

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN SOSTENIBLES PARA EL SECTOR RESIDENCIAL – MANUAL PARA INSTALADORES, MANTENEDORES E INVERSORES –



Calefacción y refrigeración eficiente, económica y respetuosa con el clima para los consumidores europeos

Información de la publicación:

Informe T4.3 y 4.4

Coordinador del proyecto: Austrian Energy Agency – AEA

Organización coordinadora del Work Package 4: WIP Renewable Energies

Autores: Benedetta Di Costanzo, WIP Renewable Energies
Ingo Ball, WIP Renewable Energies
Dominik Rutz, WIP Renewable Energies

Con contribuciones de: Herbert Tretter, Austrian Energy Agency
Franz Zach, Austrian Energy Agency
Andreas Scharli, Energiewende Oberland

Agradecimientos a: El Consorcio del Proyecto REPLACE

Coordinación y edición del proyecto a cargo de Austrian Energy Agency.

Fecha de publicación: Abril 2021.

El documento está disponible en: www.replace-project.eu



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 847087.

Exención de responsabilidad:

La Comisión Europea, las personas que actúen en su nombre y los socios del proyecto REPLACE no son responsables del uso que pueda hacerse de la siguiente información. Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente para información y no reflejan necesariamente la opinión de la Comisión Europea.

Se autoriza la reproducción y traducción con fines no comerciales, siempre que se cite la fuente.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del proyecto REPLACE es motivar y apoyar a los habitantes de las regiones objetivo de nueve países diferentes para que sustituyan sus antiguos sistemas de calefacción por alternativas más respetuosas con el medio ambiente o apliquen medidas sencillas de renovación que reduzcan el consumo energético global de los edificios. Para que el proyecto de sustitución tenga éxito, el compromiso de los intermediarios e inversores es tan necesario como la participación de los usuarios finales.

Este informe pretende, por tanto, proporcionar a los intermediarios profesionales (como instaladores, mantenedores, promotores de edificios, asesores energéticos, etc.) un conocimiento profundo de las opciones de sistemas de calefacción y refrigeración renovables disponibles en el mercado actualmente, con el objetivo de convertirlos en facilitadores de las sustituciones de equipos y permitirles medir y comunicar los ahorros energéticos, financieros y los beneficios sociales esperados de las sustituciones de calefacción y refrigeración.

Al mismo tiempo, el informe informa a los inversores (ya sean instituciones de financiación, autoridades públicas, proveedores de energía o propietarios de viviendas) sobre los aspectos económicos, las mejores prácticas y los modelos de negocio innovadores, así como los modelos de contrato, para las soluciones de calefacción y refrigeración renovables.

En la actualidad, los consumidores, los intermediarios profesionales y los inversores pueden elegir entre un sinnúmero de soluciones de calefacción: aunque existen tecnologías no renovables que funcionan con combustibles fósiles y todavía están disponibles en el mercado, este informe sólo cubre y aborda los sistemas de calefacción y refrigeración que utilizan fuentes de energía renovables.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO REPLACE	1
1 ¿POR QUÉ CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN RENOVABLES PARA INTERMEDIARIOS E INVERSORES?	3
1.1. ¿Por qué los intermediarios deben promover la Calefacción y Refrigeración Renovables?.....	5
1.2. ¿Por qué deberían los inversores apostar por la calefacción y refrigeración renovables?.....	6
2 ¿CÓMO PROMOVER Y SACAR EL MÁXIMO PROVECHO DE LA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN RENOVABLES?	12
2.1. ¿Cómo pueden los intermediarios apoyar la adopción de calefacción y refrigeración renovables?	12
2.2. ¿Cómo pueden los inversores invertir con confianza en Calefacción y Refrigeración Renovables?	19
3 ¿QUÉ OPCIONES DE SUSTITUCIÓN HAY EN EL MERCADO?	34
CALDERAS DE PELLETS DE MADERA	38
CALDERAS DE LEÑA	42
SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON ASTILLAS DE MADERA.....	46
ESTUFAS MODERNAS DE PELLETS Y LEÑA	56
BOMBAS DE CALOR ELÉCTRICAS	59

TÉRMICA SOLAR.....	67
DISTRICT HEATING RENOVBABLE	72
4 OTRAS OPCIONES DE CALEFACCIÓN	78
4.1. Calefacción con fotovoltaica	78
4.2. Fachadas multifuncionales	79
4.3. Micro-cogeneración.....	82
4.4. Acciones colectivas	83
4.5. Medidas de comprobación de calderas y unidades de refrigeración	84
4.6. Sombreado y aislamiento	86
4.7. Sistemas de calefacción por infrarrojos	90
4.8. Medidas de “respuesta a la demanda”	91
ANEXO I: CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN	93
ANNEX II: CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA	96
ANEXO III: TOPTEN.EU – HERRAMIENTA DE BÚSQUEDA ONLINE PARA PRODUCTOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES.....	100
REFERENCIAS	103

GLOSARIO

AC	Aire Acondicionado
CHP	Cogeneración
COP	Coeficiente de Rendimiento
DH	District Heating
UE	Unión Europea
GHG	Gas de Efecto Invernadero
HVAC	Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado
H&C	Calefacción y Refrigeración
kW	Kilowatio
kWel	Kilowatio Eléctrico
kWth	Kilowatio Térmico
PV	Fotovoltaica
PV/T	Combinación de colectores fotovoltaicos y térmico solar
(R)HC	Calefacción y Refrigeración (Renovable)
FER	Fuente de Energía Renovable
SPF	Factor de Rendimiento Estacional
AC	Aire Acondicionado

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO REPLACE

REPLACE es un proyecto europeo con el objetivo de informar y motivar a la población de nueve países diferentes para que sustituyan los sistemas de calefacción antiguos e ineficientes de los edificios residenciales por alternativas respetuosas con el medio ambiente. Financiado por el programa Horizonte 2020 de la UE durante tres años (2019 - 2022), REPLACE desarrolla e implementa campañas de sustitución de calderas y hornos para apoyar los cambios hacia la consecución de los objetivos climáticos y hacer que Europa sea independiente del petróleo, el carbón y el gas natural.

La mitad del consumo energético de Europa se destina a la calefacción o la refrigeración. Sin embargo, dos tercios de los sistemas de calefacción instalados en Europa (80 millones de unidades) son ineficientes. Por regla general, estos sistemas de calefacción anticuados sólo se sustituyen cuando fallan completamente durante su uso o están a punto de hacerlo. Esto a menudo no deja tiempo para tomar decisiones informadas o para cambiar de fuente de energía. Además, la cantidad de información necesaria para un cambio es elevada: hay que aclarar muchas cuestiones y consultar a distintos agentes. A menudo, la gente no tiene suficiente dinero para poder permitirse los sistemas más caros de bajas emisiones de CO₂, aunque los costes del ciclo de vida sean ya significativamente más bajos.

REPLACE quiere hacer frente a estos y otros retos y barreras locales desarrollando y probando campañas de sustitución adaptadas a cada lugar en nueve regiones piloto europeas con una población total de 8 millones de habitantes. En concreto, el proyecto se dirige a consumidores, inversores y propietarios, así como a intermediarios, instaladores, mantenedores, asesores energéticos y consultores, y les ayuda a tomar decisiones bien informadas. También forman parte del programa sencillas medidas de renovación que se amortizan rápidamente, ya que reducen el consumo total de calefacción por una baja inversión y que se aplican como acciones comunitarias coordinadas.

Para desarrollar campañas eficientes y fuertemente orientadas al servicio, así como herramientas de información fáciles de usar, REPLACE identifica los requisitos para las acciones de implementación relativas a la infraestructura, las regulaciones y la legislación, investiga la mentalidad de las partes interesadas y sus necesidades, se refiere a las lecciones aprendidas de proyectos anteriores y desarrolla planes de acción hechos a medida para cada región piloto. Las campañas de sustitución serán lanzadas y apoyadas por los socios del proyecto in situ por grupos de trabajo locales, que reunirán en una mesa a las autoridades públicas,

los consumidores finales, los instaladores, los mantenedores, los consultores energéticos, los fabricantes de equipos, las empresas de suministro energético, los responsables políticos y otros actores clave.

Juntos, diseñarán paquetes de acción eficaces, completos y adaptados a nivel local, que aborden los principales obstáculos y retos a los que se enfrentan los consumidores finales y los instaladores cuando hay que sustituir calderas o estufas.

Los objetivos principales de REPLACE son:

- comprender los mercados del calor, así como la mentalidad y las necesidades de los consumidores finales, los intermediarios (como instaladores, mantenedores, asesores energéticos) y los inversores;
- identificar y reducir las barreras del mercado y fomentar un entorno propicio, así como servicios mejores y más fiables;
- mejorar las condiciones, la planificación y la seguridad de las inversiones;
- informar mejor a todos los interesados de las ventajas de la sustitución de un sistema de calefacción o refrigeración, según sus necesidades de información y formatos preferidos;
- permitir a los consumidores tomar decisiones con conocimiento de causa, fomentando un comportamiento energético sostenible;
- reforzar la confianza de los consumidores finales en los intermediarios y en la fiabilidad de los sistemas de HC renovable y de los proveedores (de servicios) relacionados;
- transferir los conocimientos técnicos de los países más avanzados a los menos avanzados en este ámbito, por ejemplo, mediante la formación de instaladores en los países del sudeste de Europa;
- crear y poner en marcha campañas de sustitución adaptadas a nivel local que aborden y superen las barreras de sustitución en diez regiones piloto europeas, al tiempo que las prueban, dirigen y mejoran in situ;
- poner a disposición los resultados del proyecto para que se reproduzcan en otros países y regiones.

REPLACE también aborda la pobreza energética y las cuestiones de género y reduce el riesgo de una crisis de calefacción apoyando el uso de fuentes regionales de energía renovable (como la solar, el calor ambiental o la biomasa) y equipos de calefacción producidos en la UE (calderas de biomasa, bombas de calor, colectores solares, etc.)

1 ¿POR QUÉ CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN RENOVABLES PARA INTERMEDIARIOS E INVERSORES?

La implicación y el compromiso directos de los intermediarios e inversores en las campañas de sustitución de los sistemas de calefacción y refrigeración antiguos e ineficientes por otros renovables y respetuosos con el medio ambiente son fundamentales para que el proyecto REPLACE tenga éxito en la sustitución a gran escala.

En este contexto, por la palabra "intermediarios" se entiende todas aquellas personas clave que, en la cadena de suministro de equipos de calefacción, se sitúan entre el fabricante del sistema y el usuario final. La categoría de intermediarios incluye, por tanto, a profesionales que van desde instaladores, fontaneros y mantenedores hasta arquitectos, promotores de edificios, agencias de energía, consultores de ingeniería y asesores energéticos.

Varios análisis muestran que ciertos grupos profesionales, como los arquitectos y los consultores de ingeniería, siguen considerando las energías renovables como un riesgo potencial para sus clientes. Esto se debe a la complejidad del diseño/instalación en comparación con las alternativas de combustibles fósiles disponibles en el mercado. Por otro lado, actualmente la instalación de calderas de gasóleo o gas es a menudo la solución más sencilla para la sustitución de aparatos de calefacción antiguos o averiados. Los intermediarios suelen recomendar la instalación de calderas de gasóleo o de gas, ya que son tecnologías de bajo riesgo, con escaso esfuerzo de mantenimiento y, por lo general, con un alto grado de satisfacción de los consumidores.

Pero como las decisiones de los consumidores suelen basarse en las recomendaciones de intermediarios como instaladores, mantenedores y arquitectos, hay que tener en cuenta y tratar las preocupaciones de estas categorías de profesionales. Los intermediarios deben recibir el apoyo necesario para estar lo suficientemente motivados como para promover soluciones renovables en lugar de sistemas basados en combustibles fósiles. Este apoyo puede -y probablemente debería- ser monetario (por ejemplo, mediante reducciones fiscales, formación subvencionada, etc.). El uso de certificaciones y plataformas transparentes para proporcionar y difundir información sobre los datos de diseño y rendimiento de los sistemas instalados también constituiría un factor desencadenante. El ahorro medioambiental y financiero debería demostrar a los grupos profesionales la necesidad de comprometerse¹.

¹ *Ibidem.*

La adopción por parte del mercado de aparatos de calefacción y refrigeración renovables significa también que los planificadores energéticos, los proveedores de sistemas de calefacción y los instaladores necesitarán nuevas competencias a medida que la automatización, las soluciones informáticas y los servicios emergentes se impongan en el sector de la calefacción y la refrigeración. Será esencial una combinación de conocimientos interdisciplinarios, como la ingeniería de control, la ingeniería energética y la informática. En las ciudades surgirá un nuevo puesto de gestor energético, cuya función será fundamental para impulsar la transición hacia la calefacción y la refrigeración renovables. Esta función combinará conocimientos de planificación energética y de política pública. También es necesario un cambio en la lógica empresarial, pasando de las grandes plantas de producción y las redes de distribución a la producción y distribución descentralizadas, de menor escala y eficientes de H&C².

Al mismo tiempo, dado que el mercado de algunas tecnologías renovables de calefacción y refrigeración se encuentra todavía en su fase inicial, la concienciación de los inversores sobre los beneficios (para ellos y para la sociedad en su conjunto) de dichas tecnologías es un requisito previo para garantizar la prosperidad del negocio.

Los **inversores** no sólo se refieren a las instituciones financieras en su sentido más común, sino también a los organismos públicos, las autoridades locales de planificación energética, las agencias de energía, las empresas de servicios energéticos (ESE), los promotores de edificios, los proveedores de energía, los operadores de calefacción urbana y las cooperativas de energía. Y, por último, pero no por ello menos importante, también se refiere a los propietarios de edificios y viviendas, que deciden invertir en un sistema de calefacción renovable para su casa.

Para que la transición del sector de la calefacción y la refrigeración tenga éxito, las autoridades públicas deben asumir el papel de pioneras invirtiendo considerablemente en los edificios públicos y en la renovación de la red de calefacción y refrigeración³. Al mismo tiempo, las inversiones del sector público desempeñarán un papel igualmente importante.

Uno de los mayores retos en este sentido será el de involucrar a las empresas que no están relacionadas con la energía. De hecho, para la mayoría de estas empresas, la adopción de medidas concretas y la obtención de inversiones para cambiar a las energías renovables no es una prioridad. Para permitir un cambio de comportamiento en este contexto, hay que destacar los beneficios de una transición energética limpia (además del ahorro de costes y la contribución a la protección del clima) (por ejemplo, el aumento de la productividad, la mejora de las condiciones de trabajo, la mejora de la imagen corporativa y, por supuesto, los beneficios financieros a largo plazo). Se trata de beneficios directos, a diferencia del beneficio indirecto de contribuir a los objetivos generales de sostenibilidad, que a menudo no es el objetivo principal, la métrica o el motor empresarial en las organizaciones con ánimo de lucro⁴.

² Ibidem.

³ Ibidem.

⁴ Ibidem.

1.1. ¿Por qué los intermediarios deben promover la Calefacción y Refrigeración Renovables?

Los sistemas de calefacción y refrigeración renovables no sólo benefician a quienes los compran (y a quienes los rodean), sino también a quienes los venden y los promueven. La calefacción renovable y eficiente es una opción en la que toda la sociedad sale ganando. De hecho, los sistemas de calefacción renovable modernos y eficientes ofrecen las siguientes ventajas para los consumidores y para la sociedad:

Beneficios medioambientales:



Las actuales tecnologías renovables de calefacción y refrigeración son eficientes y ahorran energía, reduciendo así las emisiones de carbono y mejorando la calidad del aire.

Gracias a su eficiencia, ahorran energía, reduciendo también la factura energética de los hogares. Y, por último, porque se alimentan de fuentes de energía gratuitas e infinitas: fuentes de energía renovables, como el sol, la madera, el aire, el agua o la geotermia.

Beneficios económicos:



Los sistemas de calefacción y refrigeración renovables disminuyen la dependencia de los hogares de los crecientes costes de la energía en la actualidad y en los próximos años.

Suelen estar incentivados por planes de apoyo específicos, lo que los hace más asequibles y reduce el tiempo de amortización.

Están preparadas para el futuro, en el sentido de que no se ven afectadas por la legislación que están preparando algunos países europeos, donde pronto se prohibirá el uso de combustibles fósiles para la calefacción residencial.

Aumentan el valor de una propiedad, potencian los territorios, son grandes proveedores de empleo y apoyan a la industria europea.

Y, de forma más general, benefician a la economía local al reducir la dependencia de la energía importada desde lejos y minimizar la salida de dinero hacia otras regiones.

Beneficios sociales:



Los sistemas de calefacción renovable permiten a los consumidores de energía producir su propio calor sostenible a partir de fuentes de energía renovables, convirtiéndolos así en "prosumidores" (una combinación de las palabras "productor" y "consumidor"), contribuyendo activamente al reto de la descarbonización de los edificios y a la transición energética en Europa.

Estas son sólo algunas de las muchas razones que le harán querer vender o promover un sistema de calefacción o refrigeración renovable a sus clientes.

Además, la competencia para la instalación de un sistema de calefacción con combustibles fósiles es hoy en día mucho mayor que para la instalación de un sistema de calefacción renovable. Si quiere ser pionero y establecer un negocio con visión de futuro en su región, apostar por las tecnologías renovables es su mejor opción. Debido a todas sus ventajas, los sistemas de calefacción y refrigeración renovables actuarán como una herramienta de marketing para su negocio. El objetivo de todas las estrategias de marketing es, de hecho,

ofrecer al consumidor soluciones óptimas y valor de utilidad, y proporcionar un mejor servicio en comparación con la competencia.

Ser instalador de sistemas de energía renovable abre las puertas a un amplio abanico de atractivas oportunidades laborales en uno de los sectores económicos más interesantes y en expansión, plenamente respaldado por la legislación europea y nacional.

Teniendo en cuenta los planes internacionales y europeos de descarbonización del sistema energético y de la economía mundial, las energías renovables se convertirán en la principal fuente de energía en pocas décadas, mientras que el papel de las tecnologías contaminantes de los combustibles fósiles disminuirá progresivamente. Algunos países europeos incluso están preparando una legislación para prohibir la calefacción residencial que funcione con combustibles fósiles. A ningún cliente le gustaría descubrir poco después de su compra que su sistema de calefacción de combustibles fósiles se considera prohibido por la legislación nacional antes de que supuestamente se estropee o quede obsoleto, ¿verdad?

Al convertirse en instalador de sistemas de energía renovable a pequeña escala, entrará en un mercado que está condenado a crecer favorecido por factores como la subida de los precios de los combustibles fósiles, y con ello el aumento de los costes de la calefacción; la creciente concienciación de los ciudadanos en relación con las consecuencias del cambio climático; y las legislaciones europea y nacional.

A grandes rasgos, el apoyo a los sistemas de calefacción renovable a pequeña escala no sólo beneficiará a sus bolsillos, sino que también impulsará la economía de su región. Las instalaciones renovables a pequeña escala son, de hecho, importantes proveedores de empleo y motores clave de la transición energética europea.

La instalación, el mantenimiento y el funcionamiento de los sistemas renovables son importantes creadores de puestos de trabajo altamente cualificados que harán de la economía verde una realidad local. Además, las fuentes de energía locales benefician a las economías locales al aportar beneficios económicos a la comunidad y a quienes viven en ella. La energía local potencia los territorios al crear puestos de trabajo locales, contribuir al desarrollo rural y permitir que las actividades empresariales de las PYMES, las comunidades locales y los ciudadanos cubran sus necesidades de calor con fuentes de energía cercanas.

De hecho, abastecerse de energía localmente, de una empresa local, significa invertir en un negocio que opera en su zona. Esto significa, a su vez, ayudar a mejorar la economía local y aumentar su valor económico. Las fuentes de energía renovable y los servicios de la región proporcionan, por tanto, beneficios para la región.

1.2. ¿Por qué deberían los inversores apostar por la calefacción y refrigeración renovables?

Con un marco normativo cada vez más estable tanto a nivel europeo como nacional, no cabe duda de que el segmento de mercado de las energías renovables para calefacción y refrigeración crecerá a una velocidad sin precedentes en los próximos años.

