

35. NESS[®], una alternativa al doble ramal de retorno que ahorra agua y energía

Ladrón de Guevara Muñoz, M. Carmen^(1,*), Dueñas Ladrón de Guevara, Eduardo J.⁽¹⁾, Ortega Rodríguez, Marcos⁽¹⁾ and Martín Martínez, Luis⁽²⁾

(*) Métrica6 Ingeniería y Desarrollos S.L., carmenldg@metrica6.es, (0034) 665 016 613

(1) Métrica6 Ingeniería y Desarrollos S.L.

(2) Hidrología Sostenible

Resumen El objetivo de este trabajo es establecer las principales diferencias entre dos sistemas de ahorro de agua: el doble ramal de agua caliente y una solución alternativa capaz de recircular toda el agua que normalmente se desperdicia hasta que sale caliente, pero empleando la instalación convencional de cualquier edificio.

Este sistema alternativo consigue ahorrar la misma cantidad de agua que el doble ramal o ramal de retorno, es decir, toda el agua fría que queda almacenada en la tubería de agua caliente después de un tiempo sin utilizar el agua caliente. Este ahorro suma aproximadamente un 27% del uso de agua doméstico. La principal diferencia con respecto al doble ramal es el consumo energético derivado de cada sistema: mientras NESS[®] funciona a demanda del usuario, el doble ramal funciona continuo o periódicamente para mantener el agua por encima de una temperatura alrededor de 50°C, sin considerar si existe demanda o no.

NESS[®] genera un ahorro energético significativo con respecto al doble ramal o red de retorno, empleando un 35% de la energía que usa el doble ramal. Además, NESS presenta otras ventajas tanto para profesionales como para personas interesadas en la sostenibilidad, como un coste de implementación de la mitad del doble ramal o un tercio del tiempo de instalación.

Palabras clave Ahorro de agua, Sostenibilidad, Medio ambiente, Edificios energéticamente eficientes, Dispositivo innovador

1 Introducción

El aumento de consumo en las sociedades modernas es uno de los mayores retos enfrentados por distintas regiones en todo el mundo (World Assessment Programme, WWAP; 2012). Se estima un aumento de la demanda global de agua de un 55% para 2050 (United Nations World Water Assessment Programme, 2015). En 2020, se espera un incremento en el precio del agua de consumo como una de las medidas usadas para controlar y reducir la demanda de agua. Al mismo

tiempo, los problemas relativos al agua por el cambio climático (UN-Water, 2010) (sequías, inundaciones, tormentas y deslizamientos de tierra) pondrán una presión adicional en la gestión de los recursos hídricos en el futuro.

En la extracción de agua total, el suministro de agua público cuenta con aproximadamente un quinto del uso de agua en toda Europa e incluye suministro de agua a viviendas, edificios públicos, pequeñas empresas e industrias (European Environment Agency, 2009). Analizando la información sobre el uso del agua de suministro público por sector económico en 2013, se obtiene que los principales usuarios de agua en la UE son los hogares, esto es, 2/3 del consumo total; seguidos por las oficinas y otros edificios de diversos usos (European Commission, s.f.). Así, los principales usos de agua se realizan en el interior de edificios: 70-80% del agua suministrada por el sistema público se usa para satisfacer necesidades domésticas o relacionados con áreas exteriores de los edificios en cuestión. (Bio Intelligence Service, 2009).

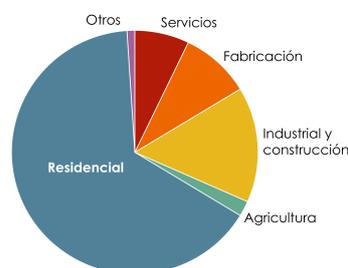


Fig. 1 Uso del agua por sector económico

El Agua Caliente Sanitaria (ACS) definida como las necesidades humanas de agua, es el uso predominante de agua en los edificios que se presenta tanto en instalaciones residenciales como no residenciales (comerciales, públicas e industriales). El uso de agua residencial representa el 72% del uso de agua total en edificios (AISBL, 2012).

