

# El ciclo cerrado del aprovechamiento energético en el agua: Aprovechamiento de la energía de redes urbanas de aguas residuales para el acondicionamiento térmico de edificios

MADRID – Diciembre 2018

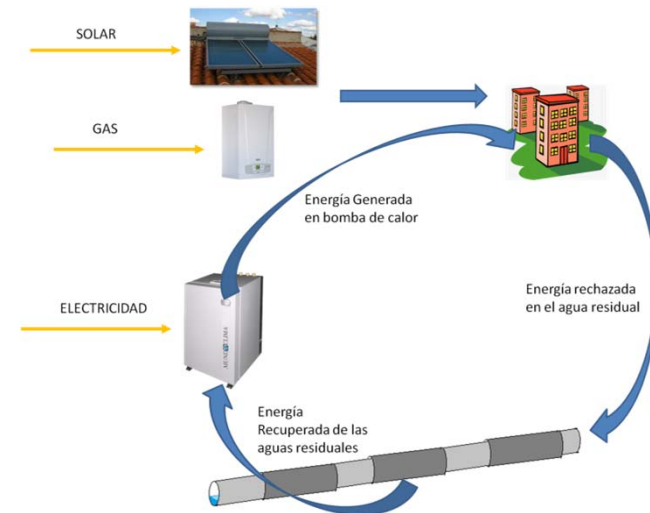


# ÍNDICE

- 1 *Economía Circular y Energética Edificatoria*
- 2 *Consumo energético en el sector residencial en España*
- 3 *Ciclo urbano del agua*
- 4 *El potencial del entorno y las capacidades bioclimáticas del edificio*
- 5 *Modelos de aprovechamiento de la energía de aguas residuales*
- 6 *Las aguas residuales como recurso energético*
- 7 *Tecnologías de aprovechamiento de la energía de aguas residuales*
- 8 *Universidad de Aveiro –Portugal: aprovechamiento en un sistema integrado*
- 9 *Polideportivo de Moratalaz: aprovechamiento de aguas residuales*

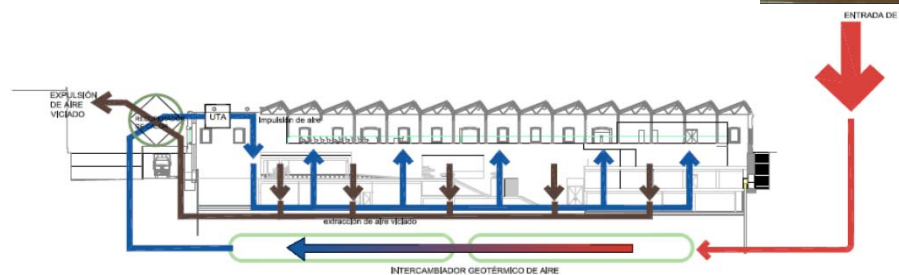
### □ Economía Circular

- Economía circular = El valor de los recursos empleados en la generación de los productos permanece tanto tiempo como sea posible.
- Los recursos empleados en la generación de calor para ACS, lavadoras, agua caliente industrial, etc. se reaprovechan nuevamente para la generación de calor en otros usos, ACS, calefacción, etc.....