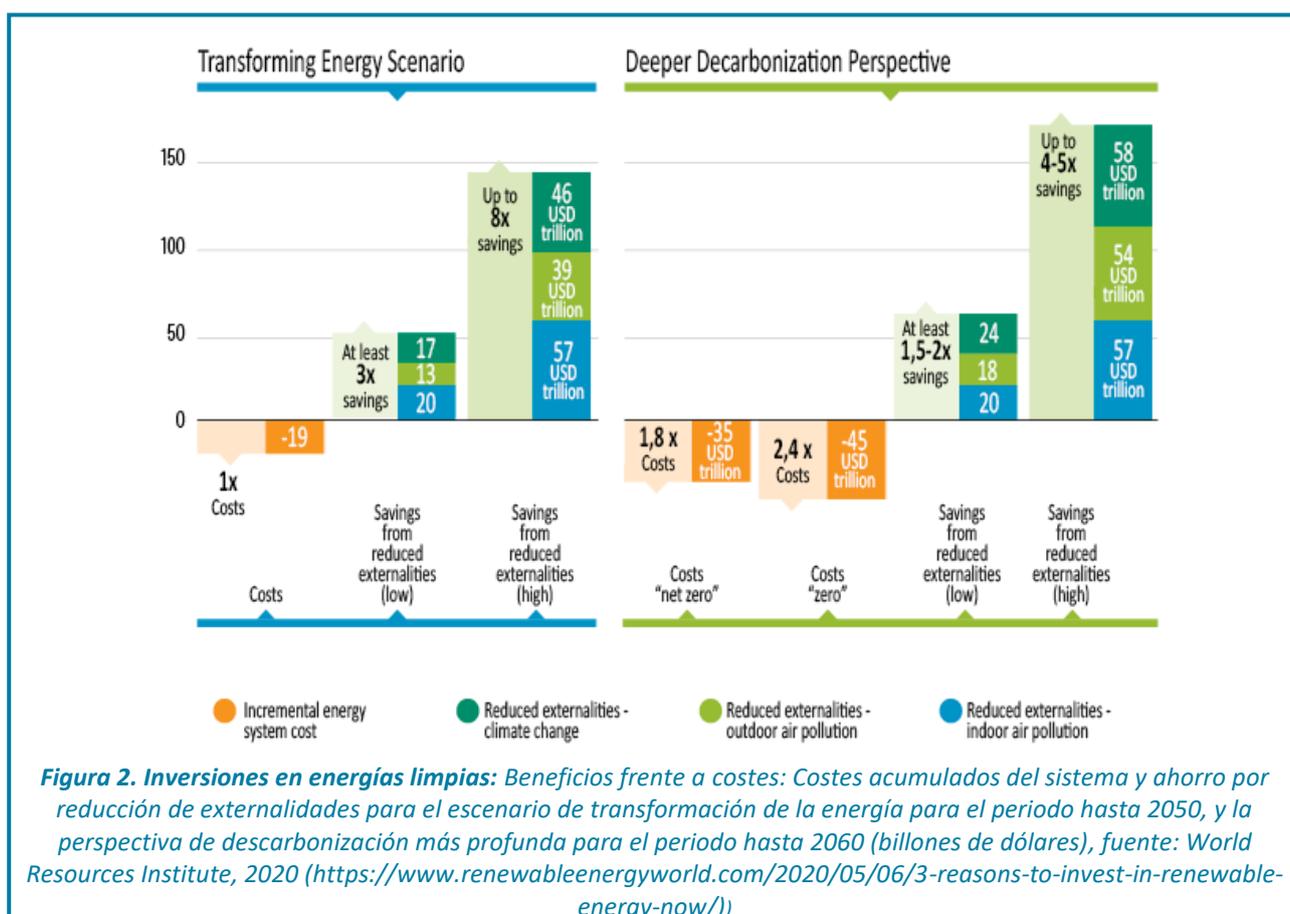
De hecho, con la recientemente aprobada Directiva de Energías Renovables de la Unión Europea, la UE ha establecido un objetivo para que los Estados miembros aumenten la cuota de calor renovable en 1,3 puntos

porcentuales al año a partir de 2021⁵. Dado que la UE27 utilizó alrededor de 467 millones de toneladas equivalentes de petróleo para calefacción y refrigeración en 2018, eso podría significar aumentar el elemento renovable en 6 millones de toneladas equivalentes de petróleo cada año. El coste dependería del tipo de tecnología utilizada para producir el calor renovable, y de si la mayor parte de la nueva capacidad son plantas a escala comercial o sistemas y estufas a pequeña escala. La cantidad de inversión necesaria podría reducirse si la UE siguiera necesitando menos calor año tras año, gracias a los avances en eficiencia energética⁶.

Para alcanzar con éxito y sin contratiempos el objetivo fijado por la Directiva de Energías Renovables, los Estados miembros deberán también crear sistemas de incentivos adecuados. Según las estimaciones para toda la Unión Europea, el volumen adicional de inversión en instalaciones de generación de calor y frío a partir de fuentes renovables será aproximadamente de 36.000 millones de euros al año.

Invertir en tecnologías renovables de calefacción y refrigeración será rentable. Entre las buenas razones para invertir en proyectos de energías renovables se encuentran las siguientes ⁷:

1. **Las inversiones en energías limpias producen un rendimiento económico entre 3 y 8 veces superior a la inversión inicial durante toda la vida del proyecto:** el nuevo informe Perspectivas mundiales de las energías renovables 2020 de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA)⁸ evalúa el impacto socioeconómico de varios escenarios de transición energética. El "Escenario de



⁵ Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources, Article 23 (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001).

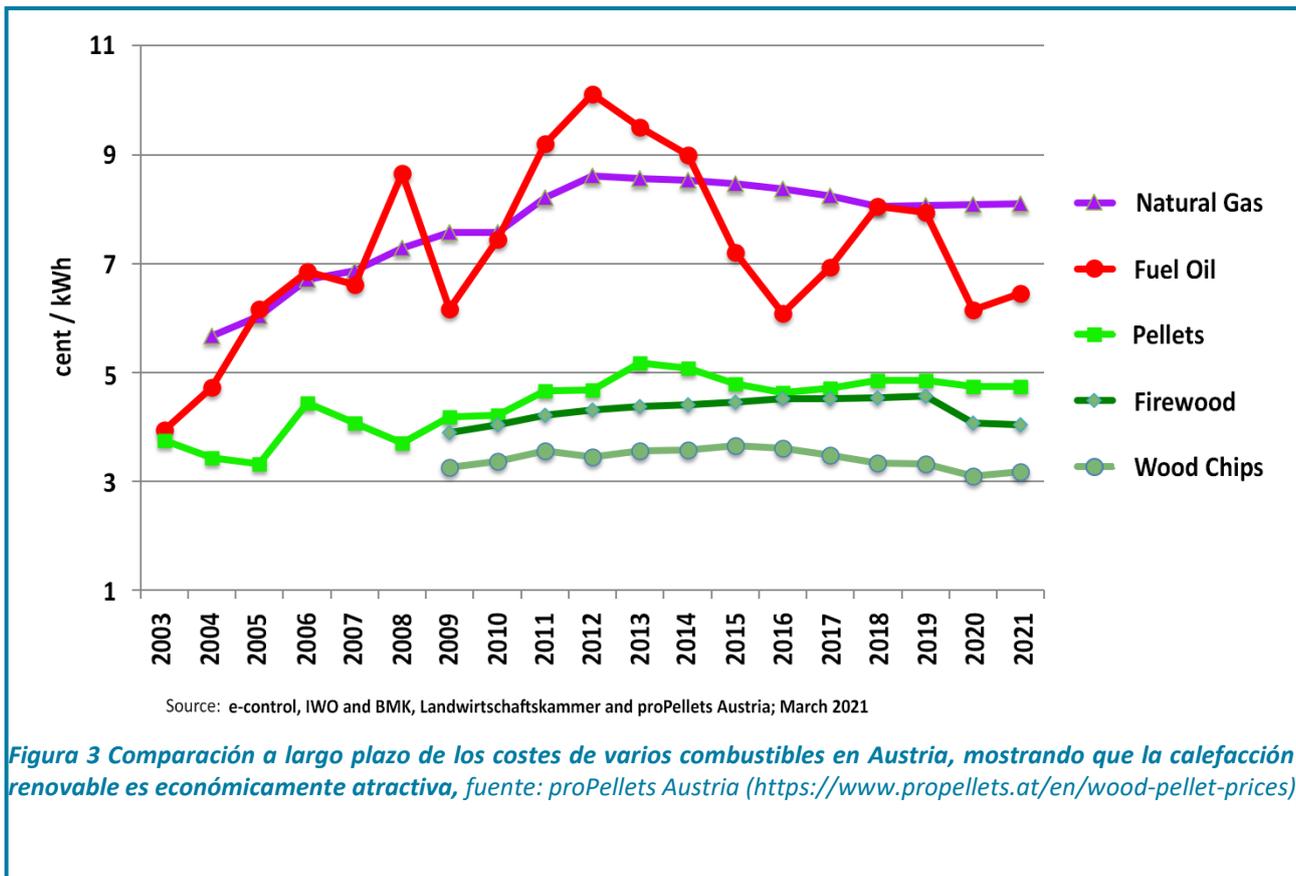
⁶ Frankfurt School-UNEP Centre/BloombergNEF, 2020, "Global Trends in Renewable Energy Investment 2020" (https://www.fs-unep-centre.org/wp-content/uploads/2020/06/GTR_2020.pdf)

⁷ Renewable Energy World, 2020, "3 reasons to invest in renewable energy now" (https://www.renewableenergyworld.com/2020/05/06/3-reasons-to-invest-in-renewable-energy-now/)

⁸ IRENA, Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050, 2020 (https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf)

Transformación Energética” — una transformación energética ambiciosa pero realista que limitaría el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 grados centígrados- costaría globalmente 19 billones de dólares más que un enfoque de continuidad, pero aportaría beneficios por valor de entre 50 y 142 billones de dólares para 2050, haciendo crecer el PIB mundial en un 2,4%. Yendo un paso más lejos, la "Perspectiva de descarbonización más profunda" de IRENA, que describe un mundo con cero emisiones netas para 2050-2060, tendría un coste global de entre 35 y 45 billones de dólares, pero produciría un ahorro acumulado de entre 62 y 169 billones de dólares si se tienen en cuenta los costes sanitarios y sociales evitados por la reducción de la contaminación atmosférica.

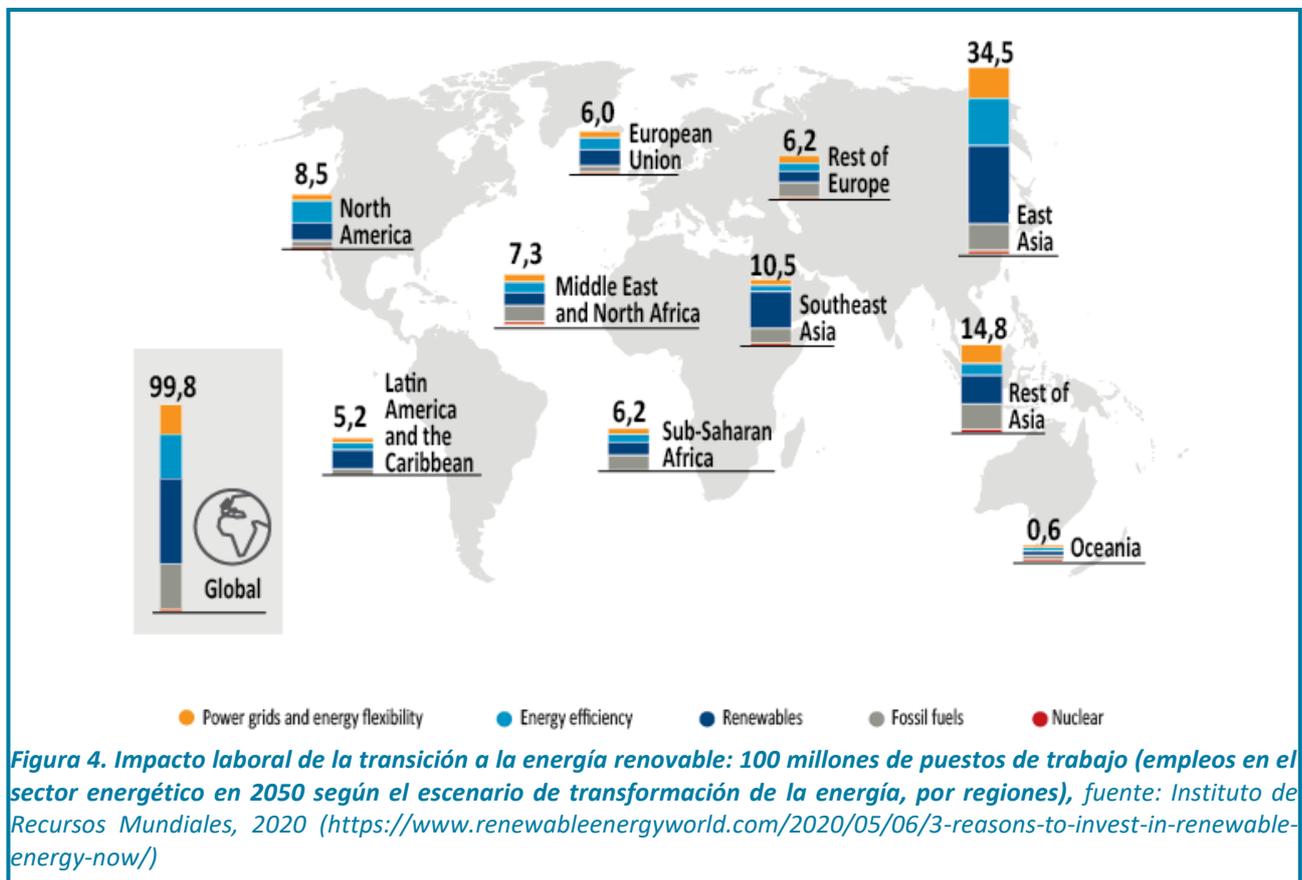
2. **La inestabilidad de los precios de los combustibles fósiles presenta una oportunidad global para acelerar el cambio a las energías limpias:** aunque la crisis del COVID-19 y las órdenes de bloqueo han agravado ciertamente los retos de la industria de los combustibles fósiles, este colapso estructural se veía venir desde hace tiempo. En la última década, la industria de los combustibles fósiles ha gastado más dinero en la recompra de acciones y dividendos que lo que ha aportado en ingresos, lo que ha convertido a la energía en uno de los sectores con peor rendimiento⁹. Además, algunas de las mayores instituciones financieras del mundo siguen desprendiéndose rápidamente de los combustibles fósiles, reconociendo los crecientes riesgos financieros de las inversiones intensivas en carbono. Según el Centro de Derecho Ambiental Internacional, esto significa que "a medio plazo, la perspectiva de una recuperación total de muchas de estas fuentes de ingresos es, en el mejor de los casos, incierta y, en muchos casos, poco probable¹⁰".



⁹ Center for International Environment Law, 2020, "Pandemic crisis, systemic decline – Why exploiting the COVID-19 crisis will not save the oil, gas and plastic industries" (<https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2020/04/Pandemic-Crisis-Systemic-Decline-April-2020.pdf>)

¹⁰ Ibidem.

3. **Una inversión ambiciosa en energías renovables y eficiencia energética podría generar 63 millones de nuevos puestos de trabajo de aquí a 2050:** en la actualidad, más de 11 millones de personas trabajan en el sector de las energías renovables en todo el mundo, mientras que 3,3 millones de personas trabajan en la industria de la eficiencia energética sólo en Estados Unidos y Europa. Según la Agencia Internacional de la Energía, la mayoría de los puestos de trabajo de eficiencia energética crean directamente oportunidades de empleo local en pequeñas y medianas empresas. Según el "Escenario de transformación de la energía" de IRENA, el número de empleos en energías renovables en todo el mundo podría triplicarse con creces, alcanzando los 42 millones de puestos de trabajo en 2050, mientras que los puestos de trabajo en eficiencia energética se sextuplicarían, dando empleo a más de 21 millones de personas más en los próximos 30 años. El total de empleos se eleva a 100 millones si se considera el impacto en el sector energético en general, incluyendo los empleos relacionados con la transición, como las infraestructuras y la flexibilidad de la red, además de las tecnologías convencionales, como los combustibles fósiles y la energía nuclear. En cambio, se espera que la industria de los combustibles fósiles pierda más de 6 millones de puestos de trabajo en el mismo periodo, en comparación con los niveles de empleo actuales.



Las motivaciones de los proyectos de calefacción y refrigeración renovables iniciados, desarrollados y financiados por el sector público o por el privado suelen ser fundamentalmente diferentes. El sector público suele buscar precios más bajos de la calefacción y un mejor impacto socioambiental, mientras que el sector privado persigue principalmente mayores beneficios económicos¹¹.

¹¹ Sunko Rok et al., 2017, CoolHeating project, "Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids" (https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.1_Guideline.pdf)

Especialmente cuando se trata de inversiones del sector público, es decir, en forma de un sistema de incentivos financieros para la calefacción y la refrigeración renovables, las justificaciones más importantes son las siguientes¹²:

- **Externalidades positivas:** la sociedad se beneficia de la reducción de las emisiones y de otros beneficios medioambientales relacionados con el uso de las energías renovables para la calefacción o la refrigeración. Un sistema de incentivos financieros recompensa a los inversores privados por estas externalidades positivas.
- **Seguridad del abastecimiento energético:** al disminuir la dependencia de fuentes de energía importadas y escasas, todo sistema de calefacción o refrigeración renovable reduce la necesidad de medidas públicas (como las reservas estratégicas de energía), y de inversiones en infraestructuras, por ejemplo, para el transporte de fuentes de energía, o para costes diplomáticos y militares. Al aumentar el suministro de energía autóctona, a largo plazo un incentivo financiero público para la calefacción y la refrigeración renovables puede ser más barato que las medidas alternativas.
- **Lagunas en el desarrollo del mercado dentro de la UE:** para cada tecnología de calefacción renovable, existen enormes lagunas en el desarrollo del mercado entre los distintos países europeos. Es posible (y necesario) corregir este desequilibrio fomentando los mercados de calefacción y refrigeración renovables en los países más rezagados.
- **Creación de economías de escala:** el potencial de las economías de escala es considerable, no sólo en la fabricación, sino también en los pasos posteriores de la cadena de valor, por ejemplo, en áreas como la comercialización y la distribución, el diseño del sistema, la instalación, la atención al cliente, etc., que suelen ofrecerse a nivel local y regional. Los planes de inversión financiera ayudan a crear economías de escala, reduciendo así el precio de los aparatos renovables a medio plazo.
- **Apoyo para hacer frente a la carga de los costes de inversión iniciales:** los inversores privados pueden verse desanimados por los elevados costes iniciales en comparación con un sistema de calefacción o refrigeración convencional. La reducción de esta carga financiera mediante incentivos financieros públicos fomenta la compra de un aparato de calefacción renovable.
- **Liderazgo tecnológico de la industria europea de la calefacción renovable:** la mayor parte de los dispositivos de calefacción y refrigeración renovables instalados en Europa se producen en la Unión Europea. Además, el volumen de negocio vinculado a la instalación de un sistema de calefacción renovable es intrínsecamente local: diseño, instalación, formación, comercialización y distribución. Por tanto, un sistema de incentivos financieros para la calefacción renovable genera beneficios para la economía regional y europea, al tiempo que reduce la necesidad de importar combustibles fósiles.
- **Señal positiva de la autoridad pública:** el hecho de que una autoridad pública ofrezca un incentivo financiero da una señal positiva a los ciudadanos, mostrando concretamente el apoyo público a este tipo de inversión. Esto genera confianza en el mercado en cuanto a la tecnología.
- **Sistemas de incentivos financieros como herramienta de marketing (SIF):** la existencia de un SIF puede ser uno de los varios métodos para comercializar productos de calefacción y refrigeración renovables. Los sistemas de incentivos financieros deben ir siempre acompañados de una campaña de sensibilización del público. Al mismo tiempo, los operadores del mercado privado comunicarán a sus clientes el incentivo disponible. En algunos casos, el incentivo financiero no es muy elevado, pero su existencia motiva al público debido a la sensación de "no debe perderse" que opera de forma similar a una campaña de descuentos.

Por último, pero no por ello menos importante, cabe mencionar que en el caso de una inversión privada para un sistema de calefacción renovable a pequeña escala adquirido por el propietario del edificio o de la vivienda, uno de los beneficios económicos que se derivan de dicha inversión, más allá de los menores costes

¹² K4RES-H project, "Financial Incentives for Renewable Heating and Cooling"
(https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/k4res-h_financial_incentives_for_renewable_hc.pdf)

de funcionamiento en comparación con las calefacciones que funcionan con combustibles fósiles y de la reducción de la factura energética, es el aumento del valor comercial de la propiedad donde se instalan.

2 ¿CÓMO PROMOVER Y SACAR EL MÁXIMO PROVECHO DE LA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN RENOVABLES?

2.1. ¿Cómo pueden los intermediarios apoyar la adopción de calefacción y refrigeración renovables?

El abanico de sistemas de calefacción y refrigeración disponibles hoy en día en el mercado es tan amplio que los usuarios finales suelen estar desorientados y prefieren confiar en el asesoramiento y la experiencia de los profesionales. Como intermediario profesional, usted cuenta con la confianza de su cliente inexperto y, por tanto, es la persona más indicada para recomendar un sistema de calefacción o refrigeración renovable en lugar de uno de combustible fósil.

En este capítulo se presentarán las diferentes fases del proyecto que hay que atravesar para recomendar y finalmente instalar un nuevo sistema de calefacción para un cliente. Continuará con una lista de errores y fallos de instalación comunes que hay que evitar, y a continuación ofrecerá una visión general de los programas nacionales de formación y certificación para intermediarios.

2.1.1. Fases del Proyecto de sustitución

Normalmente, el proceso de sustitución de un sistema de calefacción doméstico se estructura en diferentes fases del proyecto, todas ellas igualmente importantes. En conjunto, conforman el ciclo de vida que sufren la mayoría de los sistemas de calefacción y refrigeración. La secuencia de las fases puede variar en función de las condiciones preexistentes y de varios otros factores (como el tipo de edificio, el tamaño del sistema de calefacción, la tecnología elegida y las necesidades del cliente), pero seguiría una sucesión similar a la que se expone a continuación.

