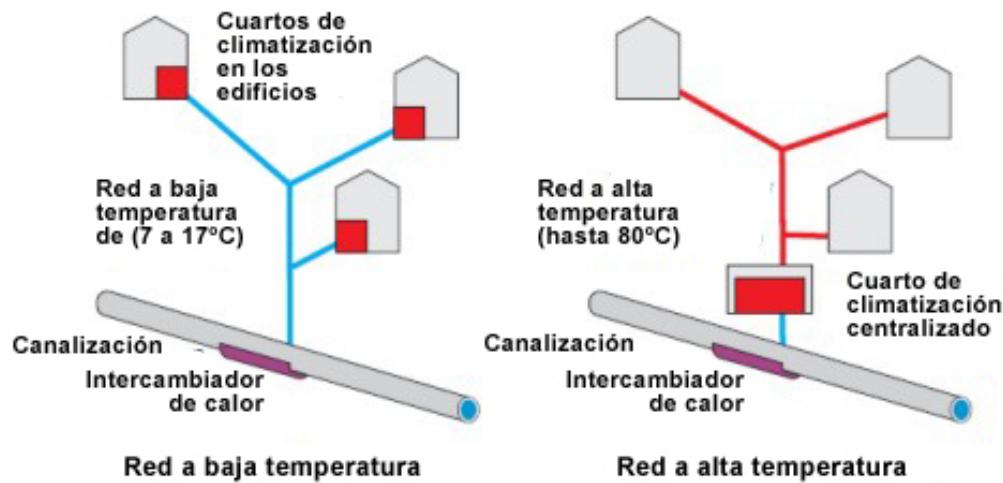


# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

## REFRIGERAR CON AGUAS RESIDUALES

Tres modos de funcionamiento:

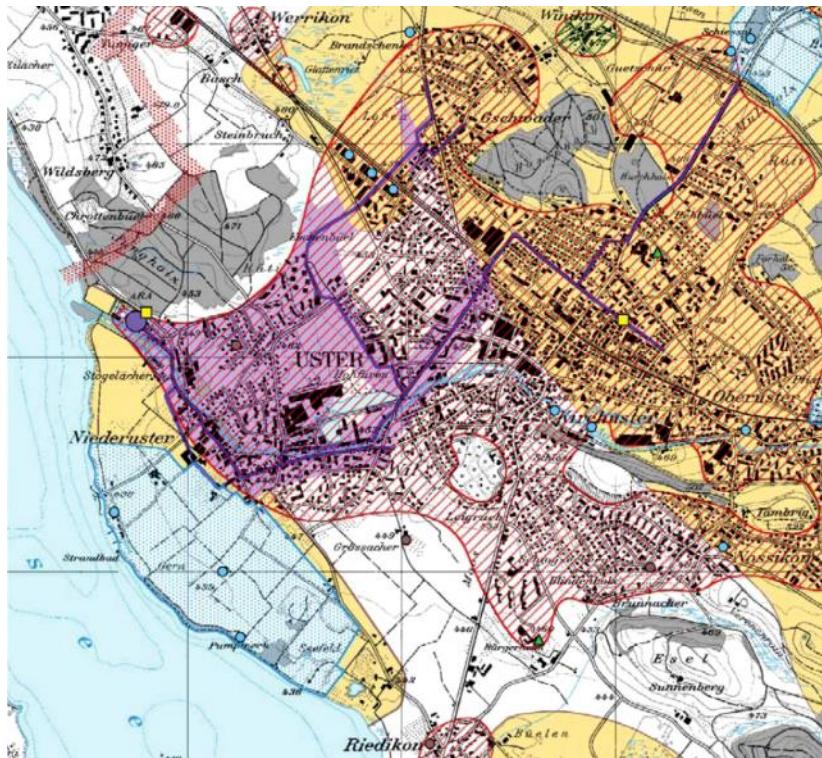
- 1. PRODUCCIÓN DE FRÍO:** Este modo de operación se utiliza principalmente en verano
- 2. PRODUCCIÓN COMBINADA DE FRÍO Y CALOR:** Se utiliza para usos artesanales e industriales que requieren al mismo tiempo frío y calor.
- 3. ENFRIAMIENTO GRATUITO FREE COOLING:** Este sistema se implementa cuando la temperatura operativa del sistema de refrigeración o refrescamiento del edificio es mayor que el de las aguas residuales. Esto sucede con sistemas inerciales, losas termoactivas, techos y vigas frías, y otros elementos constructivos refrescantes.