## *Economía Circular y Energética Edificatoria*

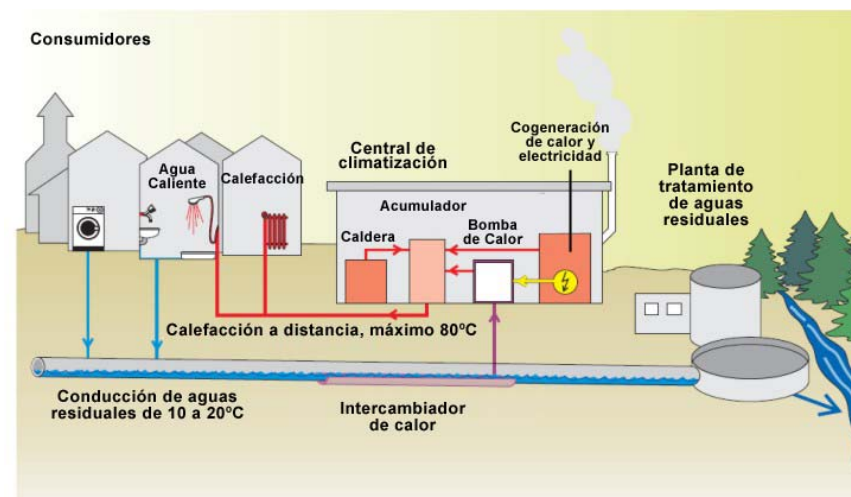
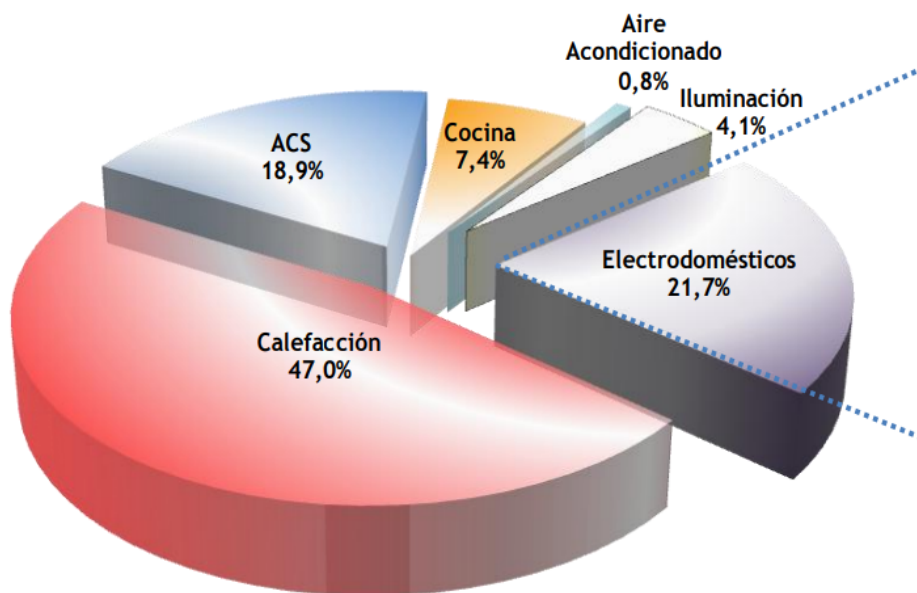
- ❑ Implementar actuaciones basadas en la economía circular favorece:
    - Un urbanismo y una arquitectura más eficientes para reducir el impacto de la edificación sobre el medio
    - El aprovechamiento de fuentes renovables, fuentes residuales y reducción de consumo de combustibles fósiles
- 
- An aerial photograph of a dense urban landscape, likely Madrid, showing a vast expanse of buildings with red-tiled roofs. In the distance, the Torre de Madrid (Cajamadrid Tower) is visible against a clear sky. The image illustrates the context of urban planning and architecture discussed in the text.



## APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

**eneres**  
sistemas energéticos sostenibles

- IDAE proyecto SECH-SPAHOUSEC (Julio de 2011): desagregación del consumo térmico según el uso final de la energía en el sector residencial



Consumo ACS = 116.243 TJ\*  
 ≈ 30% de la energía Climatización  
 (\* 1 TJ = 277,78 MWh)