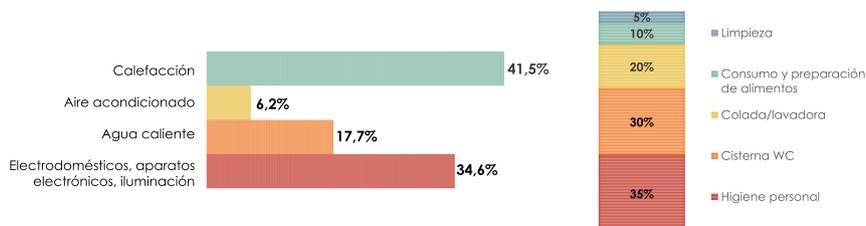


Fig. 2 Consumo energético según el uso final **Fig. 3** Consumo de agua según usos finales

Las tres mayores fuentes de uso de agua en casa son las duchas y baños, la cisterna y la lavadora, donde la higiene personal representa el 35% del consume total (Eurostat, 2015), cf. Fig. 2 y Fig. 3.

Además, el uso del agua caliente sanitaria se identifica como un tema clave en el sector de la construcción ya que influye en el consumo energético del edificio. El uso ineficiente del agua caliente conlleva un uso mayor de energía, con costes económicos y medioambientales adicionales; un 10-20% del consumo total de

energía usada para calefacción se usa en el ACS (Association of the European Heating Industry, 2010).

El consumo de agua actual en la UE ronda los 150 litros/persona/día (INE, Instituto Nacional de Estadística, 2013). Además, el consumo de ACS en edificios depende del número de ocupantes y de su comportamiento individual.

Actualmente existe aún un importante problema con el agua caliente; el desperdicio de agua que se produce al acceder al agua caliente, teniendo que dejar correr una gran cantidad de agua fría antes. Hay actualmente dos sistemas de ahorro de agua en el mercado para evitar tal desperdicio de agua: por una parte, el doble ramal de agua caliente, y, por otra parte, la tecnología NESS[®].

2 Metodología

Con el propósito de comparar la eficiencia de ambos sistemas, se estudian los mismos parámetros para cada uno: ahorro de agua, energía consumida, y costes.

Más tarde, se comparan los resultados y se consideran aspectos económicos con el objetivo de abrir un debate empleando las cifras de gastos energéticos y económicos como principal diferenciación entre ambos.

3 Instalaciones convencionales

Las instalaciones convencionales normalmente disponen de un ramal de agua caliente y otro de agua fría, que parten de la acometida de agua fría y la caldera de agua caliente a todos los puntos de consumo distribuidos en la vivienda o el edificio.

Según las estadísticas de consumo de agua actuales, cada vez que alguien desea consumir agua caliente en viviendas produce un desperdicio de aproximadamente 800 litros al mes. Esto significa que 2.300 litros son desperdiciados por una familia media compuesta por 2,51 miembros (INE, Instituto Nacional de Estadística, 2013).

3.1 Desperdicio de Energía Térmica (relativa al consumo de ACS)

Después de cada uso de agua caliente, la temperatura del agua alojada en las tuberías desciende a la temperatura de la habitación. Esto significa que el agua pierde una parte de esa energía en cada uso. Para estimar el valor de esta pérdida de energía se parte de una serie de premisas tales como la dimensión o el material de

las tuberías. El punto de partida para estos cálculos se recoge en la siguiente Tabla 1; Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Tabla 1 Parámetros usados durante los cálculos

Concepto	Nomenclatura	Valor
Temperatura ambiente	T_{amb}	25°C
Temperatura de salida (calentador)	T_{sal}	60°C
Calor específico del agua	C_p	4180 J/kg°C 1,163 Wh/kg°C
Densidad del agua (a T_{amb})	P	1000 kg/m ³
Diámetro interior de la tubería	d_i	20 mm
Longitud de las tuberías de ACS	L	15 m

La pérdida de energía considerada en esta sección se refiere a energía térmica ya que es la cantidad de calor transferida a la atmósfera por radiación, quedando como:

$$E_{Thloss} = M_{agua} \cdot C_p \cdot (T_{sal} - T_{amb}) \cdot N_{usos} \quad (1)$$

donde M_{agua} es la masa de agua alojada dentro de las tuberías y N_{usos} hace referencia al número de veces al día que se usa el agua caliente de media en la vivienda.