1. Concepción de la idea y consulta

El proceso comienza con la fase de concepción de la idea. Lo ideal es que el usuario final o el inversor comience a concebir la idea de la sustitución mientras el antiguo sistema de calefacción aún está en funcionamiento. Una fase de concepción oportuna permite evaluar cuidadosamente todas las opciones potenciales, sin tomar decisiones precipitadas de sustitución, lo que suele ocurrir en caso de avería repentina del equipo antiguo.

En esta fase, los usuarios finales se ponen en contacto con asesores energéticos, instaladores u otras categorías de intermediarios profesionales para que les presten servicios de consultoría y recomendaciones preliminares.

Durante la consulta, el intermediario profesional tratará de entender las necesidades del propietario de la vivienda en términos de calefacción o refrigeración, sus preferencias en términos de tecnología y de fuente de energía renovable, y el tipo de edificio donde vive. El intermediario también informará al usuario final de si se puede explotar la calefacción urbana in situ, a nivel local y regional, teniendo en cuenta las propiedades del edificio y su entorno.

Posiblemente, el profesional encargado de la sustitución también deberá realizar un estudio del hogar o una inspección in situ en las instalaciones del cliente, con el fin de evaluar el estado del edificio (es decir, si está bien aislado o no, el sistema de distribución existente, el espacio físico disponible para el nuevo sistema de calefacción, etc.) y la calidad energética de la propia casa (es decir, el nivel de consumo de energía por metro cuadrado, el nivel de temperatura de impulsión, el tipo de distribución y disipación del calor), y si hay alguna necesidad en cuanto a la renovación de la chimenea o el desmantelamiento del sistema de calefacción anterior.

2. Planificación

El proceso continúa con la fase de planificación. Tras los pasos preliminares de la fase de concepción, el profesional puede empezar a planificar la sustitución propiamente dicha: asesorará al cliente sobre las mejores opciones de equipamiento y soluciones de sistema para su propiedad y sus necesidades, le ilustrará sobre el proceso y su duración, le proporcionará un presupuesto sobre los costes iniciales del sistema y de la instalación, y estimará el ahorro previsto en la factura energética. La fase de planificación concluye con la elección del nuevo sistema eficiente y renovable que se va a instalar.

3. Diseño

La fase de diseño de un sistema de calefacción y refrigeración incluye varias subfases: la determinación de la capacidad de calefacción y refrigeración, el dimensionamiento y la configuración del sistema. Es imperativo que el sistema sea capaz de funcionar de acuerdo con el confort de los ocupantes. Y el proceso de diseño, de hecho, debe permitir garantizar el mismo rendimiento incluso cuando los diseñadores son diferentes¹³.

Por este motivo, en 2012 se publicó la primera norma internacional sobre diseño, dimensionamiento, instalación y control de sistemas de calefacción radiante y refrigeración integrados en superficies: es la norma ISO 11855. La norma ISO 11855 incluye los procesos y las condiciones necesarias para determinar la capacidad de calefacción y refrigeración de los sistemas radiantes de calefacción y refrigeración en edificios de nueva construcción y en edificios existentes readaptados. Además, la norma estipula las condiciones de diseño relativas a componentes como el suministro de calor, los sistemas de distribución hidrónica, los paneles y los sistemas de control de los sistemas de calefacción y refrigeración radiantes¹⁴.

Una vez finalizada la configuración, el sistema está listo para ser instalado en las instalaciones del cliente.

4. Desmantelamiento y eliminación del sistema antiguo

En el caso de la reforma de un edificio existente y la sustitución de un sistema de calefacción antiguo, el intermediario profesional normalmente también se encargará del desmantelamiento y la

¹³ LimJae-Han and Kim Wwang-Woo, 01/2016, REHVA Journal, "ISO 11855 - The international Standard on the Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems", <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/iso-11855-the-international-standard-on-the-design-dimensioning-installation-and-control-of-embedded-radiant-heating-and-cooling-systems>

¹⁴ Ibidem.

eliminación del sistema de calefacción existente anterior y del combustible restante. La persona que realice estos trabajos deberá estar capacitada para cumplir con los procedimientos y prácticas correctas de desmantelamiento de los sistemas de calefacción domésticos. Este trabajo debe ejecutarse de acuerdo con las versiones actuales de las normas y reglamentos apropiados del sector, con las prácticas de trabajo reconocidas por el sector, con el entorno de trabajo y con el entorno medioambiental.

5. **Instalación y puesta en marcha**

En esta fase se realizan las obras de canalización, se instala el sistema seleccionado y se conecta a la red, y finalmente está listo para funcionar.

Un paso importante de la fase de realización es la puesta en marcha, que consiste en poder configurar los sistemas para que funcionen correctamente. Este paso es clave no sólo en términos de eficiencia, sino también de seguridad del cliente. Para que un sistema de calefacción funcione como es debido, entran en juego diversos elementos: el suministro, las bombas, la ventilación, la canalización, la caldera, etc. Durante un trabajo de puesta en marcha, los profesionales no sólo examinan el producto en sí, sino el sistema en su conjunto para ver si es realmente posible y seguro que el calentador se ponga en marcha. También es esencial comprobar la calidad del agua en el sistema de distribución de calor existente. El equilibrado hidráulico es una operación que a menudo se subestima, aunque tiene una importancia crucial: puede cosechar ganancias de eficiencia energética, con un ahorro de energía de hasta el 5-15% al año, sólo con la mitad o un día de trabajo del instalador.

Tampoco hay que olvidar el ajuste de la dirección y la regulación del funcionamiento de la caldera (teniendo en cuenta la demanda de agua del grifo). También es importante tener en cuenta la regulación de la bomba de circulación de velocidad variable en función de la curva de calefacción (temperatura de flujo necesaria relacionada con la temperatura exterior medida).

Los protocolos de puesta en marcha y aceptación deben ser el método estándar para documentar el servicio profesional y dejar claras las consecuencias legales de la transferencia de la propiedad al propietario/inversor en relación con las cuestiones de garantía.

6. **Operación: uso y mantenimiento**

Por último, pero no por ello menos importante, una vez que el sistema está instalado y puesto en marcha, está listo para funcionar, ahorrando energía y reduciendo las emisiones. Se espera que el sistema funcione de forma fiable y eficiente, y se someterá a revisiones periódicas y a medidas de mantenimiento profesionales para mantener un alto nivel de excelencia. Normalmente se recomienda que el instalador revise todo el sistema y su funcionamiento óptimo al menos una vez al año después de la puesta en marcha, y evalúe si existe algún potencial de optimización.

En el caso más deseado, el cliente debería tener la posibilidad de confiar no sólo en el instalador para el mantenimiento. El mantenimiento debe ser un servicio del que puedan hacerse cargo otras empresas por diversas razones: la empresa instaladora puede estar demasiado lejos, puede quebrar con el tiempo, puede no ofrecer precios competitivos para el servicio de mantenimiento o los clientes pueden no estar satisfechos con la asistencia al cliente. Por lo tanto, la empresa instaladora y el cliente deben asegurarse de que toda la documentación, como los diseños ejecutivos, las garantías y las especificaciones de los componentes y de todo el sistema, se intercambien y que estos archivos estén disponibles y sean conservados por ambas partes.

Los costes del servicio de mantenimiento deben mantenerse en niveles razonables: por ejemplo, el precio de las revisiones periódicas y de los trabajos rutinarios debe mantenerse preferentemente muy por debajo de los costes del ahorro energético anual del sistema, de modo que éste pueda amortizarse y se consiga la satisfacción del cliente.

La Directiva europea sobre la eficiencia energética de los edificios, recientemente revisada, también señala la importancia de las inspecciones de los sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación para garantizar que los edificios y los productos cumplan con el ahorro de energía y mantengan su rendimiento óptimo. Los artículos 14 y 15 exigen a los Estados Miembros que establezcan inspecciones de los equipos de calefacción/acondicionamiento de aire y ventilación combinados de más de 70kW¹⁵. Las inspecciones pueden ayudar a contrarrestar los inevitables efectos del envejecimiento en los productos y sistemas, si van seguidas de un mantenimiento y una revisión periódicos. La falta de inspección y mantenimiento provoca un deterioro importante del sistema y un uso innecesario de energía.

2.1.2. Fallos a evitar

Por desgracia, “errare humanum est” y los errores existen. Cuando se instala un nuevo sistema de calefacción o refrigeración (especialmente si aún no es una tecnología muy extendida), pueden producirse algunos errores. Dichos errores pueden provocar fallos en el sistema, así como disminuir su eficiencia y rendimiento, lo que se traduce en costes adicionales para el cliente. La siguiente lista le ayudará a evitar algunos de los errores de sustitución e instalación más recurrentes.

1. Tamaño incorrecto:

Los errores de instalación pueden empezar incluso antes de vender el nuevo calentador o aire acondicionado. Al fin y al cabo, si vende una unidad de tamaño incorrecto, sólo está preparando a su cliente para el fracaso. El rendimiento del sistema no puede ser bueno cuando se trata de un equipo de tamaño incorrecto. La idea de que "más grande es mejor" es una trampa. Puede ser un error instalar un sistema con la misma capacidad nominal que el anterior. A menudo ocurre que los sistemas existentes se sobredimensionan sólo para estar seguros. Además, los nuevos sistemas son más eficientes desde el punto de vista energético y, por tanto, sistemas de menor entrada (en términos de combustible o de consumo de energía) cubren la misma carga que un sistema más antiguo. Si se instala una unidad demasiado grande para la vivienda, ésta se encenderá y apagará con demasiada frecuencia. Además, un funcionamiento con una carga mucho menor que la carga nominal del sistema significa que la unidad funciona con menos eficiencia y contamina más. Una unidad sobredimensionada tiene un coste mayor en cuatro dimensiones: la inversión es mayor, los costes de calefacción serán más altos debido a la menor eficiencia energética, el coste de servicio será mayor debido al funcionamiento de parada y arranque, y por último, pero no menos importante, el sistema es más contaminante, perjudicando así el entorno y la salud de los vecinos.

Por otro lado, instalar un sistema demasiado pequeño hará que la unidad funcione constantemente para trabajar más para alcanzar la temperatura requerida. En cualquier caso, consumirá más energía de la que debería y su cliente no alcanzará la eficiencia energética prometida por el fabricante¹⁶.

2. Desconocimiento de la calidad del agua de distribución de calor y la importancia del equilibrio hidráulico:

Es fundamental asegurarse de que el agua de distribución del calor cumple las normas exigidas (es decir, que no hay descomposición por óxido ni escoriación por partículas de óxido). Estas normas

¹⁵ Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG)

¹⁶ General heating & Air Conditioning, “Avoid these top 3 HVAC installation errors”, <https://genhvac.com/avoid-top-3-hvac-installation-errors/>

tampoco se cumplirán si se mezclan demasiados metales y no metales diferentes en el sistema de distribución y disipación de calor.

Al mismo tiempo, el equilibrio hidráulico del sistema de distribución de calor es necesario para suministrar a todas las habitaciones la misma cantidad de calor, y puede ayudar a ahorrar costes de calefacción. En los sistemas nuevos, se calcula exactamente la cantidad de agua de calefacción que debe pasar por cada superficie de calefacción. En los sistemas existentes, las válvulas se ajustan para que todas las superficies de calefacción reciban el mismo suministro de calor. Sin el ajuste, el agua buscaría siempre el camino de menor resistencia en su recorrido por las numerosas tuberías y válvulas y simplemente no llegaría a algunas de las superficies de calefacción. Por ello, el equilibrado hidráulico puede ahorrar hasta un 10% de la energía de calefacción ¹⁷.

3. Mala instalación de los conductos de distribución:

Las fugas en los conductos son un fallo dominante en las instalaciones deficientes de sistemas de calefacción. Cuando los conductos se instalan de forma incorrecta, es probable que la eficiencia del sistema de calefacción o refrigeración se vea comprometida. No cambiar los conductos al instalar un equipo nuevo o utilizar materiales más baratos también pueden ser errores importantes. Los conductos baratos y mal instalados pueden manifestar rápidamente lagunas y grietas. Los conductos de aire con fugas le costarán a su cliente dinero en términos de aire acondicionado que se escapa a través de las grietas y huecos¹⁸.

Además, la nueva tecnología debe ajustarse al sistema de distribución y disipación de calor existente. Es decir, debe evitarse la instalación de bombas de calor en presencia de radiadores con temperaturas de impulsión superiores a 45 °C, ya que, de lo contrario, los costes de calefacción serán tan elevados que el aislamiento de la envolvente del edificio será inevitable (especialmente en el caso de una bomba de calor de aire). Una alternativa podría ser renovar los radiadores (por ejemplo, instalar radiadores más grandes, o radiadores con un ventilador de aire para bajar la temperatura de ida) o cambiar los radiadores por una calefacción de suelo/pared.

También es muy importante el ajuste de la dirección y la regulación del funcionamiento de la caldera y de la bomba de circulación en función de la curva de calefacción. De hecho, la curva de temperatura de impulsión debe estar relacionada con la temperatura exterior: si la temperatura de impulsión se ajusta, aunque sea 1 grado por encima, se produce un aumento del 8% en la demanda de energía (es decir, un 8% más de energía por cada grado de exceso), que podría evitarse fácilmente.

4. Drenaje insuficiente:

Los acondicionadores de aire y los sistemas de calefacción actuales de alta eficiencia pueden crear una cantidad significativa de agua residual, que debe ser drenada de forma segura fuera del sistema. Si se hace mal, la acumulación de agua y las fugas de agua pueden provocar daños en el edificio, la aparición de moho y problemas de calidad del aire. Cuando hace frío, el agua que se acumula en las tuberías puede congelarse y hacer que el sistema falle¹⁹.

5. Inspección inadecuada y oportunidades perdidas en el rendimiento de las viviendas:

Tanto si se trata de una visita a una vivienda para realizar el mantenimiento y las reparaciones como si se trata de una nueva instalación, se debe examinar algo más que un solo componente. El equipo

¹⁷ Energie- und Umweltagentur Niederösterreich, „Optimierung der Heizanlage“

¹⁸ Just In Time Furnace, “Common mistakes of HVAC service and installation”, <http://www.justintimefurnace.com/b/common-mistakes-of-hvac-service-and-installation>

¹⁹ Michael C. Rosone, 2014, “5 Common HVAC Installation Mistakes and How They Cost You”, <https://aristair.com/blog/5-common-hvac-installation-mistakes-and-how-they-cost-you/>

de calefacción y refrigeración es, de hecho, parte de un sistema completo, y debe ser tratado como tal. Si no se inspeccionan las distintas partes de todo el sistema, es fácil que se pasen por alto detalles cruciales. Esto puede dar lugar a costosas reparaciones para su cliente más adelante²⁰.

Del mismo modo, ignorar las oportunidades en el rendimiento de la vivienda mediante la mejora del aislamiento y el sellado del aire es un error frecuente. De hecho, es un gran servicio complementario asesorar a los propietarios de viviendas sobre las demás obras a las que podría someterse su casa para mejorar su rendimiento general²¹.

Se recomiendan los siguientes controles y pruebas²²:

- Comprobación del aislamiento térmico de las tuberías y accesorios, del almacenamiento intermedio, del suministro de agua caliente y de las tuberías de circulación;
- Comprobación de las propiedades químicas del medio de transferencia de calor y verificación de la necesidad de añadir inhibidores (fijación de oxígeno, protección contra la corrosión) y ventilación del sistema;
- Comprobación del nivel de llenado de los vasos de expansión y si es necesario rellenarlos con agua de calefacción tratada;
- Prueba de estanqueidad y de presión de la fuente de calor y del sistema de recuperación de calor;
- Comprobación de los dispositivos de seguridad (válvulas de seguridad, dispositivos de seguridad de descarga automática, etc.);
- Comprobación del estado de limpieza de las superficies de calefacción de la chimenea y del conducto de humos.

Otras recomendaciones sobre los controles a realizar son las siguientes:

- Entrevista con el propietario del sistema de calefacción sobre la temperatura de calefacción percibida a lo largo del año;
- ¿Coincide el equilibrio hidráulico con el sistema de distribución y disipación del calor (es decir, todas las habitaciones se calientan al mismo ritmo) o es necesario realizar ajustes?
- Si la temperatura de la habitación puede reducirse en un grado, se puede conseguir un ahorro del 8% en los costes de calefacción al año, de forma sostenible;
- Comprobación de todos los ajustes (tiempo, temperaturas, niveles) del sistema de calefacción y de la bomba de circulación para optimizar la energía y ajustarla si es necesario;
- La temperatura de circulación se adaptará automáticamente a través de la curva de calefacción (es decir, en relación con la temperatura exterior);
- Tiempos de carga para la preparación de agua caliente (coordinación de los rendimientos solares) ajustados eficazmente, también en relación con el almacenamiento en el depósito de inercia;
- Control de la bomba acoplado y coordinado con el control de la caldera, ambos interrelacionados con la curva de calefacción, valor de ajuste visible en la bomba;
- Control de la calefacción (programa diario, semanal y de vacaciones, funcionamiento verano/invierno), ajuste de la temperatura reducida;

²⁰ Ibidem.

²¹ Allison Bailes, 2013, "The 7 biggest mistakes that HVAC contractors make", <https://www.energyvanguard.com/blog/57031/The-7-Biggest-Mistakes-That-HVAC-Contractors-Make>

²² Source: www.klimaaktiv.it

- Introducción de programas de tiempo, mensajes de avería, etc;
- Llevar a cabo la formación del cliente, especialmente si se ha detectado que se han realizado ajustes incorrectos.

6. Carga del refrigerante insuficiente:

Otro error de servicio muy común que se comete con una bomba de calor o un aire acondicionado podría ser utilizar un nivel inadecuado de refrigerante. Al no comprobar la carga de refrigerante de forma rutinaria, un técnico de HVAC podría reducir la eficiencia energética de su hogar. En consecuencia, su sistema podría requerir reparaciones o sustituciones que podrían haberse evitado fácilmente²³.

Ser un profesional o instalador certificado y formado, junto con unos protocolos inteligentes de puesta en marcha y aceptación, ayudaría sin duda a evitar estos fallos habituales. En el siguiente párrafo se ofrece información adicional sobre cómo obtener su certificación en aparatos de calefacción y refrigeración renovables.

2.1.3. Ofertas de programas nacionales de formación y certificación para intermediarios

A pesar de que las elevadas tasas de crecimiento del mercado de las energías renovables experimentadas en los últimos años han dado lugar a un aumento de la demanda de especialistas competentes capaces de instalar sistemas de energía renovable impecables y eficientes, hoy en día sigue habiendo un número muy limitado de intermediarios profesionales activos en el sector de las energías renovables, especialmente en comparación con el número de profesionales que trabajan con opciones de calefacción y refrigeración basadas en combustibles fósiles.

Pero, ¿cómo convertirse en instalador cualificado de sistemas de calefacción y refrigeración renovables? Aunque se han tomado medidas a nivel europeo para garantizar un enfoque concertado de los Estados Miembros hacia la certificación y acreditación de los instaladores de sistemas de energía renovable integrados en edificios de pequeña escala²⁴, los sistemas siguen cambiando de un país a otro. Pueden ser aplicados por las autoridades públicas o por entidades privadas, pueden cumplir una norma internacional o haber sido acreditados por un organismo nacional, etc.

Al mismo tiempo, la formación de los instaladores puede ser impartida por diferentes infraestructuras de formación según el país. Las instituciones de formación, los fabricantes, las federaciones y los gremios pueden ofrecer diferentes tipos de formación. Sin embargo, siempre es crucial que la estructura de formación, sea cual sea, esté acreditada.

En toda Europa, los sistemas de calidad destinados a garantizar las competencias de los instaladores tienen incluso diferentes nombres: certificación, cualificación, etiqueta, etc.

Como fontanero, electricista o técnico de sistemas de calefacción o climatización, te recomendamos encarecidamente que sigas una formación especializada en la instalación y el mantenimiento de sistemas de energías renovables. Sea cual sea el nombre y el programa, comprueba las oportunidades disponibles en tu región.

²³ Just In Time Furnace, “Common mistakes of HVAC service and installation”, <http://www.justintimefurnace.com/b/common-mistakes-of-hvac-service-and-installation>

²⁴ I.e. via the EU-funded projects INSTALL+RES and QualiCert

A veces, las formaciones para instaladores las ofrecen algunas de sus asociaciones o estructuras profesionales (AVEBIOM, BIOPLAT, etc.), los fabricantes de los sistemas, incluso los distribuidores de una marca a nivel regional, otras veces las financian tus ayuntamientos o proyectos financiados por la Unión Europea, o las organizan las universidades y centros de formación de tu región. ¡Compruébalos y ponte en marcha, asentando las bases de un negocio próspero y exitoso!

2.2. ¿Cómo pueden los inversores invertir con confianza en Calefacción y Refrigeración Renovables?

Aunque en la última década las economías de escala han reducido los elevados costes iniciales de muchas tecnologías y proyectos de calefacción y refrigeración renovables, los costes iniciales siguen considerándose a menudo un obstáculo para quienes están dispuestos a invertir en dichas tecnologías. Por este motivo, reducir el riesgo de la inversión en proyectos de calefacción renovable es un paso de vital importancia para que estas tecnologías prosperen. ¿Cómo pueden los inversores invertir con confianza en Calefacción y Refrigeración Renovables?