## SISTEMAS CENTRALIZADOS Y DESCENTRALIZADOS

# RECUPERACIÓN Y USO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS USADAS.

## Incorporación del recurso a los planes municipales de energía.



Los municipios con más de 3000 personas tienen ya, en general, potencial de uso del calor de las aguas residuales. La ilustración muestra un extracto del plan energético de la ciudad de Uster: en violeta las zonas prioritarias para la recuperación de calor de las aguas residuales, a ambos lados del colector principal (en violeta) y cerca de la planta de tratamiento de aguas residuales. El área cubierta por el gas ciudad está rayada en rojo.

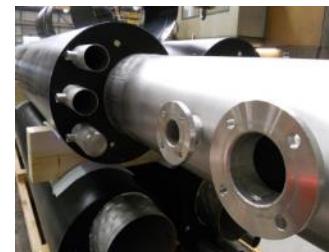
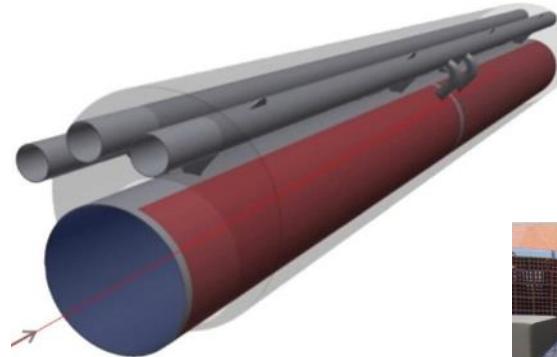
### ACCIONES A EMPRENDER

- Identificar los lugares adecuados
- Iniciar o apoyar los estudios de viabilidad
- Explorar la posibilidad de utilizar la energía de aguas residuales durante la construcción o renovación de los edificios municipales
- Incluir la recuperación de calor de aguas residuales en los planes municipales de energía
- Integrar los resultados en el plan general de aguas residuales
- Promover la contratación a través de Servicios Energéticos
- Completar completar las instalaciones de calefacción actuales con bombas de calor con uso de la energía de las aguas residuales
- Informar a los promotores que solicitan licencias de obras
- Subvencionar instalaciones piloto, y la difusión de los resultados.