Según (Métrica6 Ingeniería y Desarrollos S.L., 2015), el agua caliente se emplea unas 2,91 veces al día, con una media de 2,51 habitantes por vivienda (INE, Instituto Nacional de Estadística, 2013), lo que significa que el parámetro N_{usos} en la ec. 1 es igual a 2,91 usos por persona y día x 2,51 habitantes por vivienda = 7,3041 usos por persona al día. Así, se obtiene la masa de agua que se muestra en la ecuación 2.

$$M_{agua} = \rho_{agua} \cdot L \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_i^2}{4}\right) \quad (2)$$

Así, se obtienen 1.401,04Wh de pérdidas de energía térmica al día.

4 Doble Ramal de Agua Caliente o Red de Retorno (RR)

En este sistema hay dos tuberías de agua caliente que distribuyen el agua caliente en el edificio: una de ellas da suministro a cada punto de consumo, y la otra, que en realidad es una prolongación de la primera, devuelve el agua que no ha sido usada de vuelta a la caldera. Por medio de este sistema, el ramal de agua caliente se mantiene siempre dentro de un cierto rango de temperatura, por lo que cuando entra una demanda de agua caliente el agua está lista para ser consumida (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

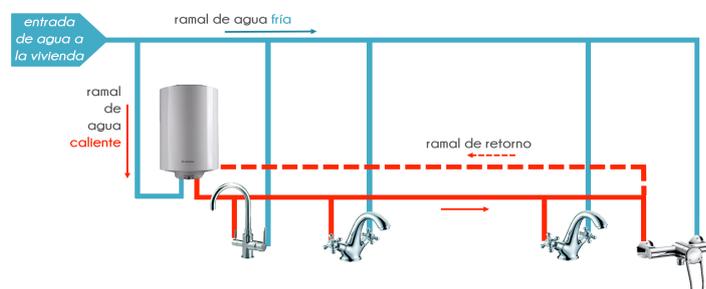


Fig. 4 Doble ramal de agua caliente

En España, la normativa de construcción obliga a instalar una RR en las instalaciones donde la longitud de las tuberías de agua caliente excede los 15 metros. (Ministerio de Fomento, 2009).

Sin embargo, mantener toda el agua caliente en la tubería a cierta temperatura sin tener en cuenta los periodos de demanda se traduce en altos costes energéticos. Para cuantificar estos costes, en esta sección se miden los gastos de energía térmica y de energía eléctrica ocasionados por la RR.

4.1 Desperdicio energético

Aunque este sistema evita el desperdicio de agua, hay otros aspectos a considerar tales como la energía que ha de consumirse para mantener en funcionamiento constante la RR. Para cuantificar esta energía se consideran los siguientes aspectos:

- La RR comienza la recirculación/se activa cuando el agua desciende a 50°C.
- La energía consumida depende del número de veces que el sistema se activa a lo largo del día, haciendo uso de dos tipos de energía diferentes: eléctrica (debido a la activación de la bomba y el sistema de control) y térmica (como consecuencia del calor transferido por el calentador al agua que finalmente no será consumida por el consumidor final).

4.1.1 Energía térmica debido al calentamiento previo de las tuberías

En el caso de la RR, el proceso de calentamiento de las tuberías y el agua ocurre cada vez que el agua desciende 10 °C, alcanzando los 50°C. Esto significa que, independientemente de si hay demanda de agua caliente o no, el calentador elevará la temperatura de toda la instalación para el momento en el que aparezca una demanda. Se tienen en cuenta los parámetros de la siguiente Tabla 2 junto a los de la Tabla 1.