La mayoría de las tecnologías de calefacción renovable actuales tienen unos costes iniciales elevados, pero luego su funcionamiento cuesta muy poco, ya que no necesitan combustible. Una de las consecuencias de este carácter intensivo en capital es que la calefacción renovable es muy sensible al coste del capital, es decir, a los tipos de interés o a las tasas de retorno exigidas por quienes prestan o pagan por adelantado la tecnología de energía renovable. Las tasas de rendimiento y los tipos de interés, a su vez, se rigen por el riesgo. Los inversores exigen adecuadamente mayores rendimientos cuando se enfrentan a mayores riesgos²⁵.

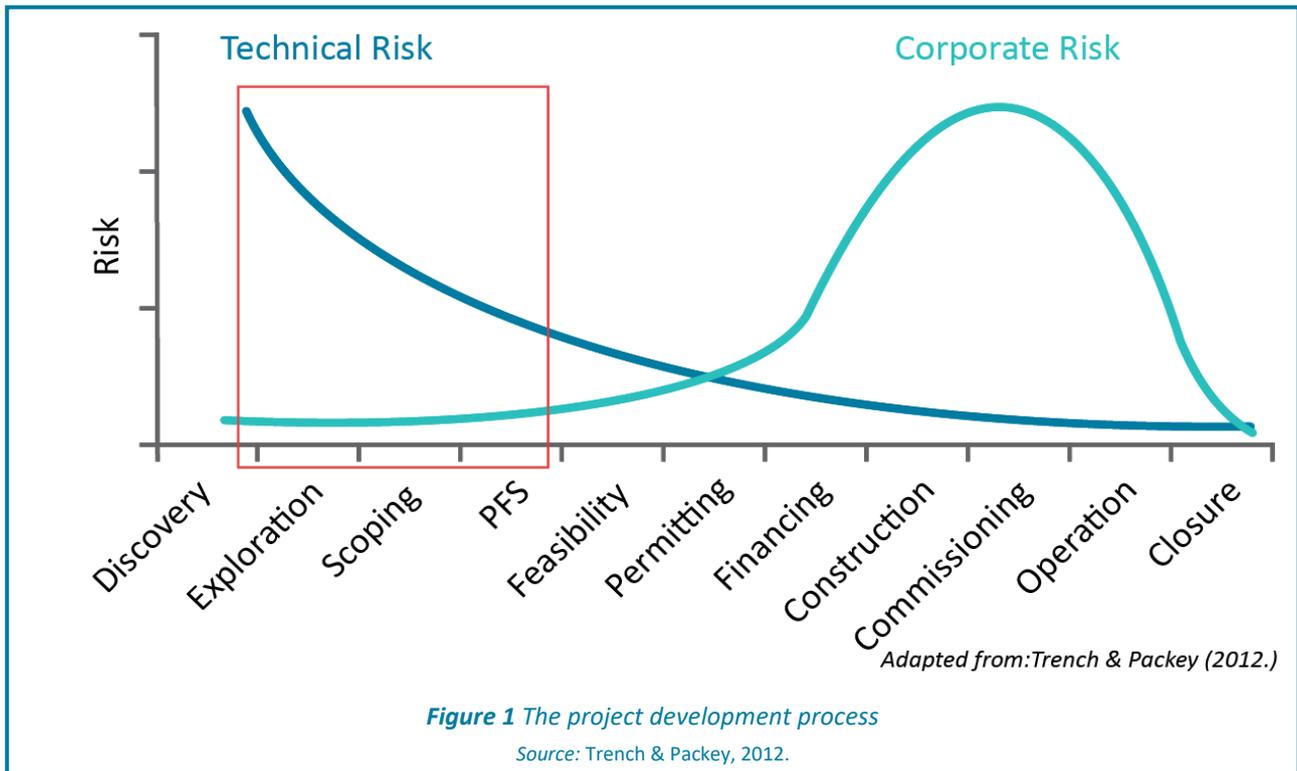
El riesgo se presenta de muchas formas y en función de la fase del proyecto: planificación, instalación (o construcción en el caso de una red de calefacción y refrigeración urbana) y explotación.

En términos de riesgos, la fase más importante es la fase inicial de desarrollo de un proyecto de calor hasta la primera etapa de inversión de desarrollo del proyecto. En general, el proceso de desarrollo del proyecto puede separarse en las fases que se muestran en el siguiente gráfico.

Por lo tanto, los inversores deberían buscar promotores de proyectos profesionales que tengan experiencia en las fases iniciales del desarrollo del proyecto después de haberlo descubierto/identificado y antes de realizar un estudio de viabilidad completo (véase el rectángulo rojo en el gráfico, PFS significa estudio de prefactibilidad). Por lo general, alrededor de 3/4 de los costes de un proyecto de suministro de calor se producen durante la planificación. A menudo es posible realizar grandes ahorros mediante pequeños ajustes. Cuanto mayor sea el volumen de inversión del proyecto, por ejemplo, una calefacción urbana completa en comparación con un sistema de un solo hogar, más tiempo y dinero habrá que dedicar a esa fase inicial de desarrollo del proyecto. En el caso de los proyectos más pequeños, de tamaño doméstico, el riesgo de desarrollo del proyecto es mucho menor, pero sigue siendo necesario el asesoramiento profesional.

Además, los riesgos administrativos pueden producirse en la fase de planificación al retrasar el proyecto debido a los largos procedimientos burocráticos para conectarse a la red o a los problemas con permisos. Los riesgos técnicos y de gestión pueden darse en las fases de instalación/construcción y funcionamiento, si, por ejemplo, la tecnología falla porque es nueva y el personal puede no estar aun adecuadamente formado para

²⁵ Mike O'Boyle, 2018, „Investment-Grade Policy: De-Risking Renewable Energy projects”, Forbes (<https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2018/11/12/investment-grade-policy-de-risking-renewable-energy-projects/#117f26084e77>)



instalarla o hacer que los ajustes hagan funcionar el sistema de forma fiable, o en general debido a la falta de experiencia de los instaladores e intermediarios locales. Por último, los riesgos de financiación y de cambios políticos repentinos pueden influir en el proyecto en todas sus fases²⁶.

Unas políticas públicas inteligentes y con visión de futuro, así como un marco normativo estable y la disponibilidad de profesionales e intermediarios bien formados, pueden mitigar los riesgos y, por tanto, reducir los costes y hacer que la calefacción renovable sea más barata y asequible y atractiva para los inversores.

2.2.1. Oportunidades económicas y de financiación, buenas prácticas y modelos empresariales innovadores

Cuando se trata de inversiones en el sector de la calefacción y la refrigeración renovables, es conveniente diferenciar entre inversores públicos y privados. Dentro de estos últimos, podría hacerse una diferenciación adicional entre inversores privados en proyectos a gran escala, y propietarios/inversores en proyectos a pequeña escala (es decir, a escala residencial para uso individual/multifamiliar).

Un grupo adicional podría incluirse en esta categorización: las cooperativas energéticas. Podrían estar formadas por una mezcla de inversores privados y públicos, o por inversores puramente privados o puramente públicos.

Debido a su diferente tamaño y naturaleza, las diferentes categorías de inversores dispondrán de diferentes oportunidades de financiación, se aplicarán diferentes modelos empresariales y se podrán seguir diferentes ejemplos de buenas prácticas.

²⁶ DiaCore project, 2016, „The impact of risks in renewable energy investments and the role of smart policies” (https://matressource.de/fileadmin/user_upload/Publikationen_Allgemein/zur_Ressourceneffizienz/diacore-2016-impact-of-risk-in-res-investments.pdf)

Este capítulo presentará ejemplos de oportunidades de financiación, mejores prácticas y modelos empresariales innovadores para las categorías de inversores identificadas.

Por último, ofrecerá ejemplos de modelos de contrato para el suministro de calor y la adquisición de biomasa.

Oportunidades de financiación de la UE para inversores públicos y privados a gran escala

En el primer capítulo de este informe ya se han esbozado los beneficios económicos que se derivan de las inversiones en tecnologías renovables de calefacción y refrigeración, que van desde la reducción de la factura energética y la disminución de la dependencia de los costes crecientes de la energía, hasta unos plazos de amortización razonables (que a menudo se acortan aún más por la presencia de regímenes de incentivos favorables) y el aumento del valor del edificio donde se instalan. Los beneficios económicos derivados de los proyectos de calefacción y refrigeración renovables son, por tanto, evidentes.

No sólo por sus beneficios económicos, sino también por los medioambientales y sociales, la Unión Europea y sus Estados miembros, tanto a nivel nacional como local, están apoyando de forma significativa las energías renovables desde hace ya algunas décadas, a través de inversiones específicas y planes de apoyo y proyectos específicos financiados por la UE o a nivel nacional²⁷.

Para aquellos inversores que deseen acceder a fuentes de financiación europeas para proyectos destinados a desplegar las energías renovables en el sector de la calefacción y la refrigeración, y a apoyar la innovación y la creación de empleo a nivel regional en el mismo sector, este apartado presenta las fuentes de financiación de la UE disponibles adecuadas para desarrollar proyectos en el ámbito de la calefacción y la refrigeración²⁸.

La financiación de la UE para proyectos de calefacción y refrigeración se canaliza a través de (1) los cinco **Fondos Estructurales y de Inmersión Europeos (ESIF)** – que incluyen, por ejemplo, el famoso **Fondo de Cohesión (CF)** y el **Fondo de Desarrollo Europeo y Regional (ERDF)** – y (2) a través de subvenciones e instrumentos financieros específicos de la UE. Gran parte de la financiación de los FEI se concentra en los países y regiones europeos menos desarrollados, mientras que las demás fuentes de financiación de la UE suelen estar abiertas a los solicitantes de todos los Estados Miembros.

Muchos instrumentos de financiación de la UE exigen una cooperación transfronteriza, pero también hay instrumentos de la UE enfocados a un único solicitante.

Algunas de las fuentes de financiación de la UE son muy conocidas y están consolidadas, otras son menos populares. Normalmente, los programas más populares también tienen menos posibilidades de ganar. Entre ellos se encuentran, por citar algunos, los siguientes, **Horizonte 2020** (a la que seguirá **Horizonte Europa** a partir de 2021) – que incluye, por ejemplo, el **Acelerador del Consejo Europeo de Innovación (EIC)** para pequeñas y medianas empresas, la **Vía Rápida de Innovación (FTI)**, etc. – el **programa LIFE**, centrado en el medio ambiente y la acción climática, el **INTERREG: Cooperación Territorial Europea (ETC)**, **Mecanismo “Conectar Europa” (CEF)**, y muchos más.

Las fuentes de financiación de la UE cubren diferentes actividades de proyectos, diferentes fases del desarrollo de la tecnología (niveles de preparación tecnológica/TRL) y, cada vez más, también los diferentes tipos de financiación (por ejemplo, capital o deuda) que se requieren para financiar un proyecto, es decir,

²⁷ The European Technology and Innovation Platform on Renewable Heating and Cooling (ETIP RHC) provides a database of 100 projects and counting in the area of renewable heating and cooling funded at EU level: <https://www.rhc-platform.org/projects/>

²⁸ For a better overview, please consult: R. van der Veen and E. Kooijman for the European Commission’s Joint Research Centre, 2019, “Identification of EU funding sources for the regional heating and cooling sector” (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/782b29a2-4159-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>). The objective of the study is to inform regions on how they can better access European funding sources for projects aimed at improving energy efficiency and deploying renewable energy in the heating and cooling sector.

financiación inteligente para edificios inteligentes, Fondo Europeo de Eficiencia Energética, bonos verdes, etc. Esto ofrece oportunidades para combinar los diferentes tipos de financiación de la UE.

Como parte del Green Deal europeo, la Comisión Europea también está trabajando en un nuevo [Mecanismo de Financiación de las Energías Renovables de la UE](#), que se aplicará a partir de principios de 2021. Este Mecanismo facilitará la colaboración de los Estados Miembros para financiar y desplegar proyectos de energías renovables²⁹.

También el [NextGenerationEU](#), un instrumento de recuperación temporal de 750.000 millones de euros para ayudar a Europa a reparar los daños económicos y sociales inmediatos provocados por la pandemia de coronavirus, ofrecerá nuevas oportunidades para proyectos y medidas relacionados con la renovación de edificios y los sistemas de energía renovable en el sector residencial.

Aunque la financiación de la UE suele ser la base de proyectos a gran escala y de larga duración, esto no significa que los usuarios finales individuales, los intermediarios y los pequeños inversores no puedan beneficiarse de los proyectos financiados por la UE. De hecho, los ciudadanos son siempre (al menos indirectamente, pero a menudo también directamente) el objetivo final de la financiación de la UE, que pretende aportar valor añadido y beneficiar a la sociedad en su conjunto, y este es también el caso de este proyecto REPLACE financiado por la UE.

Oportunidades de financiación en Castilla y León.

Programa de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes[1].

Tanto en la actualidad como previsiblemente durante las próximas anualidades, se dispone de subvenciones públicas incluidas en el denominado Programa de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes (PREE), cofinanciables por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), destinadas a actuaciones que permitan reducir el consumo de energía final y las emisiones de dióxido de carbono en los edificios existentes de Castilla y León, financiar actuaciones que contribuyan a la descarbonización del sector edificación mediante la realización de actuaciones de reforma de edificios existentes, con independencia de su uso, que favorezcan la reducción del consumo de energía final y de las emisiones de dióxido de carbono, mediante el ahorro energético, la mejora de la eficiencia energética y el aprovechamiento de las energías renovables.

Los solicitantes admisibles de estas ayudas son:

- Personas físicas, propietarias de edificios existentes destinados a cualquier uso.
- Comunidades de propietarios.
- Empresas.
- Autónomos.
- Empresas de servicios energéticos (ESE) o proveedores de servicios energéticos.
- Entidades sin ánimo de lucro y asociaciones.
- Entidades locales y sector público institucional de Castilla y León, excepto el sector institucional de la Administración de la Comunidad de Castilla y León.

²⁹ European Commission, 2020, “European Green Deal: New financing mechanism to boost renewable energy” (https://ec.europa.eu/info/news/european-green-deal-new-financing-mechanism-boost-renewable-energy-2020-sep-17_en?pk_campaign=ENER%20Newsletter%20October%202020)

- Se permite también que no sean propietarios pero sí arrendatarios o concesionarios de los edificios para los beneficiarios de las letras C, D y F.

Para obtener las ayudas, se han de cumplir los siguientes requisitos energéticos/ambientales:

- Reducción del consumo de energía final mínimo de un 10 % con respecto a su situación de partida.
- Mejorar la calificación energética total del edificio en, al menos, una letra medida en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO₂ /m² año), con respecto a la calificación energética inicial del edificio.
- Excepto si: Ya cuenta con calificación energética A; o no cuenta con un procedimiento para su calificación energética (en este caso deberá reducir su consumo de energía final en un 20% como efecto equivalente a la mejora de una letra).

Es admisible cualquiera de los siguientes usos de los edificios completos existentes:

- Edificios de vivienda unifamiliar.
- Edificios de tipología residencial colectiva de vivienda.
- Edificios de cualquier otro uso (administrativo, sanitario, docente, cultural, etc.) de los regulados por el artículo 2.1 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

No es admisible cualquiera de las siguientes actuaciones:

- Las realizadas en edificios de nueva construcción.
- Intervenciones en edificios existentes que supongan una ampliación, en los que se incremente la superficie o volumen construido.
- Intervenciones en edificios existentes que conlleven un cambio de uso del edificio.

Es admisible cualquiera de los siguientes costes:

- Las solicitudes deberán tener un coste subvencionable no inferior a 2.500 €.
- La sustitución de instalaciones térmicas existentes por instalaciones de energía solar térmica, geotérmica y/o biomasa, si bien tienen costes subvencionables máximos según la potencia de las instalaciones.
- Se subvenciona el IVA tan solo cuando no sea recuperable.

Los tipos de actuaciones subvencionables son:

- Tipo 1.- Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica.
- Tipo 2.- Mejora de la eficiencia energética y uso de energías renovables en las instalaciones térmicas de calefacción, climatización, refrigeración, ventilación y agua caliente sanitaria.
 - 2.1.- Sustitución de instalaciones térmicas existentes por instalaciones de energía solar térmica.
 - 2.2.- Sustitución de instalaciones térmicas existentes por instalaciones de energía geotérmica.
 - 2.3.- Sustitución de instalaciones térmicas existentes por instalaciones de biomasa.
 - 2.4.- Mejora de la eficiencia energética otros sistemas de generación térmica.
 - a) Sustitución de instalaciones térmicas existentes por aerotermia e hidrotermia.
 - b) Sistemas de ventilación natural y forzada.
 - c) Sistemas de enfriamiento gratuito por aire exterior.

d) Sistemas de recuperación de calor y del aire de extracción y aprovechamiento de energías residuales.

e) Sistemas que utilicen técnicas evaporativas.

2.5.- Mejora de la eficiencia energética: distribución, regulación, control y emisión de las instalaciones térmicas.

a) Sistemas de control, regulación, programación,... (no sólo térmico, también electrodomésticos).

b) Sistemas de monitorización del consumo (p.e., repartidores de costes) de cualquier consumo de energía (no sólo térmica, también iluminación y electrodomésticos).

- Tipo 3.- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (Pot>10 kW viviendas/>40 kW resto).

a) Sustitución de Luminarias, lámparas y equipo.

b) Sistemas y elementos de control local, remoto o automático y regulación de nivel de iluminación.

c) Cambio de sistema de iluminación: reubicación de los puntos de luz con tecnologías anteriores.

d) Sistemas y elementos que permitan el control remoto o el control automático de instalaciones destinadas a controlar:

e) Sistemas de iluminación eficientes ajustándola a las necesidades de cada momento, de control automático de elementos que permitan el aprovechamiento óptimo de la luz solar, de control automático del encendido y apagado de la iluminación de los edificios.

f) Implantación de sistemas de monitorización que permitan conocer en todo momento las condiciones de confort y la idoneidad de las actuaciones realizadas a favor de la mejora de la eficiencia energética.

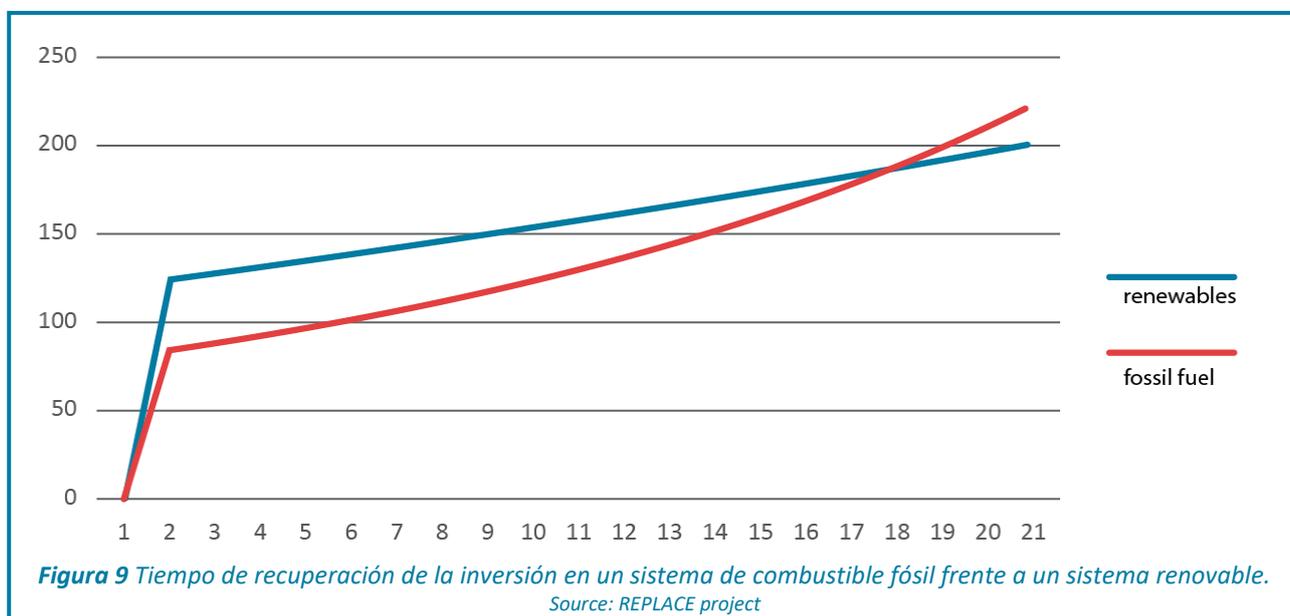
Las actuaciones tienen requisitos que vienen dados principalmente por el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE del Código Técnico de la Edificación (actuaciones 1 y 3) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) (actuación 2).

Modelos de negocio y ejemplos de buenas prácticas para inversores privados o propietarios de viviendas

Aunque un sistema de calefacción y refrigeración renovable para uso residencial aporta muchos beneficios económicos, la inversión inicial necesaria para comprar e instalar el dispositivo suele considerarse un obstáculo para muchos propietarios e inversores. Sin embargo, hoy en día es posible financiar los sistemas renovables con un préstamo, con condiciones que deben acordarse junto con la institución de financiación (la mayoría de las veces, un banco).