Equivale 1112 Hm<sup>3</sup> de Agua a 40°C con un temperatura de red de 15°C

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
 URBANAS

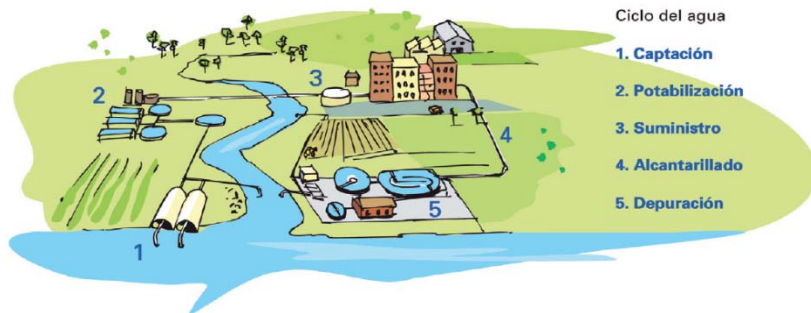
## Consumos aproximados de energía en el ciclo urbano del agua en ESPAÑA

Cada español consume de media 171 L\*

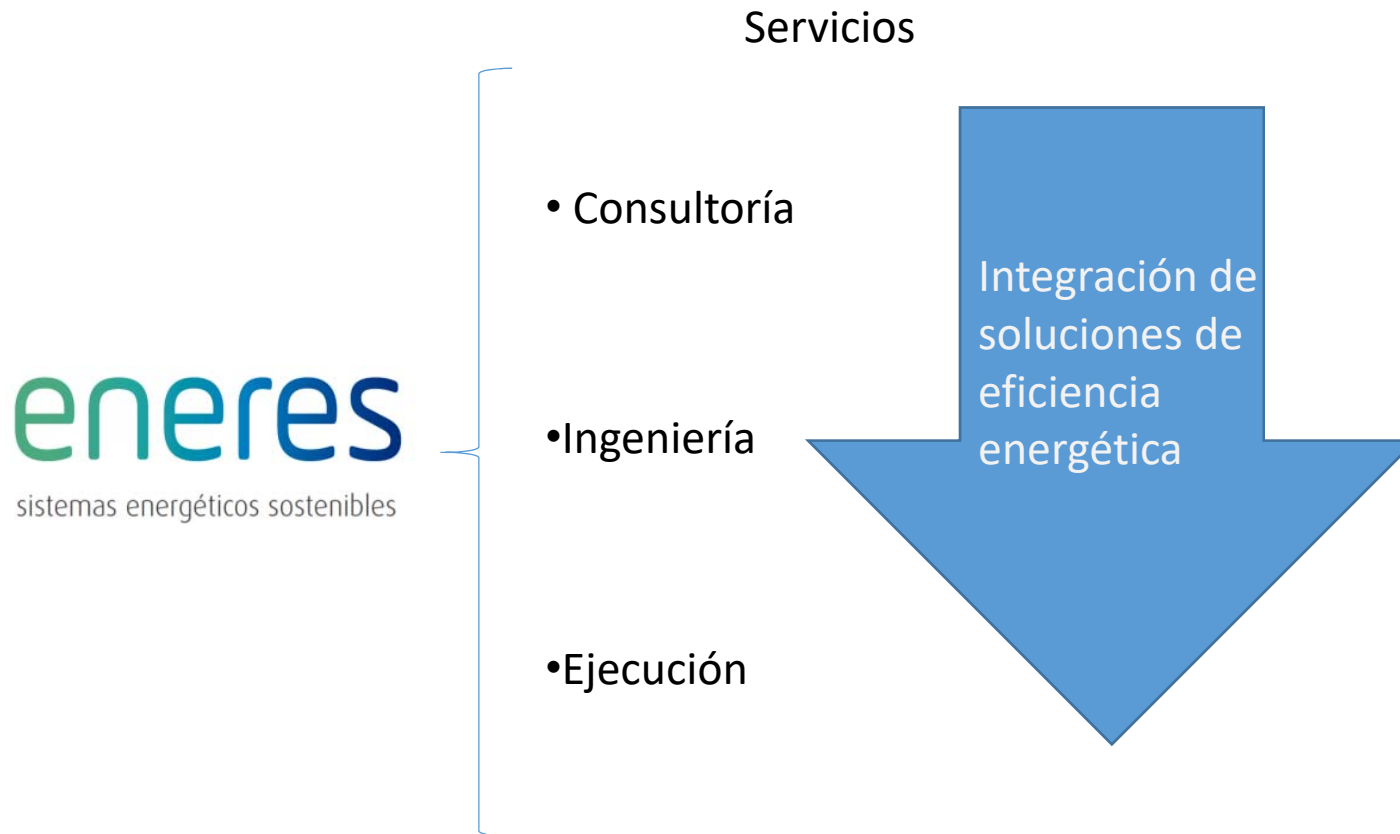
	L/Dia	
Ducha	68	Agua caliente
Cisterna	12	
Dientes	25	
Manos/afeitado	41	Agua caliente
Lavadora	7	
Lavar platos	16	
Limpieza	1	Agua caliente
	<b>171</b>	
		<b>134l ACS 78%</b>