Tabla 2 Parámetros considerados para el doble ramal de ACS o red de retorno

Concepto	Nomenclatura	Valor
Longitud del Doble ramal	L	15 x 2 = 30 m
Rendimiento del calentador	η	90 %
Espesor de las tuberías	e	1 mm
Espesor del aislamiento	E_{ais}	25 mm
Diámetro total con el aislamiento	D_{ais}	72 mm
Conductividad térmica	Cobre	K_{cob}
	Aislante	K_{ais}
		398 W/mK
		0,04 W/mK

Para conocer la cantidad total de energía térmica transferida a la atmósfera por el doble ramal o RR es necesario conocer el número de ciclos realizados durante el día que se calcula teniendo en cuenta el tiempo necesario para calentar todo el volumen de agua almacenado en las tuberías, el tiempo que tarda en enfriarse y el tiempo durante el cual se está consumiendo agua caliente, como se muestra la ec. 3.

$$N_{ciclos} = \frac{t_{ef.cal}}{t_c + t_e} \quad (3)$$

Donde $t_{ef.cal}$ se refiere al tiempo efectivo de cálculo ó la cantidad de tiempo que RR está funcionando sin consumo ni demanda de ACS, es decir, 24 horas menos el tiempo durante el cual se está consumiendo agua:

$$t_{ef.cal} = 24 - t_{uso} \quad (4)$$

Así, el tiempo efectivo de uso de agua caliente al día se obtiene como sigue:

$$t_{uso} = \frac{5min}{uso} \cdot \frac{2,91usos}{pers} \cdot \frac{2,51pers}{viv} \quad (5)$$

Aplicando la ec. 5, t_{uso} resulta en 36.52 min, es decir, 2191,23 segundos de uso de agua caliente por día de media por vivienda, mientras que el tiempo que la RR está funcionamiento sin demanda es de 84.208,77 segundos distribuidos en varios ciclos de calentamiento y enfriamiento a lo largo del día, t_c y t_e , respectivamente, y se calculan como exponen las ec.6 y 7:

$$t_e = M_{agua} \cdot C_p \cdot R_c \cdot \ln \left(\frac{T_{sal} - T_{amb}}{T_{act} - T_{amb}} \right) \quad (6)$$

$$R_c = \frac{\ln \frac{d_e}{d_i}}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_t} + \frac{\ln \frac{d_{ais}}{d_e}}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_{ais}} \quad (7)$$

Análogamente, el tiempo de calentamiento se obtiene según ec. 8:

$$t_c = M_{agua} \cdot C_p \cdot R_c \cdot \ln \left(\frac{P_{calent} \cdot \eta \cdot R_c + T_{amb} - T_{act}}{P_{calent} \cdot \eta \cdot R_c + T_{amb} - T_{sal}} \right) \quad (8)$$

Una vez hallados t_e y t_c , el número de ciclos N_{ciclos} puede calcularse usando la ecuación 3, resultando 37,624 ciclos al día.

En esta sección se determina la energía térmica empleada por la RR en un día:

$$E_{term total} = E_{term ef} + E_{term perd} \quad (9)$$

Siendo $E_{term ef}$ la energía transferida por el calentador al agua y a las tuberías para incrementar la temperatura del agua que finalmente será consumida por el usuario. Mientras, $E_{term perd}$ es el calor transferido al agua y las tuberías que se han enfriado a la temperatura ambiente y en los cuales no hay demanda/consumo de agua posterior.

Sin embargo, la cantidad total de energía empleada por la RR también se puede calcular como se muestra en la ec. 10:

$$E_{term\ total} = M_{agua} \cdot C_p \cdot (T_{sal} - T_{act}) \cdot N_{ciclos} \quad (10)$$

Esto resulta en un total de 4123,63Wh de energía térmica cedida al día, de los cuales 800,17Wh son usados eficientemente y 3323,46Wh son desperdiciados al ambiente sin atender realmente ninguna demanda de agua caliente, cf. ecuación 11:

$$E_{term\ perd} = M_{agua} \cdot C_p \cdot (T_{sal} - T_{act}) \cdot N_{ciclos\ perd} \quad (11)$$

donde el número de ciclos realizados sin que exista demanda, $N_{ciclos\ perd}$, se obtiene así: $N_{ciclos\ perd} = N_{ciclos} - N_{usos} = 37,62 - 2,51 \cdot 2,91 = 30,32\ ciclos$.