A pesar de que el coste inicial de un sistema renovable es mayor que el de uno de combustible fósil, el sistema renovable acabará siendo más barato, una vez que la inversión inicial haya sido amortizada por el ahorro energético que obtendrá en sus facturas de energía (es importante recordar que, mientras que la energía renovable es gratuita o mayoritariamente más barata (por ejemplo, la biomasa), los precios de los combustibles fósiles son inestables e inciertos). El siguiente gráfico ofrece una comparación aproximada entre el tiempo de amortización de un sistema que funciona con combustibles fósiles y el de un sistema que funciona con una fuente de energía renovable.

Si, como consumidor particular, está pensando en invertir sus ahorros en un moderno sistema de calefacción y refrigeración renovable para su hogar, le recomendamos que lea el [Informe de REPLACE de Buenas Prácticas](#), que ofrece una larga lista de ejemplos de buenas prácticas y de prácticas innovadoras en la sustitución de sistemas de calefacción y refrigeración en Europa y en su región.



El informe le proporcionará historias de la vida real y sugerencias sobre las tecnologías que podrían adaptarse a su hogar; le dará ideas sobre cómo financiar su inversión; y le presentará los beneficios monetarios, medioambientales y sociales que obtendrá.

El modelo de negocio de las cooperativas energéticas

Una forma alternativa de financiar la inversión para un sistema de calefacción o refrigeración renovable es optar por una cooperativa energética.

Las cooperativas energéticas son grupos de ciudadanos que cooperan en el ámbito de las energías (renovables) y participan activamente en la transición energética. Aplican una dinámica ascendente y colectiva basada en la participación activa de los ciudadanos y la implicación de múltiples actores (municipios, agentes económicos locales, otras cooperativas, etc.). De este modo, las cooperativas energéticas proponen un modelo de negocio distinto (en comparación con las empresas energéticas convencionales) que promueve la participación de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones y deja espacio para el compromiso y el diálogo de las múltiples partes interesadas³⁰.

Por ejemplo, en el caso de los paneles solares fotovoltaicos (en los que la energía solar se utiliza para la calefacción o la electricidad, o para ambas), normalmente se construye un gran conjunto solar en las proximidades de una urbanización de viviendas. Entonces, todos los residentes de esta comunidad tienen la oportunidad de recibir parte de los beneficios de la energía solar de este conjunto mucho mayor. La cuota de energía solar de cada usuario del sistema se decide por la fracción del conjunto que el usuario decide pagar³¹. Dado que el precio que los propietarios de las viviendas pagarían por kilovatio-hora y se da a conocer antes de optar por el proyecto solar comunitario, existe una gran oportunidad de ahorrar dinero si esta tarifa

³⁰ REScoop project, "Report on REScoop Business Models" (<https://www.rescoop.eu/uploads/rescoop/downloads/REScoop-Business-Models.pdf>)

³¹ Going Solar, "The top 5 Ways to Finance Solar Panels for Your Home" (<https://goingsolar.com/the-top-5-ways-to-finance-solar-panels-for-your-home/>)

es inferior a la oferta actual de electricidad que figura en la factura de la compañía eléctrica. Además, los usuarios no tienen que asumir el elevado coste inicial de la compra del sistema renovable por su cuenta.

Otra opción para crear una cooperativa energética es la participación ciudadana: en este modelo de negocio, los ciudadanos financian, por ejemplo, el proyecto de energía solar térmica y obtienen un tipo de interés por su inversión.

REScoop.eu, la federación europea de cooperativas energéticas ciudadanas, que representa a una red creciente de 1.900 cooperativas que operan en toda Europa y a más de 1,25 millones de ciudadanos, ofrece una larga lista de ejemplos de buenas prácticas e historias reales de cooperativas energéticas³².

Un ejemplo exitoso de cooperativa energética es el modelo de negocio BENÖ (Bioenergy Lower Austria), aplicado en Austria, que se refiere a una cooperativa de agricultores que es específica para los DH a pequeña escala, las microrredes, la producción y el suministro de calor en casa (por ejemplo, edificios residenciales, edificios de comercio y servicios, edificios públicos, instalaciones agroforestales, industrias). Es un "techo-cooperativo" para las cooperativas rurales. Permite que los agricultores se centren en las tareas que conocen y son capaces de realizar (suministro de calderas con biomasa/astillas de madera, funcionamiento y mantenimiento sencillo de las calderas, etc.), mientras que la cooperativa, que tiene esta experiencia, realiza la contabilidad, la planificación detallada, etc. La cooperación de estas entidades permite reducir los costes mediante la adquisición común de equipos, el intercambio de experiencias, etc³³. Asimismo, el concepto de "pueblo bioenergético" puede considerarse una forma de cooperativa energética.

Una aldea bioenergética es un pueblo, municipio, asentamiento o comunidad que produce y utiliza la mayor parte de su energía a partir de la biomasa local y otras energías renovables. La biomasa procedente de la silvicultura, la agricultura y los residuos se utiliza en un pueblo bioenergético para generar electricidad y calor. Para ello se suelen emplear varias tecnologías de distintos tamaños, como: calderas de astillas, estufas de pellets, calderas de leña, plantas de biogás, centrales de cogeneración de calor y electricidad con astillas, etc. Suelen alimentar una pequeña red de calefacción urbana del pueblo para distribuir el calor a los consumidores. La implicación y participación de un amplio abanico de actores y consumidores locales es crucial para el éxito de un pueblo bioenergético. Lo ideal es que los proveedores de biomasa y los consumidores de energía sean propietarios compartidos de las instalaciones necesarias³⁴.

Modelos de negocio para redes de calefacción y refrigeración urbanas basadas en fuentes de energía renovables

Los costes de inversión iniciales de los proyectos de calefacción y refrigeración urbana son significativos, debido a que la escala de los proyectos es mucho mayor que la de la sustitución de un sistema de calefacción individual para uso residencial. Dado que hay que construir una costosa infraestructura de red de distribución de calor (con una vida útil superior a los 40 años), estos proyectos suelen ser rentables si las viviendas (consumidores de calor) son bastante grandes o se encuentran densamente, unas cerca de otras. No obstante, debido a las economías de escala, los proyectos de calefacción urbana pueden resultar más baratos por unidad de calor vendida que los sistemas de calefacción individuales de las viviendas. Además, los sistemas de limpieza de gases de combustión que garantizan un aire limpio (por ejemplo, en zonas densamente pobladas o turísticas o en zonas desarrolladas con fines sanitarios) y el suministro de combustible son también más fáciles de realizar y controlar desde un punto central. En general, las redes de calefacción urbana deberían acabarse amortizando (es decir, a través de las ventas de calor, las tarifas de conexión, las subvenciones de explotación y otros servicios secundarios), pero pueden pasar entre 8 y 10

³² REScoop.eu: www.rescoop.eu

³³ Romanian Association of Biomass and Biogas (ARBIO), Bioenergy4Business project, "Report on bioenergy business models and financing conditions for selected countries".

³⁴ BioVill project, "What is a Bioenergy Village?" (<http://biovill.eu/bioenergy-villages/>)

años (en los buenos sitios), o más, de tiempo de amortización para que se recuperen los gastos iniciales de diseño y construcción y se generen beneficios. Esto significa que los proyectos de calefacción urbana necesitan inversores que busquen un flujo de ingresos relativamente seguro a largo plazo, más que un rápido retorno de su capital³⁵. En general, las grandes redes de calefacción urbana son inversiones en infraestructuras y, por tanto, suelen ser realizadas conjuntamente por inversores privados y públicos. A menor escala, las microrredes de biomasa -que conectan sólo unas pocas casas cercanas entre sí mediante una pequeña red- suelen ser realizadas por un grupo de agricultores (como proyectos comunitarios), ya que obtienen un vehículo de propósito especial para vender constantemente astillas de madera procedentes de operaciones de clareo en sus propios bosques a un precio estable y predecible. En este caso, la financiación a largo plazo de operaciones de gestión forestal estables, que en última instancia aumentan el valor del bosque en pie, es una motivación que permite tiempos de amortización superiores a los 10 años. Normalmente, los gobiernos locales desempeñan un papel central a la hora de abordar los riesgos (reales y percibidos) y los costes asociados a la inversión en sistemas de DH. Estimulan la inversión privada a través de la financiación y los incentivos fiscales (es decir, subvenciones, financiación/préstamos de bajo coste, subsidios, incentivos fiscales, etc.), poniendo a disposición activos de la ciudad (como terrenos o edificios) y proyectos de demostración sobre tecnologías emergentes o nuevas políticas de DH.

Los modelos de negocio para los sistemas de DH son específicos para cada proyecto. Un modelo de negocio seleccionado y definido debe garantizar que todas las partes interesadas -inversores, propietarios, operadores, empresas de servicios públicos/proveedores, consumidores finales y municipios- puedan obtener beneficios financieros, además de los beneficios económicos y de otro tipo (sociales, medioambientales).

La participación del sector público o del privado depende, en general, de dos factores: el rendimiento de la inversión para los inversores del proyecto y el grado de control y el apetito de riesgo del sector público.

Por lo general, mientras que los inversores del sector privado se centran en el aspecto financiero de un determinado proyecto, el sector público, ya sea como autoridad local o como empresa de servicios públicos, también tendrá en cuenta los costes y beneficios socioeconómicos y medioambientales adicionales que son externos a la financiación estándar del proyecto. El sector público puede querer dirigir un proyecto de DH por una serie de objetivos locales, entre los que se incluyen el abaratamiento de la energía local para los clientes públicos, privados y/o residenciales (por ejemplo, el alivio de la pobreza energética); la creación de empleo local; la retención de la riqueza local; la generación de energía con bajas emisiones de carbono; y/o la reducción de la contaminación atmosférica local.³⁶

Con el nivel correcto de regulación gubernamental, y con una planificación y dimensionamiento profesional de todos los componentes de la planta (tamaño de las calderas y gestión de la carga, dimensionamiento de las tuberías, longitud de la red en relación con las ventas de calor por metro, distribución de la temperatura de flujo y de retorno, etc.) junto con una planificación específica y con sistemas de garantía de calidad de la implementación, la inversión en calefacción urbana puede ofrecer rendimientos atractivos, ya que la tecnología se convierte en un activo atractivo para los inversores a largo plazo. Atraer la inversión privada para aumentar significativamente la red de calefacción urbana en toda la UE contribuiría de manera importante a la descarbonización del sector de la calefacción³⁷.

En términos de costes para los propietarios, la conexión a un pequeño sistema de DH representa un coste comparable al de un sistema de calefacción individual nuevo y eficiente para un hogar. Los costes de inversión

³⁵ CoolHeating project, 2017, „ Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids” (https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.1_Guideline.pdf)

³⁶ Ibidem.

³⁷ Whitehelm Advisers, 2019, “The European Heat Sector – Challenges and Opportunities in a Hot Market”

(<https://www.whitehelmcapital.com/wp-content/uploads/2019/04/Thought-Leadership-April-2019-District-Heating-1.pdf>)

de una conexión doméstica típica pueden ser de hasta 4.000 -10.000 euros por hogar conectado. Los costes pueden variar según las condiciones del lugar.

Normalmente, los consumidores de calor pueden clasificarse en tres categorías básicas: hogares, edificios públicos y consumidores industriales. Especialmente cuando se trata de los hogares, se recomienda invertir esfuerzos para motivarlos a conectarse a la red de DH. Una opción, además de comercializar el aumento sustancial del confort, es disminuir las tarifas de conexión y cubrir los costes de conexión dentro del precio del servicio. En algunos proyectos se ha demostrado que al menos algunos consumidores prefieren obtener un menor ahorro de costes energéticos antes que tener unos costes de conexión elevados. En algunos casos, los costes de conexión pueden subvencionarse a través de planes nacionales de subvención. Un enfoque innovador sería que un municipio subvencionara los costes de conexión de los hogares para los primeros proyectos (de demostración) en el municipio³⁸.

A menudo, el DH se encuentra en una posición de desventaja en comparación con otras soluciones de calefacción porque la mayoría de los análisis económicos disponibles para los usuarios finales no incluyen todas las partidas de costes al comparar el DH con otras tecnologías, sino que sólo tienen en cuenta los costes operativos (combustible, electricidad, agua). En cambio, la DH puede generar ahorros adicionales gracias a los bajos costes de funcionamiento, mantenimiento y revisiones.

El modelo de negocio de las ESE

Las empresas de servicios energéticos (ESE) prestan servicios energéticos a los usuarios finales de la energía (como los hogares), incluido el suministro e instalación de equipos energéticamente eficientes y/o la rehabilitación de edificios.

Como tal, una ESE es un modelo de negocio reconocido que impulsa la penetración de soluciones renovables de calefacción y refrigeración, pero aún no ha alcanzado todo su potencial en la UE. Las principales partes interesadas de las ESE suelen ser pequeñas y medianas empresas (PYME). Una mayor adopción del modelo de las ESE en toda Europa sería clave para impulsar las expectativas de rendimiento del sector de la calefacción y la refrigeración renovables, ya que dicta que las ganancias de los actores profesionales a la hora de diseñar, instalar y mantener sistemas energéticos, las cuales están directamente relacionadas con los criterios de rendimiento/ingreso energético de los sistemas instalados³⁹.

De hecho, la ESE garantiza el ahorro de energía y/o la prestación del mismo nivel de servicio energético a menor coste, y el rendimiento de las inversiones de la ESE está ligado directamente al ahorro de energía conseguido. Por lo tanto, la ESE acepta cierto grado de riesgo por la consecución de la mejora de la eficiencia energética y la reducción de los costes energéticos, procedentes del uso de fuentes de energía renovables.

En la producción de calor, el modelo de negocio suele consistir en que la ESE invierte en equipos de producción de calor mientras que el cliente paga el mismo precio por el calor que antes de la inversión. El calor producido con el nuevo sistema (por ejemplo, que utiliza combustible renovable) es más barato que el sistema más antiguo (es decir, que utiliza combustible fósil). Una vez que la ESE ha recuperado su inversión, los clientes obtienen la propiedad del equipo y también se benefician de unos costes de calefacción más bajos⁴⁰.

³⁸ Ibidem

³⁹ ETIP RHC, 2019, "2050 Vision for 100% renewable heating and cooling in Europe" (<https://www.rhc-platform.org/content/uploads/2019/10/RHC-VISION-2050-WEB.pdf>)

⁴⁰ CoolHeating project, 2017, „ Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids" (https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.1_Guideline.pdf)

- Para los clientes, el modelo de negocio de las ESE (también llamado contratación de plantas) tiene muchas ventajas, que ayudan a promover la calefacción por biomasa entre sectores en los que, de otro modo, no se utilizaría sin las posibilidades de contratación:
- No son necesarias inversiones iniciales propias para el cliente, por lo que los recursos financieros pueden utilizarse para otros fines;
- Una sola persona de contacto para todo el proyecto;
- Uso de tecnología moderna y eficiente y de conocimientos técnicos especiales por parte del contratista;
- Uso de energías renovables y limpias;
- Ahorro en el consumo de combustible gracias al funcionamiento eficiente de la planta;
- Asignación de funciones al contratista (organización, funcionamiento de la planta);
- Asignación de riesgos al contratista (financieros, técnicos);
- Fiabilidad garantizada: el mantenimiento, las reparaciones, el funcionamiento y la optimización corren a cargo del contratista;
- Imagen actualizada del inmueble;
- Posibilidad de realización rápida;
- Seguridad de suministro.

En cambio, para las inversiones de mayor envergadura, la financiación de las centrales de calefacción de biomasa se ha vuelto más difícil debido a las restricciones bancarias (Basilea III) y a la reducción de los riesgos asumidos por los bancos. El contratista debe asumir los riesgos de insolvencia del cliente.

Este modelo de negocio es el preferido por los promotores de proyectos que quieren que se les garanticen los servicios mencionados sin participar en la construcción y explotación de las plantas. Estos promotores de proyectos suelen ser clientes que concentran sus fuerzas en su negocio aparte de la bioenergía (promotores de viviendas, propietarios de hoteles, clientes industriales, etc.).

Las operaciones de las ESE suelen ser difíciles de aplicar con éxito a pequeña escala debido a los largos periodos de amortización de las inversiones, y en la actualidad no existe un método sencillo para que una PYME consiga la financiación inicial para iniciar un contrato de ESE. Por lo tanto, hay una necesidad urgente de condiciones marco adecuadas que permitan una mayor aceptación de este modelo de negocio.

Modelos de negocio de la bioenergía

Los modelos de negocio más comunes para la bioenergía en Europa incluyen las iniciativas empresariales propias del inversor y la contratación del suministro de energía, y en menor medida también los contratos de rendimiento energético, las cooperativas, las asociaciones y los sistemas de tarifas de alimentación.

El modelo de negocio de iniciativa empresarial propia del inversor se refiere a la financiación de la inversión a través de capital propio del inversor o mediante la combinación de capital propio, subvención y préstamos bancarios, según la planificación del inversor. Este modelo de negocio es el más común y se refiere a la producción interna de calor en instalaciones industriales que utilizan sus propios residuos de biomasa (en caso de que la industria esté basada en la madera) o que reciben la biomasa de comerciantes u otras empresas.

En el modelo de negocio de la contratación del suministro de energía, una ESE (contratista) suministra energía útil, como electricidad, agua caliente o vapor, a un cliente y es remunerada en función del contrato.

Por lo general, la ESE supervisa todo el proceso, desde la compra de combustible (por ejemplo, biomasa) hasta la entrega y facturación de la energía al cliente. La financiación, el diseño de ingeniería, la planificación, la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento de las plantas de producción de biomasa, así como la gestión de la distribución de energía, suelen estar incluidos en el paquete completo de servicios.

En el modelo de negocio de los contratos de rendimiento energético, una ESE (contratista) ejecuta un proyecto/intervención de ahorro de energía para un cliente garantizando un ahorro de costes energéticos en comparación con una línea de base histórica (o calculada) de costes energéticos. Por sus servicios de ahorro de costes energéticos, la ESE recibe del cliente una remuneración basada en el rendimiento.

Las cooperativas son entidades jurídicas/financieras poseídas, controladas y gestionadas por un grupo de personas para su propio beneficio, normalmente a nivel comunitario/municipal. Cada miembro aporta capital social y recibe acciones de la empresa⁴¹.

2.2.2. Modelos de contrato para el suministro de calor y la adquisición de la biomasa

El desarrollo y la puesta en marcha de un proyecto de calefacción y refrigeración urbana implica una plétora de contratos: es decir, contratos con los promotores/consultores/expertos del proyecto, contratos con los fabricantes, contratos con los proveedores de combustible, contratos relacionados con la financiación y contratos sobre el suministro de calor con los usuarios finales (hogares, edificios públicos o consumidores industriales).

Un contrato es un acuerdo vinculante entre dos o más partes, está sujeto a la legislación nacional pertinente, incluidas las decisiones adoptadas por las autoridades judiciales, y debe cumplir el marco normativo vigente. Incluso cuando es posible utilizar un contrato público existente para el suministro de calor como plantilla, debido a su complejidad, siempre se recomienda contar con el asesoramiento profesional y experto de un abogado a la hora de estipular un contrato.

Modelos de contrato para el suministro de calor

Dado que proyectos como el establecimiento de una red de calefacción y refrigeración urbana representan una inversión relativamente grande y un compromiso a largo plazo con una solución de calefacción centralizada, van acompañados de un importante factor de riesgo. Por lo tanto, la elaboración de contratos preliminares de suministro de calor, que vinculan a la empresa de calor y a los consumidores de calor ya en la fase de desarrollo del proyecto, puede mitigar el riesgo porque proporciona una base de ingresos garantizados para el proyecto. Además, el contrato, como obligación legislativa, garantiza la calidad del servicio de calefacción y refrigeración urbana y la protección de los derechos de los consumidores.

Los contratos de suministro de calor (y frío) están sujetos a la legislación y reglamentación nacionales, que varían de un país a otro y definen las normas, condiciones y criterios básicos de distribución de calor, así como los derechos y responsabilidades de los proveedores y consumidores de calor.

Los contratos de suministro de calor suelen incluir información general sobre la conexión a la red de calefacción urbana y la propiedad de los equipos, sobre las especificaciones del suministro de calor, sobre los

⁴¹ Romanian Association of Biomass and Biogas (ARBIO), Bioenergy4Business project, “Report on bioenergy business models and financing conditions for selected countries”.

costes (costes de instalación, costes de calefacción y costes de medición), y sobre otras especificaciones (es decir, medición y control, mantenimiento, especificaciones de pago, derechos de acceso, responsabilidades)⁴².