España consume 3209 Hm<sup>3</sup> de agua al año, de los cuales 2218 Hm<sup>3</sup> son de consumo residencial y de estos, 306 Hm<sup>3</sup> son en la Comunidad de Madrid,

\*Fuentes IDAE, Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua INE



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

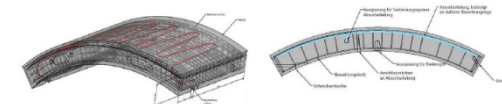


\*Pioneros en sistemas de captación de energía en el subsuelo



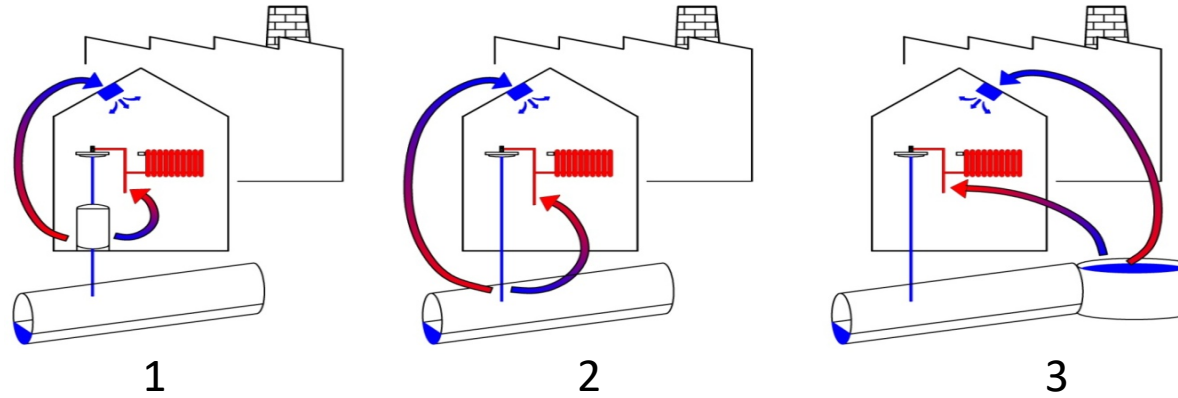
## *El potencial del entorno y las capacidades bioclimáticas del edificio*

- Considerar el edificio como parte integrante del medio y utilizar sus capacidades bioclimáticas
- Analizar el potencial directo del entorno: solar, geotermia, aerotermia, hidrotermia, infraestructuras subterráneas.
- Impulsar la implantación de sistemas de aprovechamiento de fuentes residuales