4.1.2 Energía Eléctrica consumida por el funcionamiento de las bombas

Además de la energía térmica, la RR requiere de un consumo eléctrico para hacer funcionar las bombas y que éstas desplacen el agua almacenada en las tuberías. Por tanto, el sistema de bombeo consume una cantidad de electricidad en cada ciclo que debe ser considerada entre los gastos de energéticos.

La potencia del sistema de bombeo está estimada en 90W, y de acuerdo al apartado anterior, $t_c = 157,03s$, lo que significa que el agua tarda 157 segundos en subir de 50°C a 60°C. Así, la bomba produce un consumo eléctrico de 147,7 Wh al día, de según la ec.12.

$$E_{elec\ p} = P_{bombeo} \cdot N_{ciclos} \cdot t_c \quad (12)$$

4.2 Energía Efectiva- consumo real

Aunque una gran cantidad de energía se desaprovecha con este sistema, parte de la energía sirve para su propósito de calentar el agua que finalmente será consumida.

Solo 800,17Wh de 4123,63Wh/día de energía térmica son consumidos de forma efectiva; la energía eléctrica efectiva se calcula aplicando la ecuación 12 para 7,3 ciclos (consumo de ACS). Por tanto, se emplean 28'67Wh de electricidad cada día en impulsar agua caliente a través de las tuberías. Estas cifras indican que sólo el 20% de la energía consumida por el doble ramal o RR es empleada eficientemente.

5 La tecnología alternativa: NESS[®]

5.1 Elementos de NESS[®]

NESS[®] consiste en un innovador sistema de recirculación de agua caliente que no requiere instalar tuberías adicionales. Está compuesto por tres módulos independientes, cada uno de los cuales se encarga de una función distinta: un módulo de bombeo, un módulo bypass y un pulsador. Estos tres módulos se comunican entre sí por una señal de baja radiofrecuencia. El KIT BÁSICO contiene, cf. Fig. 5:

- **MÓDULO DE BOMBEO:** situado a la entrada de las tuberías de agua fría al calentador. Se encarga de impulsar el agua caliente desde el calentador al punto de consumo.
- **MÓDULO BYPASS:** se instala en el punto de consumo donde se desea disfrutar del agua caliente instantánea; se recomienda ubicar el bypass en el punto de consumo más alejado del calentador, de este modo todos los grifos intermedios pueden beneficiarse del ciclo realizado por NESS[®].
- **MÓDULO PULSADOR:** El pulsador capacitivo es el activador e indicador del ciclo. Emite una luz indicando cuando el agua está fría (azul) o caliente (roja). Este módulo puede ser instalado en cualquier superficie.



Fig. 5 Módulos de NESS[®]

5.2 El Funcionamiento de NESS[®]

Para entender cómo funciona NESS[®] la Fig. 6 muestra las 3 etapas principales que atraviesa el dispositivo en su funcionamiento: primero, el usuario pasa la mano por delante del pulsador durante un par de segundos, en este momento, sin necesidad de abrir el grifo, NESS[®] trae el agua caliente desde el calentador hasta el grifo donde está instalado el bypass. Por último, una vez que el agua caliente ha alcanzado el punto de consumo deseado, NESS[®] muestra una luz roja en el pulsador indicando que el agua caliente está lista para usarse en ese grifo.