Características principales de un contrato de suministro de calor: un ejemplo de Austria

Un contrato entre un proveedor de calor y un consumidor de calor puede establecerse libremente. Sin embargo, en Austria el contrato suele seguir las directrices de un modelo de contrato de 16 páginas que está disponible en una página web⁴³ y que sólo diferirían ligeramente entre los distintos estados federados austriacos. Según esta referencia, un contrato típico de suministro de calor entre un proveedor de calor y un cliente comprendería los siguientes elementos:

- Potencia máxima conectada (kW)
- Entrega media anual de calor (MWh/a)
- La obligación del cliente de permitir la construcción de la estación de transferencia de calor en su edificio (la estación de transferencia de calor seguiría siendo propiedad del proveedor de calor)
- El momento de la entrega de calor: sólo en la estación fría o durante todo el año, ambas opciones son posibles
- La obligación del cliente de no utilizar ningún sistema de calefacción adicional (a excepción de las estufas de azulejos, las plantas solares térmicas y otros dispositivos similares)
- Obligación del cliente de mantener y revisar su parte del sistema de calefacción
- Composición del precio de la calefacción, que consta de tres partes:
 - Un precio del calor (€/kWh) que cubriría los costes variables como los costes de combustible, los costes de eliminación de cenizas y otros
 - Un precio básico (€/mes o por año), que cubriría los costes fijos de la planta, como la inversión, la gestión y el mantenimiento de la planta, que son independientes del consumo de energía.
 - Un alquiler del contador (€/kW), que cubre los costes fijos por parte del cliente
- Algunas normas que hacen referencia al momento de pago por parte del cliente (4 veces al año, mensualmente, etc.) y los derechos del proveedor de calor en caso de impago
- Una referencia al ajuste de precios
- Algunos detalles técnicos de la planta, la estación de suministro de calor, etc.

En el modelo de negocio Plant Contracting (Contrato de planta), la duración típica de un contrato es de 15 años.

Un factor clave para el éxito de los proyectos de calefacción y refrigeración es la elaboración de sólidos contratos de suministro de calor/frío que ofrezcan condiciones transparentes y claras y una sólida relación a largo plazo entre los productores de calor, los distribuidores y los consumidores.

Modelos de contrato para la adquisición de biomasa

Al igual que en la realización de proyectos de calefacción y refrigeración urbana, los contratos de adquisición de biomasa pueden ayudar al proceso.

⁴² CoolHeating project, 2017, "Guideline on drafting heat/cold supply contracts for small DHC systems" (https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.3_Guideline_on_drafting_heat_cold_supply_contracts_for_small_DHC_systems.pdf)

⁴³ See: <https://www.noe.gv.at/noe/Energie/Mustervertrag1.html>, in German only (link copied on 12.04.2021).

Para los proyectos del tamaño de un inversor, las astillas y los pellets de madera son principalmente relevantes. La madera en rollo se utiliza más bien en los hogares, donde también es relevante, también desde un punto de vista cuantitativo.

Los pellets de madera son un producto industrial y estandarizado con propiedades claramente definidas y una banda estrecha de contenido de agua, tamaño de las partículas, impurezas y valor calorífico por kg, etc.

A la hora de comprar pellets de madera, los consumidores deberían orientarse principalmente por el certificado ENplus: sólo la calidad ENplus A1 es adecuada para su uso en calderas o estufas de pellets en residencias.

El sello de calidad ENplus para pellets de madera controla toda la cadena de suministro, desde la producción hasta la entrega al cliente final, por lo que ofrece un alto nivel de garantía de calidad y una amplia transparencia. Las características de calidad más importantes de los pellets son un color claro, una superficie brillante, un bajo contenido de finos (polvo), una alta resistencia y un bajo contenido de cenizas. Además, los pellets no deben tener más de 45 mm de longitud.

En general, la adquisición de pellets de madera en grandes cantidades (>1 tonelada) no supone ningún problema, por ejemplo, cuando se compran y envían en un camión de pellets. Un camión de este tipo, cargado con 13 a 23 toneladas de pellets, puede soplar los pellets a una distancia de 30 m con una manguera y la cantidad de combustible finalmente entregada es pesada automáticamente por el propio camión in situ.

En el caso de las astillas, la adquisición de combustible de biomasa es más difícil. Las astillas, debido a su naturaleza, pueden variar, por ejemplo, en el tamaño de las partículas, el contenido de agua, las especies de madera y las impurezas. Por ello, los contratos de suministro deben dejar claro qué se compra y en qué condiciones.

Características principales de un contrato típico de suministro de materias primas

Por iniciativa empresarial del inversor, las condiciones típicas de un contrato de suministro de biomasa son la cantidad de entrega, la fecha de entrega, la calidad del combustible adaptada a la instalación de combustión, la remuneración y otros derechos y obligaciones de cada parte. Las cláusulas de escalación de precios tienen en cuenta la tendencia general del mercado y facilitan la celebración de contratos a largo plazo.

Las cláusulas de progresión de costes suelen implicar una fijación de precios relativa a la evolución de los precios de los combustibles fósiles y/o de la madera. Los precios de las astillas de madera dependen de la calidad y la cantidad y del proveedor correspondiente.

En el albarán, el proveedor especifica el volumen de entrega y, si es posible, la composición de las especies de madera. El cliente comprueba aleatoriamente la verosimilitud de los datos de la entrega sólo si le parece necesario. En algunos casos, la facturación se basa en mediciones con contadores de calor a la salida de la caldera.

Hay varias opciones de facturación:

- **Facturación por volumen**
 - la más adecuada para el material a granel para gamas de combustible homogéneas
 - la que menos esfuerzo requiere (determinación de la cantidad por las dimensiones del espacio de carga)

- **Facturación en masa y contenido de agua**
 - adecuada para material a granel con rangos de combustible no homogéneos
 - medición de la cantidad mediante el uso de balanzas propias
 - las mediciones adicionales del contenido de agua aumentan la precisión en la determinación del contenido energético
- **Facturación en función de la cantidad de calor**
 - sólo tiene sentido si sólo hay un proveedor de biomasa
 - menor esfuerzo técnico y alta precisión

Para las instalaciones de biomasa más grandes que funcionan con astillas de madera (por ejemplo, calderas con una capacidad de unos 100 kW, instalaciones de calefacción urbana, etc.) es muy recomendable facturar en función de la masa y el contenido de agua, es decir, pesar la masa del combustible (para lo que se necesita una báscula y un pesaje antes y después de la entrega) y medir el contenido de agua (por ejemplo, electrónicamente o mediante una cámara de combustión).

Esto significa que las astillas de madera deben comprarse sobre la base de la masa seca, preferiblemente, dependiendo del tamaño de las partículas y de la especie de madera comprada. Un mayor contenido de agua puede conducir a una reducción del precio del combustible, ya que el agua tiene que ser vaporizada y disminuye la eficiencia energética de la planta, si ésta no puede funcionar en modo de condensación de agua.

Una herramienta útil para convertir los costes del combustible de biomasa de forma fácil y rápida en diferentes unidades, como costes por masa, volumen, poder calorífico inferior, se puede encontrar aquí: <https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/werkzeuge-und-hilfsmittel/kenndatenkalkulation.html>. La herramienta multilingüe (ver descargas) es capaz de tratar diferentes surtidos de madera (como astillas de diferentes especies de madera, pellets de madera, madera en rollo) y paja en términos de diferente tamaño de partícula y contenido de agua (ver manual de instrucciones en inglés).

La materia prima (biomasa) deberá estar razonablemente libre de partículas incombustibles, como piedras. Si la calidad de la madera entregada no cumple las especificaciones acordadas, el comprador podrá rechazar la entrega. El proveedor deberá sustituir la entrega a su cargo. En algunos casos, el proveedor es responsable de los daños y perjuicios que se demuestren por la contaminación del combustible entregado.

El proyecto financiado por la UE Bioenergy4Business ofrece un ejemplo completo y exhaustivo de todos los elementos esenciales que deben incluirse en un contrato de suministro de biomasa, que puede [consultarse en este enlace](#) (En inglés únicamente).

3 ¿QUÉ OPCIONES DE SUSTITUCIÓN HAY EN EL MERCADO?

Mientras que, en el pasado, la elección del sistema de calefacción a promover y vender a sus clientes era más fácil, hoy en día esto ya no es así debido a la multitud de tecnologías y marcas diferentes disponibles en el mercado. Aunque el mercado sigue ofreciendo alternativas que funcionan con combustibles fósiles, en los capítulos anteriores se ha explicado cómo la mejor inversión en términos medioambientales, sociales y económicos en conjunto está garantizada por un sistema de calefacción renovable.

Este capítulo le proporcionará una lista completa de las opciones de sistemas de calefacción renovables disponibles en el mercado de su región en el momento de redactar este documento. A cada sistema se le dedica una breve y concisa ficha tecnológica, en la que se ofrecen ilustraciones de su funcionamiento, directrices de planificación para instaladores e intermediarios y las principales ventajas que deben conocer los usuarios finales.

La información proporcionada en estas fichas es limitada. Visite también el sitio web del proyecto REPLACE, donde encontrará [las matrices de calefacción](#), una guía específica para cada región que muestra qué sistema de calefacción basado en energías renovables se adapta mejor a cada tipo de edificio y a la demanda energética de sus clientes, así como la [“Calculadora de sistemas REPLACE”](#). Mediante la aplicación de las matrices de calefacción y basándose en aspectos específicos de cada caso, como las condiciones del emplazamiento (por ejemplo, la posibilidad de conectarse a una red de calefacción urbana, la disponibilidad de espacio para el almacenamiento de biomasa, etc.) y consideraciones económicas, de confort y medioambientales, la calculadora mostrará el mejor sistema de calefacción renovable para cada situación.

Además de las tecnologías que encontrará en las hojas informativas, hay otras opciones que pueden merecer la pena considerar a la hora de planificar la sustitución de un sistema de calefacción o la mejora del rendimiento energético de un edificio, ilustradas en el capítulo 4 de este informe del proyecto REPLACE.

Antes de entrar en las principales características de las tecnologías, un párrafo introductorio explicará qué sistema de calefacción y refrigeración se adapta mejor a los distintos tipos y tamaños de edificios.

¡Disfrute de la lectura!

¿Qué sistema se adapta a cada edificio?

Este apartado muestra qué tipo de sistema de calefacción basado en fuentes de energía renovables, o también una conexión a la calefacción y refrigeración urbanas, es el más adecuado para diferentes tipos y tamaños de edificios (es decir, para casas unifamiliares o dobles o para edificios de mayor volumen). El tipo de sistema recomendado no sólo depende del tamaño, sino también de la calidad térmica del edificio considerado, es decir, de la demanda de calor útil en kWh por m² y año según el certificado de eficiencia energética⁴⁴.

Pero antes de centrarse en las opciones de sustitución, es importante recordar que sustituir un sistema de calefacción antiguo e ineficiente por otro eficiente y renovable no siempre es la mejor solución. De hecho, puede ocurrir que el edificio necesite primero medidas de aislamiento. De hecho, la reducción de las pérdidas de energía y de la demanda de calor, que se consigue a través de una mejora de la calidad térmica del edificio, debería tener a veces prioridad sobre otras acciones, como la sustitución del sistema de calefacción. Para que el suministro de calor en un edificio sea rentable, puede resultar primordial aprovechar primero todo el potencial de ahorro energético. Esto podría conseguirse, por ejemplo, aislando la envolvente del edificio (techo de la planta superior, techo del sótano y fachada) y sustituyendo las ventanas antiguas⁴⁵.

Las medidas de comprobación y aislamiento pueden reducir alrededor del 10/15% de la demanda total de calor, lo que supone un ahorro energético del 20/30%, incluso antes de sustituir el sistema de calefacción.

Sistema de casa pasiva - Ventilación de confort con calefacción de aire

La pequeña cantidad de energía que se necesita en una casa pasiva no tiene por qué suministrarse al edificio a través de su propio sistema de calefacción con distribución de agua caliente (como la calefacción por suelo radiante o los radiadores). También se puede suministrar recalentando el aire de suministro en un sistema de ventilación que ya esté instalado. Como el calor sólo se introduce al edificio a través del aire de suministro, la capacidad de calefacción de este sistema es muy limitada y sólo es adecuado para las casas pasivas. Hay que asegurarse de que se cumplen los criterios de las casas pasivas, ya que, de lo contrario, el confort puede verse afectado por temperaturas del aire de impulsión demasiado elevadas (superiores a 52 °C) o volúmenes de aire demasiado altos (aire seco, corrientes de aire), o por temperaturas ambiente demasiado bajas.

Equipos combinados

Los dispositivos combinados ahorran espacio y son muy rentables gracias a la combinación de una bomba de calor para la calefacción de espacios y la preparación de agua caliente, más un sistema de ventilación de confort en un solo dispositivo. En combinación con un sistema de distribución de calor por agua, su uso en casas pasivas, así como en casas de energía casi nula (hasta la clase energética A) es muy recomendable.

Bombas de calor

Por razones de eficiencia, las bombas de calor se recomiendan especialmente en combinación con sistemas de distribución de calor a baja temperatura (hasta 40 °C), como la calefacción por suelo radiante, por pared o por techo. Las bombas de calor de aire son especialmente adecuadas para edificios con un bajo consumo

⁴⁴ Klimaaktiv, 2020, „Die richtige Heizung für mein Haus – Eine Entscheidungshilfe“

(<https://www.klimaaktiv.at/service/publikationen/erneuerbare-energie/richtige-heizung.html>)

⁴⁵ Klimaaktiv, „Renewable Heating“ https://www.klimaaktiv.at/english/renewable_energy/renewable_heating.html

energético y suelen representar la mejor relación calidad-precio. Para los edificios con un mayor consumo de energía, pueden ser más ventajosos otros diseños de bombas de calor.

- **Bombas de calor geotérmicas**

Ya sea con sondas geotérmicas o con colectores planos, las bombas de calor geotérmicas funcionan de forma muy eficiente. Las sondas geotérmicas o los colectores geotérmicos (si se dimensionan correctamente) funcionan durante varias décadas sin problemas.

- **Bombas de calor de aguas subterráneas**

Las bombas de calor de aguas subterráneas funcionan muy eficazmente debido a la temperatura constante y elevada de la fuente de agua (alrededor de 10 °C según las condiciones regionales). Tanto la viabilidad como los costes de inversión dependen en gran medida de las condiciones locales, como el nivel de las aguas subterráneas, la calidad del agua, los procedimientos de autorización, etc.

- **Bombas de calor de aire exterior**

Las bombas de calor de aire exterior son baratas y se recomiendan especialmente para los edificios nuevos y para las renovaciones muy buenas. Son un poco menos eficientes que los sistemas de agua subterránea o de tierra, pero son claramente más respetuosos con el medio ambiente y menos contaminantes que los sistemas de calefacción que funcionan con combustibles fósiles.

Calefacción con biomasa

La calefacción de biomasa será preferible cuando se trate de temperaturas de flujo de calefacción elevadas y de un alto consumo de energía. Se recomienda aislar bien el edificio antes de sustituir el sistema de calefacción, para reducir considerablemente el consumo de energía y los costes de calefacción.

- **Calefacción central de pellets con depósito de inercia**

Los sistemas de calefacción de pellets están totalmente automatizados y son la tecnología sucesora lógica de la calefacción de gasóleo en los edificios con radiadores. Sin embargo, las calderas disponibles en el mercado suelen ser demasiado grandes para los edificios de energía pasiva o casi nula, por lo que los costes de inversión son mayores. Por el contrario, para los edificios de clase de eficiencia energética "A" o inferior, son una solución muy recomendable tanto desde el punto de vista ecológico como económico. De hecho, un sistema de calefacción con pellets puede proporcionar altas temperaturas de flujo sin pérdida de eficiencia, por lo que no está vinculado a un sistema especial de suministro de calor.

- **Calefacción central con gasificador de madera y depósito de inercia**

Aparte de los costes más bajos, al gasificador de madera se le aplican las mismas condiciones que al sistema de calefacción central. Un sistema de calefacción central de leña siempre incluye un depósito de inercia. De este modo, el calor generado puede almacenarse temporalmente y liberarse en el edificio cuando sea necesario. Esto aumenta el confort porque hace que el recalentamiento sólo sea necesario una vez al día. Sin embargo, cuanto mayor sea la demanda energética del edificio (es decir, cuanto menor sea su clase de eficiencia), más frecuentemente habrá que recalentarlo, lo que limita el confort y el ámbito de aplicación del gasificador de madera como sistema de calefacción central.

- **Red de calefacción urbana basada en la biomasa**

La conexión a una red de calefacción local o urbana tiene muchas ventajas: 100% de disponibilidad, no hay que invertir más en la sustitución de la caldera, no hay costes adicionales de servicio y

mantenimiento, espacio libre en la sala de calderas y facturación basada en el consumo real son sólo algunas de ellas. Sin embargo, en el caso de una casa pasiva o de bajo consumo, la cantidad de calor consumida es tan pequeña que la conexión a una red de calefacción local/de distrito no suele ser económicamente conveniente ni para el usuario ni para el proveedor de calor. En cambio, los edificios con mayores necesidades de calefacción se adaptan perfectamente a la conexión a una red de calefacción local o de distrito. Dado que el calor también está disponible con temperaturas de flujo correspondientemente altas, prácticamente cualquier sistema de suministro de calor puede funcionar a la temperatura adecuada.

- **Estufa de chimenea (leña/pellets) o estufa de azulejos con depósito de inercia**

La instalación de una estufa de leña alimentada por agua es una alternativa de calefacción relativamente económica, mientras que los mayores costes de inversión de una estufa de azulejos suelen aceptarse conscientemente por razones de estética o confort. Una chimenea o una estufa de azulejos que funcione como sistema de calefacción central por agua tiene una capacidad de calefacción limitada y, por tanto, no puede abastecer con suficiente calor a los edificios de clase energética baja y con una alta demanda de energía. Además, cuanto más a menudo se requiera calefacción o haya que rellenar el combustible, menos confortable será el sistema.

- **Estufa de chimenea (leña/pellets) o estufa de azulejos sin depósito de inercia**

Especialmente en una casa pasiva de planta abierta, una chimenea o estufa de azulejos, sin distribución de calor guiada por agua, puede ser una muy buena alternativa como sistema de calefacción de toda la casa y, en combinación con una ventilación de confort con recuperación de calor, proporciona la solución ideal. Sin embargo, a medida que aumenta el consumo de energía, resulta cada vez más difícil garantizar una distribución uniforme del calor en todo el edificio, por lo que no se recomienda para edificios con mala eficiencia energética.

Calefacción eléctrica directa (por ejemplo, calefacción por infrarrojos) con sistema fotovoltaico

Un sistema de calefacción eléctrica directa genera calor directamente en las estancias de demanda de calor. Los dispositivos más comunes son los convectores eléctricos, los acumuladores de calor y los paneles de infrarrojos. Un problema de todos los calefactores eléctricos es el consumo relativamente alto de electricidad en los meses de invierno. Dado que la generación doméstica de electricidad a partir de fuentes de energía renovables es significativamente menor durante la estación fría, las emisiones de CO₂ de los calefactores eléctricos son comparables a las de los combustibles fósiles, como el gas natural y el gasóleo de calefacción. Incluso la combinación con un sistema fotovoltaico mejora el balance sólo ligeramente, ya que los fotovoltaicos pueden generar muy poca electricidad en los meses de invierno. A medida que aumenta la demanda de calor de los edificios (en edificios con clases energéticas pobres), los costes de la electricidad aumentan significativamente, por lo que se anula la ventaja de los bajos costes de inversión iniciales. Por el contrario, la calefacción eléctrica puede ser muy ventajosa desde el punto de vista económico en edificios con una demanda de calefacción muy baja (edificios de energía pasiva o casi nula).

En este capítulo se han dado recomendaciones generales sobre qué sistema de calefacción suele ser más adecuado para cada tipo y tamaño de edificio, pero las condiciones pueden variar en cada caso, por lo que siempre es importante hablar directamente con el usuario final y realizar una inspección de su vivienda para evaluar personalmente qué sistema se adapta mejor a su edificio.

Las [Matrices de calefacción de REPLACE](#) proporcionan información y detalles adicionales a este breve resumen.

CALDERAS DE PELLETS DE MADERA

Tipo de edificio: residencias unifamiliares, residencias de varios pisos, grandes edificios, microrredes, calefacción urbana

Directrices de planificación y recomendaciones para los instaladores

Tamaño de caldera

Tamaño de la caldera

En el pasado, se solían instalar sistemas sobredimensionados para calderas de gasoil o de gas. En las nuevas instalaciones, especialmente en las calderas de pellets, es fundamental dimensionar adecuadamente el sistema y no sobredimensionarlo. Sin embargo, un requisito previo para las calderas de pellets es la instalación de depósitos de inercia suficientemente dimensionados.

En el caso de las calderas de pellets en edificios residenciales, suele bastar con un cálculo aproximado de la demanda de calor previa. Un consumo de 3.000 litros de gasóleo de calefacción al año, por ejemplo, conduce a una producción de energía de aproximadamente 30.000 kWh. Una instalación de calefacción que incluya la preparación de agua caliente está en funcionamiento unas 1.800 horas al año. Si se divide la cantidad de calor por las horas de carga completa, se obtiene la producción nominal aproximada del nuevo sistema. Por ejemplo, $30.000 \text{ kWh} / 1.800 \text{ h} = \text{aprox. } 17 \text{ kW}$.



Tamaño del tanque de almacenamiento de inercia

Las calderas de pellets suelen requerir la instalación de uno o más depósitos de inercia. Se requiere un tamaño suficiente del depósito de inercia de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones del fabricante de la caldera. En general, es aconsejable prever un depósito de inercia más grande que uno más pequeño. Sin embargo, las capacidades de almacenamiento excesivamente grandes provocan mayores pérdidas de calor y también deben evitarse.