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

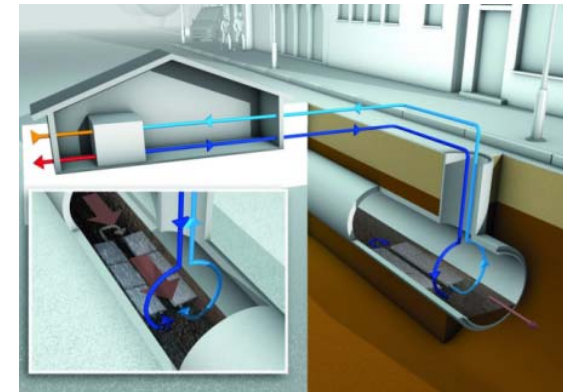
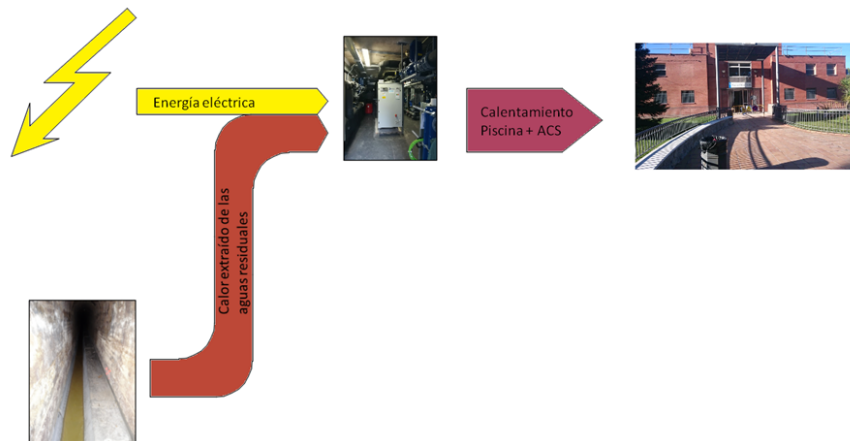




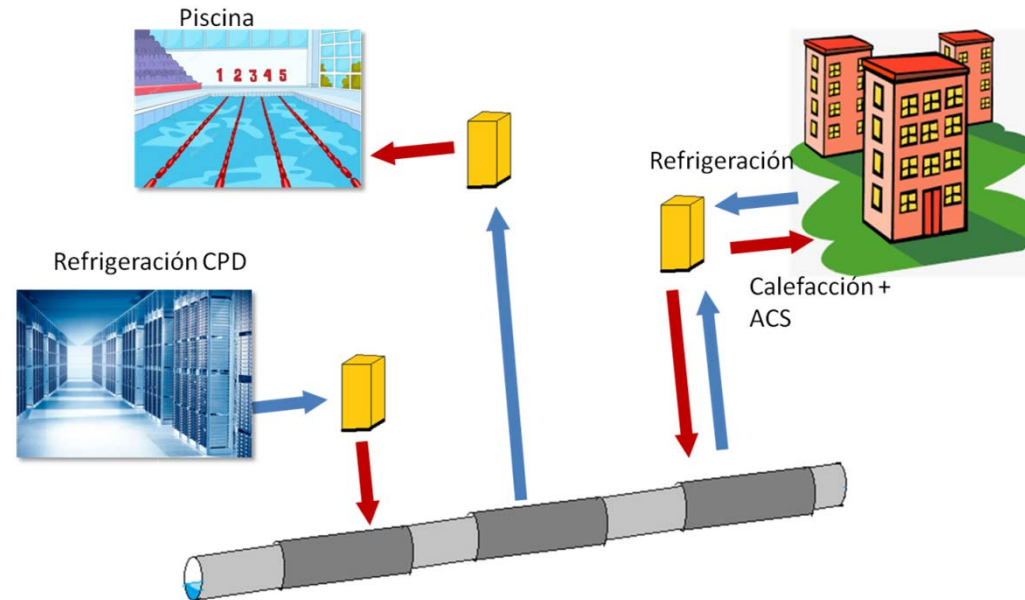
1. Aprovechamiento en edificios: agua potable, aguas residuales comunales, aguas residuales industriales, calor de procesos
2. Aprovechamiento en canales de aguas residuales: aguas residuales comunales, aguas residuales industriales
3. Aprovechamiento en instalaciones de depuración: aguas de escorrentía, aguas residuales, aguas residuales depuradas, aguas superficiales