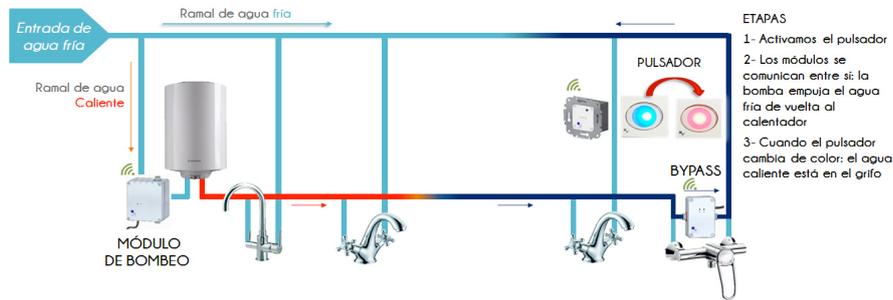


Fig. 6 Funcionamiento de NESSE[®]

5.3 Energía consumida y ahorro con NESSE[®]

La pérdida de energía térmica usando NESSE[®] se cuantifica del mismo modo que en las instalaciones convencionales sin NESSE[®], es decir, 1,4 kWh/día, como en la ec. 1 del apartado 3. Sin embargo, teniendo en cuenta la electricidad requerida para alimentar el sistema, se debe considerar el consumo de los 3 módulos, cf. Tabla 3.

Tabla 3. Consumo eléctrico de NESSE[®] en un/a ciclo/recirculación

Módulo	Potencia Máxima	Módulo en Stand-by	Durante la recirculación
Bomba	90W	$(24h - t_{ciclo}) \cdot 0,68Wh^*$	$t_{ciclo} \cdot 90W$
Bypass	15W	0,63Wh*	Despreciable
Pulsado	1W	0,18Wh*	Despreciable

*Según marcado CE del producto

Aunque la Tabla 3 indica la potencia máxima, los módulos no hacen uso de dicha potencia constantemente, únicamente durante etapas específicas en los periodos de recirculación; la mayor parte del tiempo permanecen en reposo (stand-by), a la espera de la orden de activación del usuario. El parámetro t_{ciclo} hace referencia al periodo de tiempo durante el cual la recirculación tiene lugar. En este análisis, se cuenta con una recirculación de 3 minutos, lo que representa una instalación media.

$$E_{elec N} = E_{bomba} + E_{bypass} + E_{pulsador} \quad (13)$$

Aquí, cada término es representado por la suma de los consumos durante el periodo en reposo y recirculación mostrado en la Tabla 3. Los consumos del bypass y el pulsador durante la recirculación son despreciables ya que el periodo de funcionamiento es tan corto que su consumo eléctrico no es significativo. Sin embargo, la bomba está funcionando durante los 3 minutos de recirculación, por lo que sí se tiene en cuenta. Así, la bomba está impulsando agua durante los tres minutos para $N_{usos} = 7,3041$ veces al día. Aplicando la eq.13 y utilizando los términos expuestos en la Tabla 3 y 4, se obtiene:

Tabla 1 Consumo eléctrico de NESS[®] al día

Módulo	Modo	Consumo Elect.	Total
Bombeo	Stand-by	16,072 Wh/day	$E_{bombeo} = 48,94$ Wh/day
	Recirc.	32,868 Wh/day	
Bypass	Stand-by	15,12 Wh/day	$E_{bypass} = 15,12$ Wh/day
	Recirc.	0	
Pulsador	Stand-by	4,32 Wh/day	$E_{pulsador} = 4,32$ Wh/day
	Recirc.	0	
Consumo eléctrico total de NESS[®]			$E_{elec N} = 68,38$ Wh/día

6 El Doble ramal de agua caliente y la Tecnología NESS[®].

Este apartado pretende sintetizar resultados y conferir dimensión económica al estudio, aplicando los actuales precios y costes de la energía y los materiales a implementar en cada sistema.

6.1 Tabla de resultados

De acuerdo a la Tabla 5, NESS[®] solo requiere un 34% de la energía consumida por el DRAC para alcanzar el mismo ahorro de agua. Por tanto, NESS[®] emplea aproximadamente la mitad de la electricidad que el DRAC.