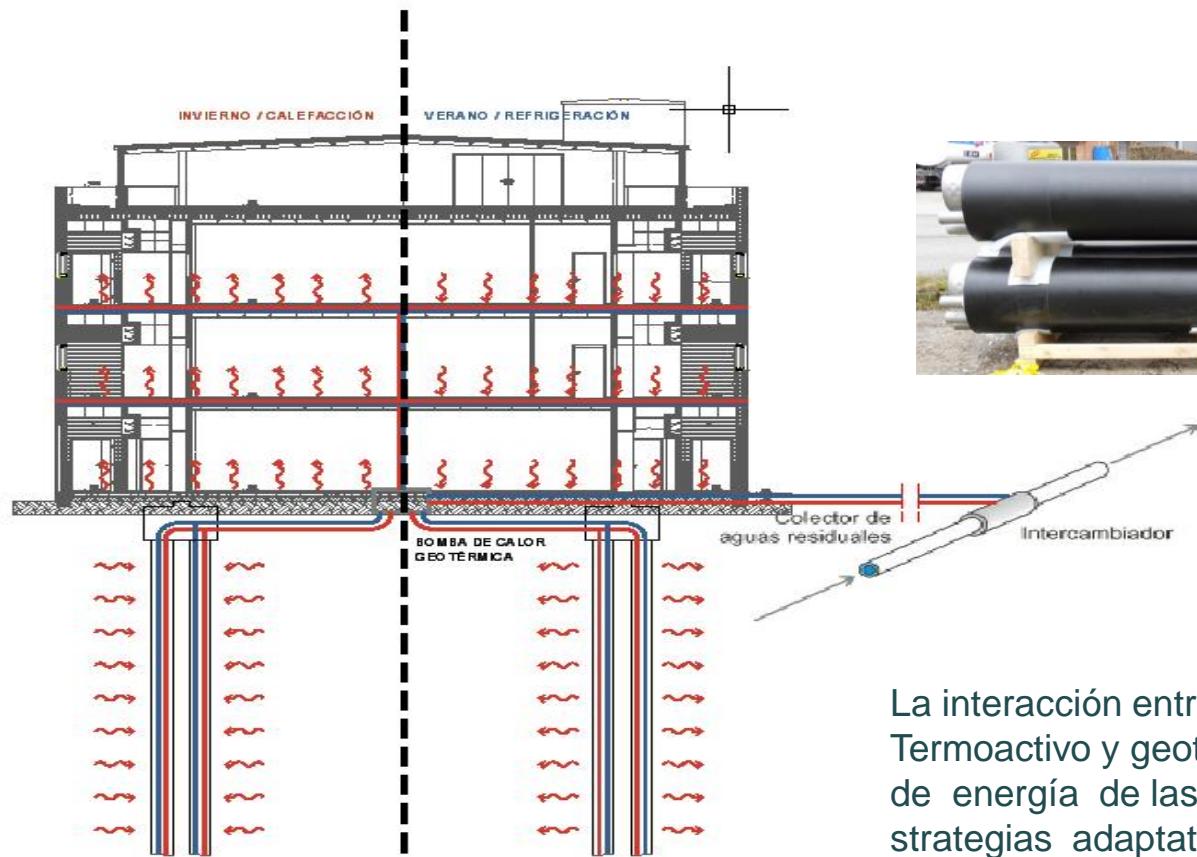
# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES.

Facultad de Oceanografía y nanotecnología. Universidad de Aveiro. Portugal. 2010.

El edificio intercambia energía con la red de aguas residuales que atraviesa el Campus. Las cimentaciones termoactivas permiten intercambiar esta energía con el terreno. Las losas termoactivas permiten utilizarla para climatizar el edificio. El sistema integrado permite intercambiar, almacenar y gestionar con mucha eficiencia recursos energéticos de muy bajo coste.



# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES. Facultad de Oceanografía y nanotecnología. Universidad de Aveiro. Portugal. 2010.



La interacción entre la captación y el almacenamiento Termoactivo y geotérmico de energía, y la extracción de energía de las aguas residuales se resuelve con estrategias adaptativas y dinámicas gestionadas por el sistema de información y control del edificio, en pro del equilibrio preciso en el que se Fundamentan la eficiencia y la sostenibilidad

# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES.

Facultad de Oceanografía y nanotecnología. Universidad de Aveiro. Portugal. 2010.



# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES Y APLICACIÓN AL CALENTAMIENTO DE UNA PISCINA CUBIERTA Y LA PRODUCCIÓN DE ACS EN EL CDM DE MORATALAZ .

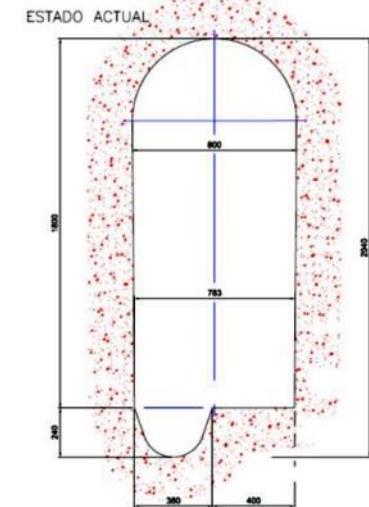
## MADRID 2018

### EL CENTRO DEPORTIVO Y LA OPORTUNIDAD ENERGÉTICA



Junto al CDM discurre un colector visitable de aguas residuales una temperatura media de 15°C y con un caudal medio de 50 L/s = 180 m<sup>3</sup>/h . Un recurso continuo y gratuito de energía hasta hoy desperdiaciada y una enorme oportunidad energética.