## *Las aguas residuales como recurso energético*

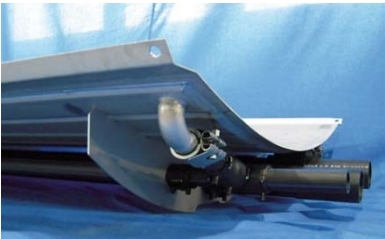
- En invierno, el foco caliente de la bomba de calor se emplea para calentar el edificio, y el frío generado se disipa contra las aguas residuales templadas.
- En verano, el frío generado por la bomba de calor se emplea para refrigerar el edificio, y el calor del foco caliente se disipa contra las aguas residuales.
- El rendimiento estacional de la bomba de calor es óptimo ya que la temperatura de las aguas residuales mantienen condiciones estables a lo largo de todo el año.
- El dimensionamiento del sistema ha de garantizar que la temperatura de las aguas residuales no se alteren sustancialmente ( $< 1^{\circ}\text{C}$ )



## *Las aguas residuales como recurso energético*



- Actualmente se están realizando proyectos individuales.
- En el futuro se puede concebir esta tecnología como parte del modelo de ciudad inteligente, donde las aguas residuales funcionan como vector energético, trabajando como captación o como disipación de calor de distintas fuentes.



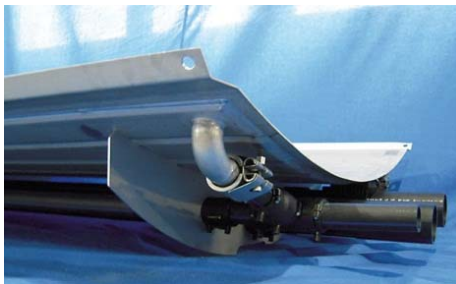
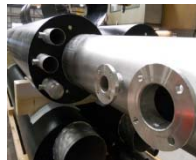
- Fundada en el año 1929. en Langnau, Suiza, comienza su andadura como especialista en la construcción de calderas de cobre y soldadura de aluminio.
- Desde 1951 fabrica intercambiadores de calor de alta tecnología para fluidos en procesos industriales y captación y tratamiento térmico de fluidos.
- En los años 70 desarrolla la tecnología de intercambio de energía con las redes de alcantarillado para la recuperación del calor perdido por los edificios, y su aplicación a calefacción y refrigeración.

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS



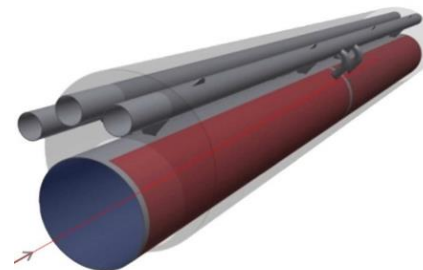
## *Tecnologías de aprovechamiento (II)*

1. Realizar un análisis de los parámetros básicos de la red de aguas residuales.
2. Valorar las alternativas de implantación
3. Diseñar el modelo óptimo de implantación e integración en la sala técnica



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
URBANAS

- El edificio intercambia energía con la red de aguas residuales que atraviesa el Campus. Además las cimentaciones termoactivas permiten intercambiar 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.