Tabla 2 Costes energéticos. DRAC y Tecnología NESS[®]

	$E_{term.}$ - Costes de Energía Térmica [Wh/d]		E_{elec} - Coste de electricidad [Wh/d]	
	Efectivo	Pérdidas	Efectivo	Pérdidas
DRAC	800,17	3323,46	28,67	119,03
	4123,63		147,7	
NESS [®]	1401,04		68,63**	
NESS [®] /DRAC	33,97%		46,47%	

** en una vivienda media con 2,51 habitantes.

6.2 Dimensión económica

Con el objetivo de obtener una mayor perspectiva, se consideran los precios de electricidad y energía. (Selectra España, 2016) da precios de electricidad para los seis principales suministradores en España, cf. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en 2016.

Tabla 3. Precios de electricidad para 2016

Compañía	PVPC	EDP	Endesa	Gas natural	Iberdrola	Viesgo	Av.
€/kWh	0,11610	0,14521	0,13907	0,12980	0,14755	0,13466	0,135

El precio medio de electricidad en 2016 es de 0,135 €/kWh. Incluyendo los impuestos alcanza unos 0,163€/kWh. Este precio se aplica a instalaciones domésticas, concretamente, por debajo de los 10KW. La mayoría de las viviendas están dentro de este rango de potencia.

Además, los gastos de energía térmica implican costes y precios diferentes dependiendo de la fuente de energía empleada, por ejemplo, biomasa, butano, gas natural, diésel o electricidad, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 4 Precio de la energía según diferentes fuentes

Fuente	Biomasa	Butana	Gas Natural	Diesel	Electricidad
€/kWh	0,0387	0,0962	0,0622	0,1136	0,163

(IDAE, 2007)

De acuerdo a (CYPE Ingenieros, 2015), el precio mínimo para el equipamiento e instalación de DRAC se establece en 816€, mientras que el Kit Básico de NESS[®] cuesta 480€, instalación incluida; es decir, la tecnología NESS[®] puede ser completamente instalada por la mitad de precio que el DRAC.

Los costes de energía de NESS[®] implican solo un 35% de los gastos producidos por la RR. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** evidencia



este hecho.

Fig. 7 Costes energéticos anuales

7 Discusión

Aunque con la RR no hay necesidad de esperar el agua caliente, NESS[®] logra el mismo ahorro de agua produciendo sólo un tercio de los costes energéticos del doble ramal. Por lo tanto, NESS[®] representa un consumo energético del 35% con respecto al DRAC. Además, los costes de materiales e instalación son reducidos a

la mitad, considerando una instalación de DRAC mínima de 15 metros. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** expone tal comparación.

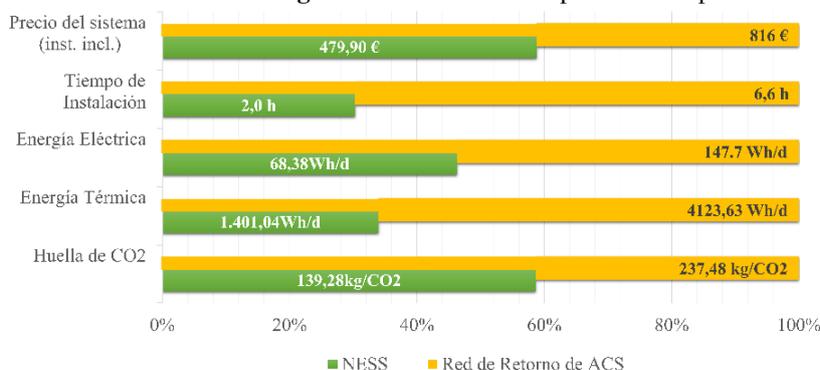


Fig. 8 Comparativa entre NESS[®] y el doble ramal o red de retorno

Además, NESS[®] puede ser instalado sin necesidad de obras. Es decir, el DRAC necesita ser instalado en nuevas viviendas o bajo reforma, mientras que NESS[®] puede ser instalado indistintamente en ambas.