Emisiones de gases de escape

En los Estados Miembros de la UE existen diferentes leyes y reglamentos sobre las emisiones permitidas, especialmente de polvo fino, de las calderas de pellets. Las emisiones dependen en gran medida de la regulación de la caldera. Para minimizar las emisiones, todas las calderas de pellets admisibles están equipadas con una sonda lambda. Estos valores son procesados por el sistema de control y así se controla la velocidad del ventilador de tiro inducido para que la combustión sea siempre óptima.

Protección contra el ruido

El funcionamiento de las calderas de pellets suele ser silencioso. Sólo la limpieza de los conductos de humos es automática, normalmente mediante una parrilla vibratoria. Los clientes deben ser informados antes de la compra de que este proceso tiene lugar una vez al día.

Depósitos de cal en el Sistema de agua dulce

El instalador debe conocer la dureza del agua dulce del edificio del cliente. Esto puede influir en los planes técnicos para el suministro de agua caliente. En los últimos años, las llamadas estaciones de agua dulce, equipadas con un intercambiador de calor y conectadas a un depósito de inercia, son cada vez más populares. Con ellas se evitan los problemas de la legionela. Sin embargo, son más sensibles a los depósitos de cal que un tanque de almacenamiento de agua caliente. Por ello, el intercambiador de calor de la estación de agua dulce debe ser bastante grande y estar instalado en vertical. Hay varias ventajas y desventajas de una estación de agua dulce frente a un acumulador de agua caliente, y la elección final será siempre una recomendación en cada caso por parte del instalador y una decisión del cliente. Por ejemplo, el uso de una bomba de circulación de suministro de agua caliente en un edificio grande puede destruir las zonas de temperatura de un depósito de inercia si se instala la estación de agua dulce, mientras que la bomba de circulación sólo destruirá las zonas de temperatura del depósito de agua caliente más pequeño si se instala.

Vida útil de la caldera

La vida útil de una caldera de pellets depende de la calidad general de la caldera y de su cámara de combustión. Al fin y al cabo, cuanto más tiempo esté la caldera en funcionamiento, menor será su vida útil. Por lo tanto, se puede recomendar la combinación con, por ejemplo, colectores solares, lo que permite desconectar completamente la caldera en verano. Todos estos factores deben comunicarse claramente al cliente, que debe ser bien informado antes de la puesta en marcha del sistema.

Sistemas combinados

La principal desventaja de las calderas de leña es que tienen que ser alimentadas manualmente. Esto requiere que siempre haya alguien disponible para alimentar la caldera durante la temporada de frío. La frecuencia de carga depende de la temperatura exterior, la configuración del sistema, los niveles de calefacción, etc. Puede ocurrir que nadie en el hogar esté disponible para alimentar la caldera debido a situaciones especiales, por ejemplo, enfermedad o vacaciones. Por ello, las calderas de troncos se utilizan cada vez más en

combinación con calderas de pellets. Es importante que el sistema pueda ser conducido a través de una chimenea común, ya que normalmente no se dispone de un conducto de chimenea adicional con un diámetro adecuado. Siempre se recomienda la conexión de un sistema solar térmico para cubrir la demanda de calor del agua caliente al menos en verano.

Almacenamiento de pellets

Para el almacenamiento y la extracción automática de los pellets, normalmente se puede utilizar el espacio existente del antiguo depósito de aceite. Siempre que estén secos y sean lo suficientemente grandes, tiene sentido equiparlos con taludes de madera y un tornillo de extracción. Los fabricantes de calderas suelen ofrecer componentes prácticos para montar silos de bolsa o de tela. Esto permite aprovechar al máximo el espacio disponible.

Las calderas de pellets combinan con...

Las calderas de pellets de madera pueden sustituir por completo a las calderas de combustibles fósiles (gas, petróleo, GLP) existentes y satisfacer todas las necesidades de calefacción de espacios, suelo y agua, pero también pueden integrarse con otros sistemas.

Las calderas de pellets de madera pueden integrarse fácilmente en los sistemas de calefacción central existentes con depósitos de inercia. Un depósito de inercia adicional almacena el calor generado por la combustión y garantiza un suministro de calor en función de la demanda (por ejemplo, noche/día o diferencias estacionales).

Los sistemas de calefacción por biomasa se combinan idealmente con un sistema de colectores solares, que proporcionan agua caliente sanitaria en verano, o incluso pueden cubrir parcialmente la demanda de calor de los espacios en las estaciones de transición (antes y después del verano). También pueden combinarse con bombas de calor.

¿QUÉ PODRÍA DECIRLE A SUS CLIENTES?

- **Buena relación calidad-precio:** Los precios de los pellets de madera suelen ser más bajos y menos volátiles en comparación con los precios de los combustibles fósiles.
- **Calderas eficientes para cada tipo y tamaño de casa:** Hoy en día la industria ofrece una amplia gama de tamaños de calderas, tipos de combustible y combinaciones de combustibles de madera. Independientemente del tamaño de la caldera y del combustible, los sistemas modernos funcionan con una alta eficiencia energética y bajas emisiones de polvo.
- **Calefacción limpia, cómoda y eficiente:** Los sistemas modernos de calefacción con pellets son limpios y, gracias a su alta eficiencia, reducen la factura energética sin disminuir el confort en el hogar.
- **La madera es un recurso regional:** si la madera para los pellets se produce localmente, como suele ser el caso, se reducen las distancias de transporte y los ingresos se quedan en la comunidad local.
- **Sostenibilidad:** La gestión forestal sostenible garantiza el suministro de madera a largo plazo, así como un equilibrio ecológico, económico y sociocultural. Los pellets de madera son subproductos de las operaciones de los aserraderos, que forman parte de una gestión forestal sostenible. En los aserraderos, alrededor del 60% de la masa de un tronco de madera puede procesarse para fines de uso

material (construcción, muebles, etc.). El 40% restante son subproductos. Estos subproductos se utilizan tanto para fines materiales (industria del papel, la pasta de papel y los tableros de madera) como energéticos (pellets de madera y astillas industriales). Una fuente muy buena y extendida localmente de pellets de madera son el polvo y las virutas de madera, ya que tienen una huella de carbono especialmente baja.

- **Seguridad energética:** Independientemente de la temporada, la madera suele estar disponible en la región y sus precios no dependen de la evolución económica y política. Mientras la industria maderera y los aserraderos estén en funcionamiento, habrá suficientes cantidades de pellets disponibles. Además, los pellets de madera pueden almacenarse y transportarse a grandes distancias por barco y tren. También se dispone de grandes instalaciones de almacenamiento, ya que los pellets se producen a todas horas y la gente suele comprarlos como combustible poco antes de la temporada de calefacción.
- **La madera es respetuosa con el clima:** el CO2 emitido al quemar el combustible leñoso equivale a la cantidad de CO2 que el árbol asimiló durante su crecimiento.
- **Perfecta para lugares sin conexión a la red:** con la calefacción de biomasa no es necesario estar conectado a los servicios públicos. Las calderas y estufas de biomasa son una solución perfecta para la calefacción y el agua caliente fuera de la red.
- **Los pellets de madera pueden llegar a casi todas las casas:** Los pellets se pueden entregar no sólo con vehículos pesados de 4 metros de altura, sino también, si es necesario, con camiones de 3,5 metros de altura, y se pueden bombear fácilmente a lo largo de una distancia de 30 metros hasta el almacén de la casa. Con vehículos especiales, los pellets pueden bombearse incluso hasta 15 metros de altura o mediante mangueras de hasta 60 metros de longitud.
- **Los pellets de madera no tienen polvo y huelen bien:** Tanto la entrega como los pellets de madera están libres de polvo. El polvo de la madera se aspira de nuevo en el camión y se recicla para convertirlo en pellets. Para la mayoría de la gente, los pellets de madera huelen bien, lo que no ocurre con el combustible de petróleo.
- **Los pellets de madera no son peligrosos ni perjudiciales para su casa:** Hay rumores de que los pellets de madera emiten gases peligrosos o hacen que las paredes se derrumben si se mojan. Las normas sobre construcción y combustibles garantizan que los pellets de madera y los almacenes son totalmente seguros, incluso en caso de inundación. En cambio, en el caso del combustible de petróleo, una inundación puede causar graves daños a la casa y al medio ambiente (contaminación del agua). El olor del aceite derramado difícilmente puede eliminarse de las paredes del sótano inundado, sin que se tomen medidas exhaustivas de deconstrucción.

CALDERAS DE LEÑA

Tipo de edificio: viviendas unifamiliares, viviendas de varios pisos

Directrices de planificación y recomendaciones para los instaladores

Chimenea

Una de las primeras cosas que un instalador tiene que comprobar en el cliente es la conveniencia de la chimenea existente para un sistema de calefacción de leña. El diámetro del tubo de la chimenea debe ajustarse a los requisitos de la caldera de leña y, por tanto, debe medirse. Si la chimenea no es adecuada, habrá que considerar la posibilidad de reformar la chimenea o instalar una nueva (por ejemplo, una chimenea de acero inoxidable en el exterior del edificio). Esto añade costes y puede ser una razón para que el cliente considere que una caldera de leña no es una opción. Por lo tanto, el instalador debe aclarar, antes de dar cualquier otro paso de planificación, la idoneidad de la chimenea existente con el deshollinador y, posiblemente, también con el fabricante de la chimenea.

Tamaño de la caldera

Históricamente, a menudo se instalaban calderas de gasoil o de gas natural con una potencia excesiva. Para los sistemas nuevos, especialmente para las calderas de pellets y astillas, pero también para las bombas de calor, debe determinarse una capacidad de caldera adecuada que no esté sobredimensionada. Sin embargo, en el caso de las calderas de leña, esto es diferente. Cuanto mayor sea la capacidad de la caldera,



normalmente también será mayor la cámara de combustión. Esto permite producir más calor por acto de carga con madera de tronco, y por tanto aumenta el confort para el cliente. Por lo tanto, un ligero sobredimensionamiento de la caldera de leña puede ser útil. Sin embargo, una condición previa para las calderas de leña es la instalación de depósitos de inercia de tamaño suficiente.

En el caso de las calderas de pellets en edificios residenciales, suele bastar con una determinación aproximada de la demanda de calor anterior. Un consumo de 3.000 litros de gasóleo de calefacción al año, por ejemplo, contiene una cantidad de energía de aproximadamente 30.000 kWh. Un sistema de calefacción que incluya la generación de agua caliente está aproximadamente 1.800 horas en funcionamiento al año. Si se divide la cantidad de calor por las horas de carga completa, se obtiene la potencia nominal aproximada del nuevo sistema. Utilizando el ejemplo de aquí: $30.000 \text{ kWh} / 1.800 \text{ h} =$ aproximadamente 17 kW.

En el caso de las bombas de calor, el diseño debe ser mucho más preciso. El tamaño de la potencia de calefacción tiene un efecto directo sobre la fuente de calor. Si es posible, la carga de calefacción de un sistema de calefacción con bomba de calor debe determinarse habitación por habitación, especialmente en los edificios existentes. De este modo se garantiza que se alcancen las temperaturas ambientales necesarias y que no se realicen inversiones innecesarias.

Tamaño del depósito de inercia

Las calderas de leña suelen requerir la instalación de uno o varios depósitos de inercia. Se requiere un tamaño suficiente según las especificaciones y recomendaciones del fabricante de la caldera. En general, se recomienda planificar una capacidad de almacenamiento mayor que una menor. Sin embargo, las capacidades de almacenamiento demasiado grandes provocan mayores pérdidas de calor y también deben evitarse.

Filtros electrostáticos para el tratamiento de las emisiones de gases de combustión

Los Estados Miembros de la UE tienen diferentes leyes y disposiciones sobre las emisiones permitidas, especialmente de partículas, de las calderas de leña. Las emisiones dependen en gran medida de la calidad de la caldera y de la madera utilizada. Para minimizar las emisiones se pueden utilizar filtros electrostáticos. En muchos casos, todavía no se exigen legalmente, pero esto puede cambiar con la introducción de una legislación de emisiones más estricta. Así pues, aunque haya que asumir considerables costes adicionales para la instalación de filtros electrostáticos, a largo plazo puede ser útil recomendar los filtros a los clientes. De este modo, los costes, los aspectos legales y los beneficios medioambientales deberían comunicarse de forma transparente al cliente. Sobre todo, debe aclararse previamente la cuestión de la limpieza periódica del sistema de filtrado.

Protección contra el ruido

Aunque el funcionamiento de las calderas de leña suele ser bastante silencioso, puede ser recomendable colocar la caldera sobre pies de goma de protección contra el ruido. El coste para ello es bastante bajo y se reduce el riesgo de transmisión de ruido. En las instalaciones de biomasa de mayor tamaño, se utilizan diversos métodos para almacenar las astillas y transportarlas a la cámara de combustión. El uso de parrillas deslizantes se recomienda a partir de una potencia térmica de 250 kW. Éstas funcionan de forma muy fiable, pero pueden provocar molestias en las proximidades de los espacios habitados con ruidos desagradables.

Depósitos de cal en sistemas de agua dulce

El instalador debe conocer la dureza del agua dulce del edificio del cliente. Esto puede influir en los planes técnicos para el suministro de agua caliente. En los últimos años, las llamadas estaciones de agua dulce,

equipadas con un intercambiador de calor y conectadas a un depósito de inercia, son cada vez más populares. Mitigan los problemas con la legionela. Sin embargo, son más sensibles a los depósitos de cal que un depósito de agua caliente. Por lo tanto, el intercambiador de calor de la estación de agua dulce debe ser bastante grande y estar instalado verticalmente. Hay varios pros y contras para una estación de agua dulce frente a un depósito de agua caliente y siempre será una recomendación caso por caso del instalador y la decisión del cliente. Por ejemplo, el uso de una bomba de circulación del suministro de agua caliente en un edificio grande puede destruir las zonas de temperatura de un depósito de inercia si se instala la estación de agua dulce, mientras que la bomba de circulación sólo destruye las zonas de temperatura del depósito de agua caliente más pequeño si éste se instala.

Vida útil de la caldera y calidad de la leña

La vida útil de una caldera de leña depende de la calidad general de la caldera y de su cámara de combustión. Además, un factor importante es la calidad de la madera utilizada. La madera húmeda o el uso de madera contaminada, por ejemplo, pueden reducir drásticamente la vida útil de la caldera de leña debido a la corrosión. Además, la introducción manual de los troncos de madera en la cámara de combustión debe hacerse con precaución. El lanzamiento brusco de la leña en la caldera puede provocar roturas en las arcillas y, por tanto, puede reducir la vida útil de la caldera. Por último, cuanto más funcione la caldera, menor será su vida útil. Por lo tanto, se puede recomendar la combinación, por ejemplo, con colectores solares térmicos, que permite el apagado completo de la caldera durante el verano. Todos estos factores deben comunicarse claramente al cliente. Una vez puesta en marcha la instalación, se le debe instruir bien.

Sistema de calefacción de emergencia

El principal inconveniente de las calderas de leña es que deben alimentarse manualmente. Esto requiere que durante la temporada de frío haya siempre alguien disponible que alimente la caldera. La frecuencia de la alimentación depende de la temperatura exterior, la configuración del sistema, los niveles de calor, etc. Puede ocurrir que no haya nadie disponible en el hogar para alimentar la caldera debido a situaciones especiales, por ejemplo, por enfermedad o vacaciones. Para estos casos, el instalador debe discutir las opciones técnicas con el cliente, como la integración de una barra de calefacción en el depósito de inercia o una bomba de calor. En cualquier caso, la combinación de una caldera de leña con colectores solares térmicos, un sistema fotovoltaico o una bomba de calor es siempre aconsejable para cubrir la demanda de calor del agua caliente, al menos en verano.

Tratamiento de la leña

El instalador no sólo debe dar recomendaciones sobre la instalación de la caldera de leña, sino también sobre la manipulación de la leña. Esta manipulación debe ser lo más sencilla posible, lo que a veces resulta difícil debido al diseño del edificio y de la sala de calderas. Debe haber espacio suficiente para almacenar al menos la cantidad diaria de leña en la sala de calderas, o mejor aún, más espacio. Si el acceso a la sala de calderas es difícil, la instalación de puertas, escotillas o ventanas a través de las cuales se pueda transportar o arrojar la leña a la sala de calderas puede ser una opción para simplificar la manipulación de la leña. Hay que evitar que la leña tenga que ser transportada por todo el edificio.

Automatización

Aunque la caldera de leña se alimente manualmente, se pueden instalar algunos dispositivos de automatización que aumenten el confort general del cliente. Esto incluye, por ejemplo, el encendido automático y la instalación de sistemas de control remoto y aplicaciones informáticas. El encendido automático permitiría llenar la cámara de combustión con leña, pero dejarla arder automáticamente en un

momento posterior. Las aplicaciones informáticas informarían al cliente sobre las configuraciones actuales del sistema y le informarían sobre el momento de la próxima alimentación manual. Estas posibilidades técnicas deberían ser bien discutidas con el cliente.

Las calderas de leña combinan con...

Las calderas de leña pueden sustituir por completo a las calderas de combustibles fósiles (gas, gasóleo, GLP) existentes y satisfacer todas sus necesidades de calefacción de espacios, suelo y agua sanitaria, pero también pueden integrarse con otros sistemas.

Pueden integrarse fácilmente en los sistemas de calefacción central existentes con depósitos de inercia. Un depósito de inercia adicional almacena el calor generado por la combustión y garantiza un suministro de calor en función de la demanda (por ejemplo, noche/día o diferencias estacionales).

Los sistemas de calefacción por biomasa se combinan idealmente con un sistema de colectores solares, que proporcionan agua caliente sanitaria en verano, o incluso pueden cubrir parcialmente la demanda de calor de los espacios en las estaciones de transición (antes y después del verano). También pueden combinarse con bombas de calor.

¿QUÉ PODRÍA DECIR A SUS CLIENTES?

- **Buena relación calidad-precio:** Los precios de la madera suelen ser más bajos y menos volátiles que los de los combustibles fósiles. En concreto, los costes de la madera se encuentran entre los más bajos de todas las tecnologías basadas en fuentes de energía renovables.
- **Calefacción limpia, cómoda y eficiente:** Los actuales sistemas de calefacción de leña son limpios y, debido a su alta eficiencia, reducen la factura energética sin disminuir el confort en el hogar. Sin embargo, la leña es más intensiva en mano de obra, en comparación con otros combustibles de madera.
- **La madera es un recurso local:** si la madera se produce localmente, como suele ser el caso, se reducen las distancias de transporte y los ingresos se quedan en la comunidad local.
- **Sostenibilidad:** La gestión forestal sostenible garantiza el suministro de madera a largo plazo, así como un equilibrio ecológico, económico y sociocultural.
- **Seguridad energética:** Independientemente de la temporada, la madera suele estar disponible en la región y sus precios no dependen de la evolución económica y política.
- **La madera es respetuosa con el clima:** el CO₂ emitido al quemar el combustible leñoso es igual a la cantidad de CO₂ que el árbol asimiló durante su crecimiento.
- **Es perfecta para lugares sin conexión a la red:** con la calefacción de biomasa no es necesario estar conectado a los servicios públicos. Las calderas y estufas de biomasa son una solución perfecta para la calefacción y el agua caliente.

SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON ASTILLAS DE MADERA

Tipo de edificio: Edificios residenciales para agricultores, viviendas de varios pisos, edificios de gran volumen, microrredes (que conectan varias viviendas unifamiliares), calefacción urbana

Las calderas de astillas más pequeñas, a partir de unos 25 kW de capacidad calorífica, son apropiadas para los propietarios de un bosque propio o que tienen fácil acceso a los residuos de madera del clareo o de la gestión forestal. A menudo, los agricultores utilizan este tipo de sistemas de calefacción, ya que el combustible es barato y almacenable y ayuda a aprovechar los residuos de madera que, de otro modo, no serían tan fáciles de comercializar.

Otro segmento en el que las calderas de astillas de madera (a partir de 80 kW hasta varios 100 kW de capacidad calorífica) son aplicables en el sector residencial es el de las casas de varios pisos o de gran volumen en caso de calefacción de un solo objeto. Muchos promotores de edificios (especialmente los de Europa central) han reconocido que se trata de una opción barata y fiable para calentar de forma sostenible sus casas, también cuando las reforman.