Waste water flow		
Volume flow	V1	0.0500 m <sup>3</sup> /s 50.0 l/s
Temperature waste water in	TH	15.00 °C
Temperature waste water out	TA	13.88 °C

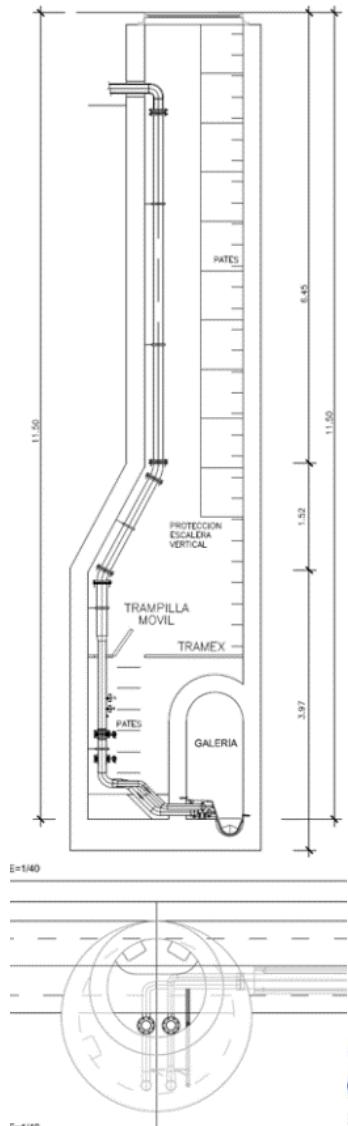
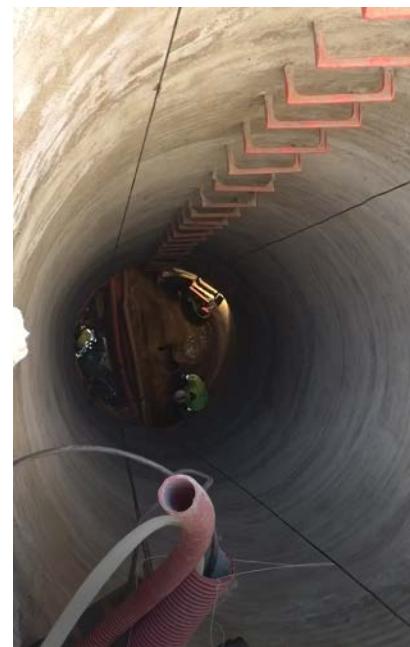
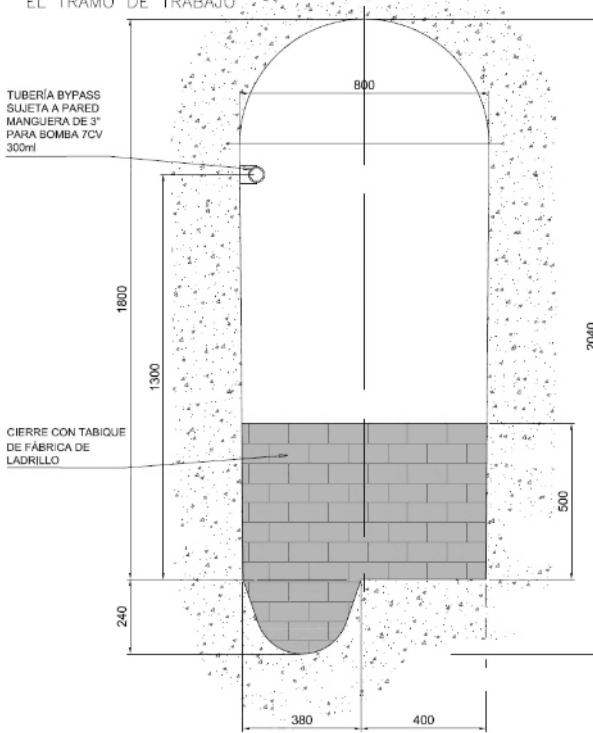


# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES Y APLICACIÓN AL CALENTAMIENTO DE UNA PISCINA CUBIERTA Y LA PRODUCCIÓN DE ACS EN EL CDM DE MORATALAZ .