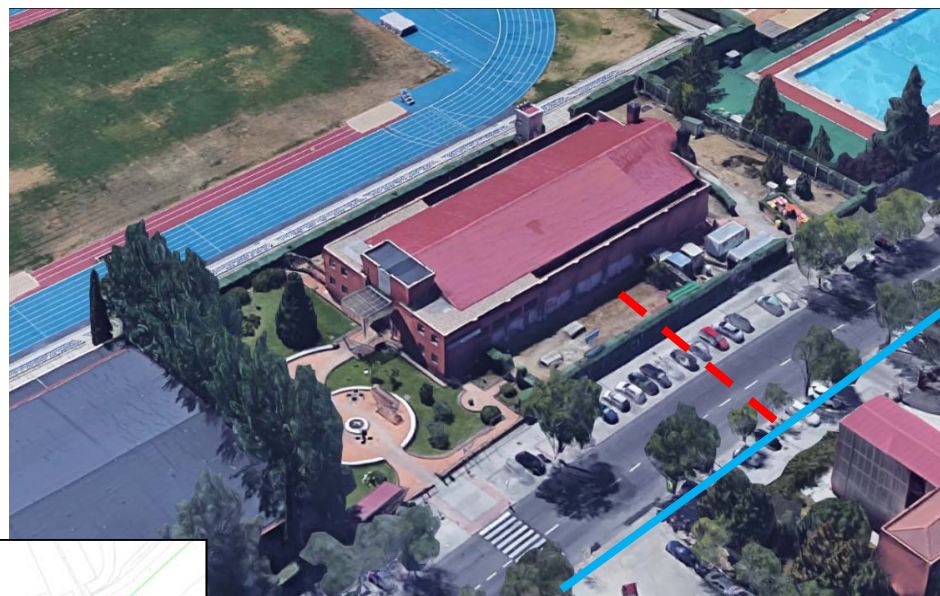
APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS





APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
URBANAS

Proyecto de aprovechamiento de la energía térmica contenida en la red de aguas residuales para la climatización de la piscina cubierta del Centro Polideportivo Municipal de Moratalaz.





## *Polideportivo de Moratalaz: aprovechamiento de aguas residuales (I)*

- Foco frío Intercambiador principal  $\rightarrow 45,64 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $T \approx 7^\circ\text{C}$ 
  - Potencia a captar de las aguas residuales  $\rightarrow 228 \text{ kWt}$
  - $\Delta T \approx 4,5^\circ\text{C} \rightarrow T_{\text{agua residual}} \approx 15^\circ\text{C}$
  - Caudales de agua residual de  $4.500 \text{ m}^3/\text{día}$



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
URBANAS

## *Polideportivo de Moratalaz: aprovechamiento de aguas residuales (II)*

- Foco caliente Baja Temperatura  $\rightarrow 47,25 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $T \approx 35^\circ\text{C}$ 
  - Potencia calorífica a aprovechar (Piscina)  $\rightarrow 274,75 \text{ kWt}$
  - $\Delta T \approx 5^\circ\text{C} \rightarrow T_{\text{calentamiento piscina}} \approx 32^\circ\text{C}$



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
URBANAS



## *Polideportivo de Moratalaz: aprovechamiento de aguas residuales (II)*

- Foco caliente Alta Temperatura  $\rightarrow 41,45 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $T \approx 55 \text{ }^\circ\text{C}$ 
  - Potencia calorífica a aprovechar (ACS)  $\rightarrow 241 \text{ kWt}$
  - $\Delta T \approx 5 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{\text{calentamiento ACS}} \approx 52 \text{ }^\circ\text{C}$



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES  
URBANAS

## *Polideportivo de Moratalaz: aprovechamiento de aguas residuales (II)*

- Se estiman 1908 horas de funcionamiento anuales.
- Potencias de captación por encima de los 200 kW
- Supone mas 4MWh captados der las aguas residuales y mas de 5MWh térmicos empleados en el polideportivo



APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS



Muchas gracias.

Hugo J. Lanao García-Abril  
Departamento de Cálculo y Eficiencia Energética  
[hugojoselanao@eneres.es](mailto:hugojoselanao@eneres.es)



Apolonio Morales, 29. 28036 Madrid  
T: 91 758 97 20  
[eneres@eneres.es](mailto:eneres@eneres.es)  
[www.eneres.es](http://www.eneres.es)