8 Conclusiones

Existen dos sistemas alternativos para ahorrar el agua que se desperdicia mientras se espera al agua caliente. El doble ramal ofrece agua caliente instantánea sin esperar. El sistema NESS[®] funciona bajo demanda del usuario. Esta particular ventaja de la RR frente a la tecnología NESS[®] se torna en su peor inconveniente, ya que conlleva mayores gastos energéticos al proporcionar agua caliente instantánea. Sin embargo, NESS[®], comparado con la RR, soluciona este problema usando sólo el 35% de la energía. NESS[®] mantiene el ahorro de recursos naturales y al mismo tiempo que reduce los costes energéticos inducidos por su alternativa.

La innovación no se mide sólo en términos de ahorro de agua, sino también en el confort al usuario en su uso diario del agua caliente. NESS[®] consigue ambos objetivos: reducir significativamente el desperdicio de agua y reducir los gastos que el desperdicio de agua conlleva en la factura. El sistema utiliza la técnica de recirculación de agua de forma innovadora a través de su composición modular, ganando en adaptabilidad, bajo consumo, servicio de aviso sin desperdiciar una sola gota, diseño, activación multipunto y la posibilidad de extender sus funciones. Además, usado conjuntamente con la RR o como alternativa a ésta, también ahorra energía.

Se identifica una nueva alternativa más económica, ecológica y eficiente al doble ramal a pesar de no reducir el tiempo de espera. Los usuarios reciben una nueva tecnología que aumenta su calidad de vida a través del ahorro de agua y eco-

nómico. Toda la población se beneficia de la implantación del sistema: al reducir el consumo de agua, crecen las reservas de dicho recurso, haciéndolo más accesible, y reduciendo su coste. La cantidad de energía empleada en el tratamiento del agua es menor, haciendo más eficiente energéticamente el ciclo completo del agua.

9 Referencias

- Association of the European Federation of National Associations of Water Services, A. (2012). *EUREAU*. Retrieved April 26th, 2016, from <http://www.eureau.org/index.php/reports>
- Association of the European Heating Industry. (2010). *ehi*. Retrieved April 26th, 2016.
- Bio Intelligence Service. (2009). *Study on Water Performance of Buildings: Final Report*. Paris. Retrieved April 26th, 2016.
- CYPE Ingenieros, (2015). *Generador de Precios de CYPE*.
- EIO, Eco-innovation observatory. (2015). *Eco-Innovation Observatory*. Retrieved October 20th, 2015, from <http://www.eco-innovation.eu>
- European Commission. (n.d.). *eurostat*. Retrieved April 26, 2016.
- European Environment Agency. (2009). *Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought*. Copenhagen: Office for Official Publications of the European Communities. doi:10.2800/16803
- Eurostat. (2015). *Household composition statistics*. Retrieved October 26, 2015.
- IDAE, I. p. (2007). *Guía Técnica 3: Diseño y cálculo del aislamiento de conducciones, aparatos y equipos*. Madrid.
- INE, Instituto Nacional de Estadística. (2013). Encuesta Continua en Hogares. *Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística*.
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, I. (2016). *Informe de precios energéticos: combustibles y carburantes*.
- Métrica6 Ingeniería y Desarrollos S.L. (2015). *Estudio de ahorro y su impacto energético y económico*. Málaga.
- Ministerio de Fomento. (2009). Código Técnico de la Edificación. *Documento Básico HS Salubridad*.
- Selectra España, .. (2016). *Comparadorluz*. Retrieved September 6th, 2016, from <http://comparadorluz.com/faq/precio-kwh-electricidad>
- United Nations World Water Assessment Programme, W. (2015). *The United Nations Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris: UNESCO.
- UN-Water. (2010). *Climate Change Adaptation: The Pivotal Role of Water*. Retrieved April 2016.
- World Assessment Programme, WWAP;. (2012). *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*. Paris: UNESCO. Retrieved April 2016, 26.