## MADRID 2018

Se realizó un bypass de galería visitable de saneamiento durante los días que duró la ejecución de los trabajos. El intercambiador conecta con la enfriadora en la sala técnica del CDM a través de tuberías de conducción que ascienden por un pozo desde la cota del colector , - 11,5 m.

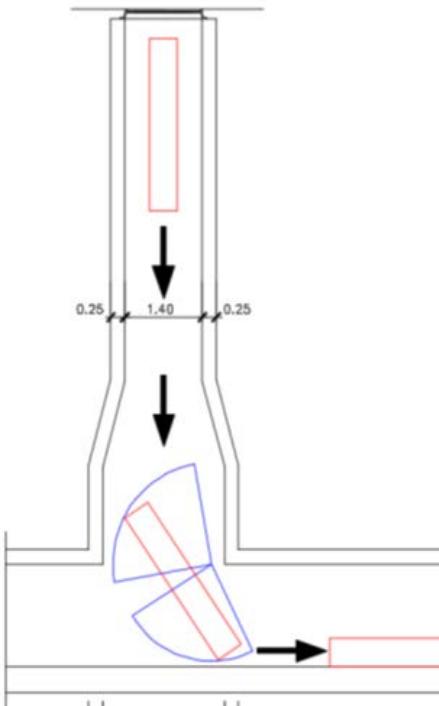
SITUACIÓN COLOCACIÓN TUBERIA  
Y CIERRE PARA MANTENER SECO  
EL TRAMO DE TRABAJO



# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES Y APLICACIÓN AL CALENTAMIENTO DE UNA PISCINA CUBIERTA Y LA PRODUCCIÓN DE ACS EN EL CDM DE MORATALAZ .

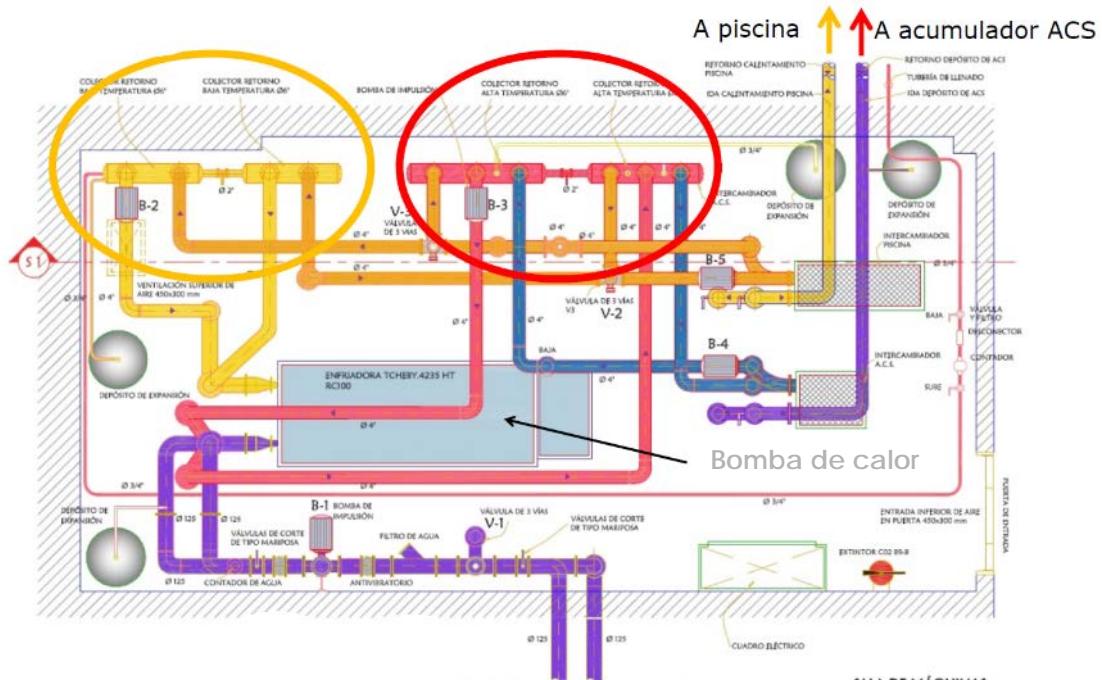
## MADRID 2018

El intercambiador de aguas residuales se integra en el colector de la red de saneamiento contigua al edificio de la Piscina Cubierta Climatizada. Se encuentra a una profundidad media de 11,50 m sobre el nivel de calle. Su altura media es de 1,8 m y su anchura media es de 0,8 m. La distancia desde el nivel de calle al edificio de Piscinas Cubiertas Climatizadas del Polideportivo es de aproximadamente 30 m. Se ejecutó un pozo dimensionado para introducir a través de él los módulos del intercambiador en el interior del colector existente.



# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES Y APLICACIÓN AL CALENTAMIENTO DE UNA PISCINA CUBIERTA Y LA PRODUCCIÓN DE ACS EN EL CDM DE MORATALAZ .

## MADRID 2018



intercambiador

# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DE AGUAS RESIDUALES Y APLICACIÓN AL CALENTAMIENTO DE UNA PISCINA CUBIERTA Y LA PRODUCCIÓN DE ACS EN EL CDM DE MORATALAZ .

## MADRID 2018

### RESULTADOS.

ENERGÍA TÉRMICA PRODUCIDA POR LA ENFRIADORA
507.251,45 kWt h
Coste de producción de calor= 0,02195 €/kWt h

Total coste energético año 2015: 507.251,45 kWt h * 0,02195 €/kWt h = 11.134,17 €.

ENERGÍA TÉRMICA PRODUCIDA POR LAS CALDERAS DE GAS
Para producir 845.419,09 kWt h - 507.251,45 kWt h = 338.167,64 kWt h. (suministrados por las calderas de gas).
Que es la diferencia entre la energía que realmente ha requerido el edificio y la energía producida por la enfriadora.
Dado que el rendimiento de las calderas es de un 88%, la energía necesaria para producir 338.167,64 kWt h será de:
338.167,64 kWt h / 88% = 384.281,41 kWt h.

Coste de producción de calor= 0,0559 €/kWt h

Total coste energético año 2015: 384.281,41 kWt h * 0,0559 €/kWt h = 21.481,33 €.

TOTAL ENERGÍA PRODUCIDA PARA CUBRIR LA DEMANDA DEL EDIFICIO 507.251,45 kWt h + 384.281,41 kWt h = 891.532,86 kWt h
<b>Total coste energético año 2015</b>

COSTE ENERGÉTICO ANUAL ANTES DE LA IMPLANTACIÓN	53.703,32 €
COSTE ENERGÉTICO ANUAL TRAS LA IMPLANTACIÓN	32.615,50 €
AHORRO EN COSTE ENERGÉTICO ANUAL TRAS LA IMPLANTACIÓN	21.087,82 €
% AHORRO EN COSTE CLIMATIZACIÓN	39,27%

TONELADAS DE CO2 PRODUCIDAS ANTES DE IMPLANTACIÓN NUEVO SISTEMA	195,98	100,00%
TONELADAS DE CO2 PRODUCIDAS TRAS DE IMPLANTACIÓN NUEVO SISTEMA	122,44	62,48%
TONELADAS DE CO2 EVITADAS TRAS DE IMPLANTACIÓN NUEVO SISTEMA	73,54	37,52%

El ahorro económico que se deriva de la eficiencia del nuevo sistema híbrido, respecto al sistema existente de producción de calor es muy importante, casi un 40%. Más aún si consideramos que la instalación ejecutada podrá, sin ningún problema, dar servicio a otras instalaciones no sólo demandantes de calor sino también de "frío" por la propia naturaleza reversible del sistema de intercambio con las aguas residuales.

# eneres

sistemas energéticos sostenibles

[www.eneres.es](http://www.eneres.es)