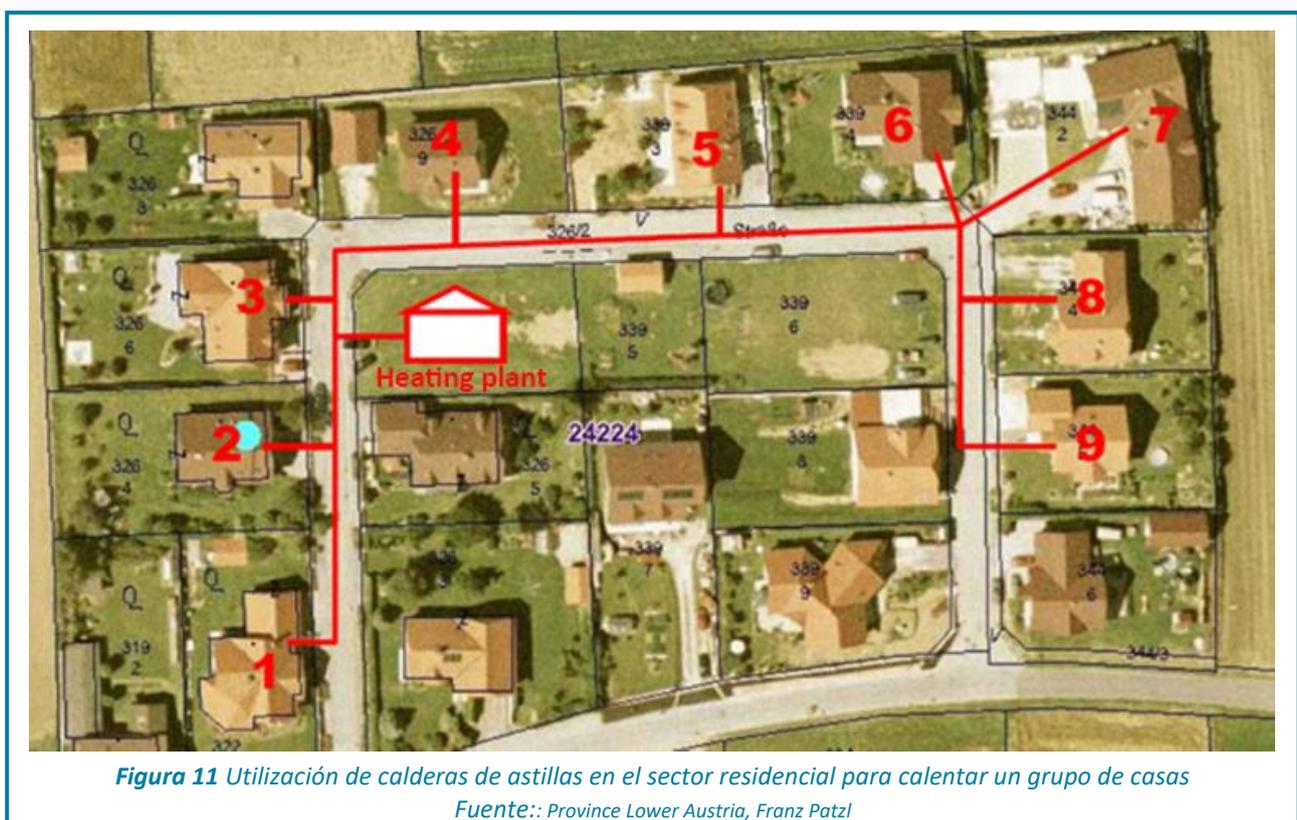


Figura 11 Utilización de calderas de astillas en el sector residencial para calentar un grupo de casas

Fuente: Province Lower Austria, Franz Patzl

Una tercera opción para utilizar las calderas de astillas en el sector residencial es calentar un grupo de casas (también a partir de 80 kW hasta varios 100 kW de potencia nominal) situadas cerca unas de otras a través de una microrred. En la última década, por ejemplo, se han realizado varios centenares de microrredes de biomasa de este tipo en Austria. Al igual que en el caso de la calefacción única, a menudo un grupo de agricultores invierte en la planta de calefacción de astillas de madera y en la instalación de almacenamiento y suministra su propio combustible a dicho almacenamiento. Los agricultores también gestionan y mantienen la planta. Los propietarios de las viviendas entregan la calefacción y pagan por ella, como en el caso del suministro de calefacción urbana. Este modelo de negocio de las ESE suele denominarse contratación de calor por biomasa o comunidades de biocalor de los agricultores. Recientemente, también las grandes empresas de energía han entrado en este mercado, ya que los fabricantes de calderas ofrecen contenedores de calefacción de astillas de madera (o pellets) listos para enchufar y usar, totalmente equipados con almacenamiento de combustible, todo el equipo técnico necesario, incluidos los sistemas hidráulicos, de dirección y de control (hasta un servicio de SMS con mensajes automáticos al personal de O&M en caso de fallos o mal funcionamiento). Como inversor, sólo hay que construir una base de hormigón y conectar la electricidad y las tuberías. No hay ninguna otra demanda de espacio en las casas suministradas con agua caliente para la calefacción y el agua caliente sanitaria.

Otra opción para utilizar calderas de astillas de madera en el sector residencial es la calefacción urbana. Aquí suelen funcionar conjuntamente dos o más calderas de biomasa (carga base y carga media) o sólo en verano (agua corriente) y cubren hasta el 60% de la carga máxima. El 40% restante de la carga máxima suele ser suministrado por una caldera de fuel (preferiblemente alimentada con aceite verde), ya que sólo funciona un par de días y aporta menos del 5% del suministro anual de calor. Estas centrales de calefacción urbana de biomasa tienen una capacidad de 0,5 a 20 MW o más. Las calderas de más de 500 kW suelen ser sistemas de combustión especialmente diseñados para el combustible de biomasa que se quema, que puede ser de muy mala calidad, como la tala de la calle, o residuos de madera húmeda, como la corteza, lo que permite utilizar combustibles muy baratos, respectivamente. Las calderas de menor capacidad son productos de producción en serie con un espectro más estrecho de surtido de combustibles de biomasa y calidades aceptables para el funcionamiento a largo plazo.

Directrices de planificación

Certificado previo a la instalación de la chimenea y su aceptación

Cuando se instale una caldera de biomasa, el dimensionamiento y la colocación de la chimenea deben ser aclarados por un deshollinador, un fabricante de calderas o de chimeneas. Como regla general, la distancia a la caldera debe ser lo más corta posible, y se recomienda un diseño que no sea sensible a la humedad. Asimismo, ya en la fase de planificación debe tenerse en cuenta una conexión de agua y de aguas residuales, así como las instalaciones eléctricas necesarias. Si la chimenea existente está desplazada o tiene que ser renovada, como alternativa se puede colocar una chimenea de acero inoxidable fuera de la pared.

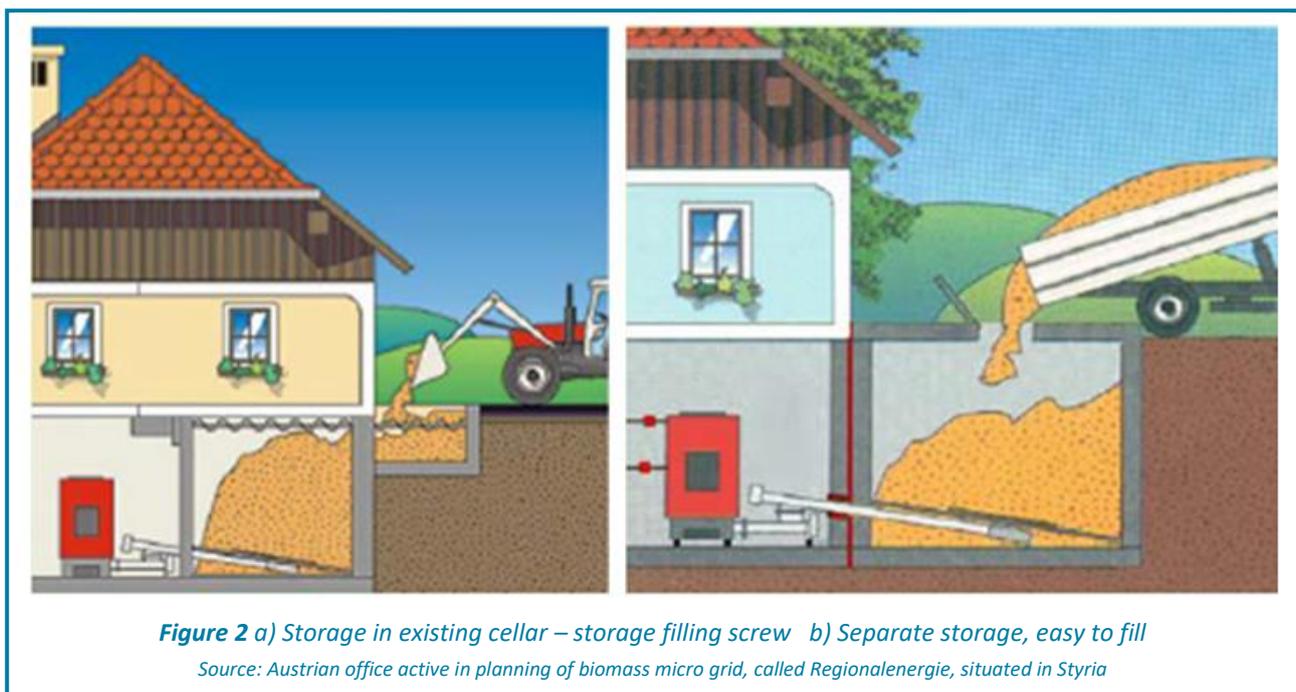
En caso de que un contenedor de calefacción de biomasa autónomo se coloque junto a un edificio, en lo que respecta a la colocación de la chimenea o de la instalación del contenedor, debe tenerse en cuenta la dirección principal del viento, para evitar que se moleste a los inquilinos o a los vecinos. Por razones de protección contra incendios y de permisos, puede ser obligatorio un certificado de aceptación de la chimenea nueva o reformada cuando se ponga en marcha la planta de biomasa.

Almacenamiento de astillas (colocación y dimensionamiento)⁴⁶

Cuando se sustituye un sistema de calefacción existente por un sistema de calefacción de biomasa, la disponibilidad de un espacio de almacenamiento suficientemente grande - accesible para la entrega de combustible desde el exterior a través de un vehículo de reparto, especialmente dentro de un edificio existente puede ser un reto.

El caso más fácil es cuando se sustituye una caldera de diésel, ya que existe una sala que antes contenía el depósito de combustible. Sin embargo, a menudo los propietarios de los edificios quieren utilizar esas habitaciones, por ejemplo, en el sótano, para otros fines (inquilinos, etc.). Los almacenes de biomasa pueden construirse en el exterior, por ejemplo, enterrados en el suelo, si se dispone de espacio. Las instalaciones modernas de contenedores de biomasa independientes suelen tener un contenedor separado (por ejemplo, al lado o encima del contenedor que contiene la instalación de calefacción. Cuando el espacio de almacenamiento es limitado, los pellets pueden ser una alternativa a las astillas de madera, ya que los pellets tienen una densidad energética cuatro veces mayor que las astillas de madera (los pellets tienen un contenido de agua del 8% y una densidad de masa de 650 kg/m³, las astillas de madera con un contenido de agua del 25% tienen una densidad de masa de 250 kg/m³).

El dimensionamiento del almacén de combustible depende de muchos factores: el espacio disponible, la potencia de la caldera, el tipo de combustible, el intervalo de suministro de combustible, la capacidad del vehículo de suministro, etc. El suministro mínimo de combustible debe determinarse individualmente en cada caso. El factor decisivo es la frecuencia deseada de entrega de combustible, que depende de las posibilidades en cuanto a tipo y tamaño de almacenamiento. En los edificios existentes, adaptar los intervalos de entrega de combustible al espacio de almacenamiento existente suele ser más rentable que construir un nuevo espacio de almacenamiento fuera del edificio. Un nuevo almacén debería tener aproximadamente 1,3 veces el volumen de la carga del camión para que pueda descargarse rápidamente y a bajo coste. Además, el combustible suele ser más barato en primavera o verano, por lo que es aconsejable llenar los almacenes durante esta época.



⁴⁶ The pictures in this and the following sections are taken from an Austrian office active in planning of biomass micro grid, called Regionalenergie, situated in Styria.

Cuando se descarga una carga de astillas, puede surgir polvo. Al situar una instalación de almacenamiento en la fase de planificación, es aconsejable que no haya ventanas ni espacios abiertos para el secado de la ropa, etc.

Un grave fallo de planificación (por ejemplo, arquitectónico) que puede resultar costoso es, si dentro del almacén de madera hay una columna que soporta un techo. Hay que asegurarse de que el sistema de descarga automática de la madera -especialmente en el caso de una ballesta que gira en círculo a lo largo del soporte del combustible- pueda instalarse, ya que, de lo contrario, las personas tienen que palear las astillas hasta el sinfín con regularidad, lo que implica enormes costes no planificados.

Otras opciones de almacenamiento son el fondo inclinado, los sistemas de salida en embudo o los pisos de recuperación de combustible de tiro y empuje; estos últimos para manejar mayores cantidades de combustible (hasta 10 m de altura y 20 m³/h de entrega de combustible).

Dimensionamiento de la caldera de astillas

El correcto dimensionamiento del sistema de calefacción por biomasa es un requisito importante para un funcionamiento económico y sin problemas. Especialmente en el caso de los edificios más grandes, la carga de calefacción debe calcularse con precisión. En ocasiones, los edificios existentes requieren una capacidad cinco veces superior a la de los nuevos edificios energéticamente eficientes. Si la caldera se elige demasiado grande, el resultado es una pérdida de eficiencia y unos costes más elevados. Si el dimensionamiento es correcto, también se pueden ahorrar costes de inversión, ya que las calderas más pequeñas cuestan menos. Cuando se sustituye una caldera, es aconsejable considerar previamente una renovación térmica del edificio. Esto permite reducir la carga de calefacción y utilizar una caldera más pequeña. En lo que respecta a las medidas de menor coste, al menos el aislamiento térmico del techo superior y el equilibrado hidráulico deben tenerse en cuenta a la hora de dimensionar la caldera. Cada una de estas dos medidas puede ahorrar entre un 5 y un 15% de los costes anuales de calefacción y de la carga térmica máxima. Por lo tanto, la caldera podría ser entre un 10 y un 30% más pequeña que sin estas dos medidas.

La regla general para calcular la carga de calefacción es: carga de calefacción en kW = demanda de energía de calefacción en kWh / horas de carga completa. En las condiciones de Europa central, las horas de carga completa habituales para la calefacción de espacios son de 1.400 a 1.800 horas (estas últimas incluyen el suministro de agua del grifo). Para calcular la potencia necesaria de la caldera son importantes, entre otros, los siguientes parámetros: temperatura ambiente deseada/requerida, temperatura exterior más fría para el lugar, demanda de calefacción del edificio, demanda de calor del agua del grifo.

A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo de la potencia de la caldera basado en el consumo energético existente. Consumo medio de energía en los últimos años 30.000 l de gasóleo de calefacción ~ 300.000 kWh de demanda de energía de calefacción (contenido energético de 10 kWh/l de gasóleo de calefacción), carga de calefacción = 300.000 / 1.800 = 167 kW, sin tener en cuenta la eficiencia del sistema de calefacción anterior y del nuevo y cualquier medida de ahorro de energía (como el aislamiento del techo superior o el equilibrado hidráulico).

Equilibrar las fluctuaciones de la carga térmica

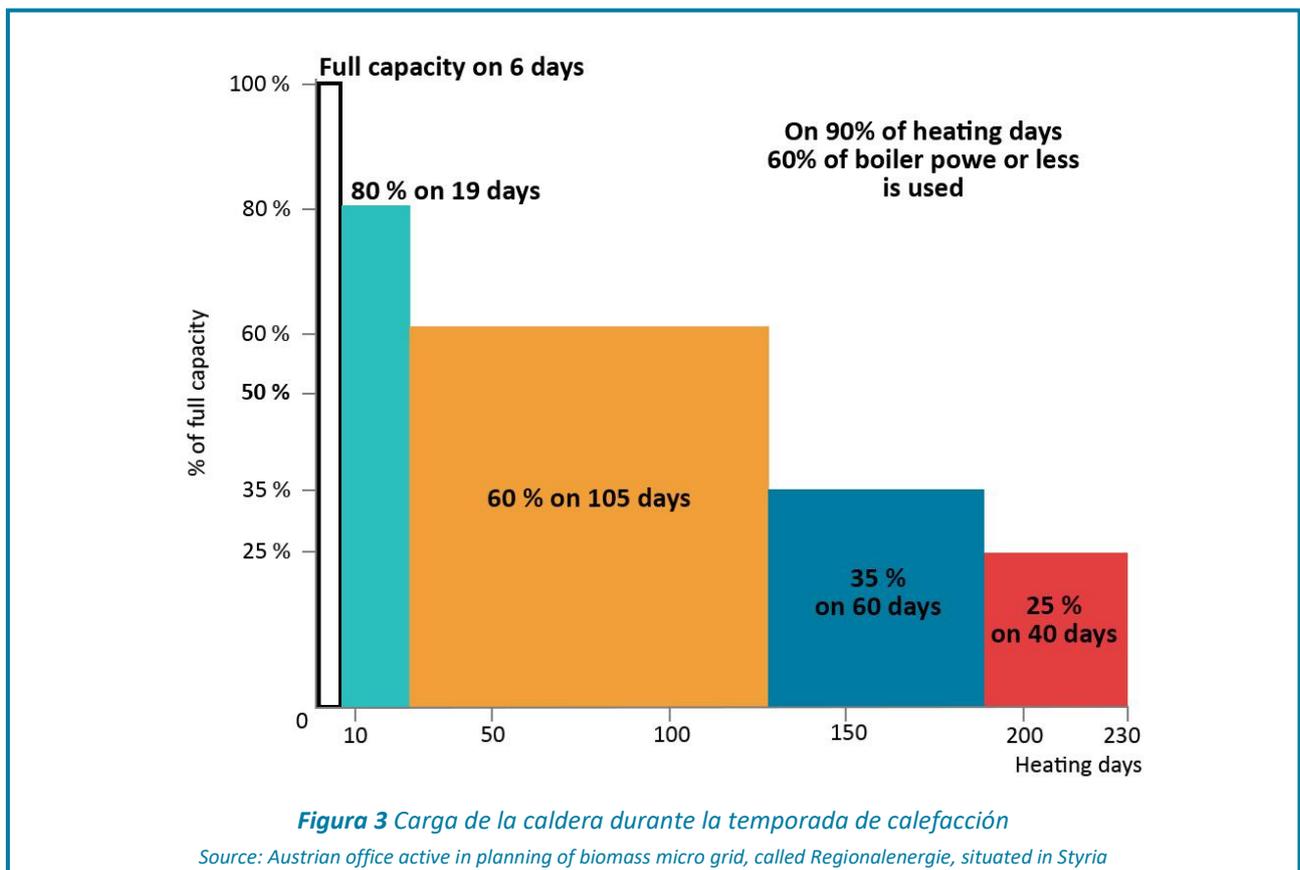
Cubrir los picos de carga siempre requiere mucha energía y es caro, por lo que tiene sentido compensar en gran medida las fluctuaciones de potencia. El factor decisivo es la velocidad y la magnitud de la fluctuación de la carga. Las fluctuaciones lentas, como la regulación de la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior, suelen poder controlarse bien. El rendimiento de la caldera es relativamente constante por encima del 90 % hasta el 30 % de la potencia nominal.

El diagrama (figura 15) muestra, para las condiciones climáticas de Europa central, que la utilización de la caldera está por debajo del 30 % sólo en una media de 40 días de calefacción de una temporada de calefacción en general. En estos días, el rendimiento está en el rango de potencia parcial algo peor. Si se producen fluctuaciones más fuertes en la potencia, tiene sentido instalar un acumulador intermedio. Si se dimensiona correctamente, el acumulador de inercia compensa fácilmente las fluctuaciones de potencia. En el caso de las grandes instalaciones, es habitual suministrar la potencia nominal con un sistema de dos calderas. Así se reduce el desfavorable funcionamiento a carga parcial.

Acumulador térmico de inercia (aplicación y dimensionamiento)

Un acumulador de inercia tiene sentido

- en caso de fluctuaciones de la carga térmica, como la demanda de calor de proceso o la variación del consumo de agua corriente (véanse las explicaciones anteriores)
- cuando se integran diferentes sistemas, por ejemplo, en paralelo a un sistema de astillas de madera, un sistema solar, una bomba de calor o un recuperador de calor
- junto con la producción de agua corriente en verano (para evitar períodos más largos de funcionamiento a carga parcial),
- en general: para lograr un mayor rendimiento de la caldera. Éstas mejoran significativamente, especialmente en el funcionamiento a carga parcial, en comparación con un sistema sin almacenamiento intermedio. En general, las calderas de biomasa no deberían funcionar por debajo del 30% de la capacidad nominal durante períodos prolongados. Los intervalos de parada más largos, ya que la caldera funciona a plena capacidad con frecuencia, sólo para cargar completamente el almacenamiento intermedio, también prolongan la vida útil del sistema.



A la hora de dimensionar el volumen del acumulador intermedio, se recomienda un valor orientativo de aproximadamente 20 litros por kilovatio de potencia calorífica nominal de la caldera

Caldera, características técnicas recomendadas

Con la tecnología de calderas totalmente automáticas de los nuevos sistemas de calefacción de biomasa, se puede suministrar prácticamente cualquier carga de calor, incluso para grandes fluctuaciones de potencia. Casi todos los fabricantes de calderas equipan sus productos con modos de funcionamiento totalmente automáticos. Esto significa que el combustible se transporta automáticamente mediante sistemas de transporte desde el almacén hasta la caldera, donde se enciende sin ayuda. La temperatura del agua también se regula automáticamente, por ejemplo, en función de la temperatura exterior. Estos son los criterios de un sistema de calderas de alta calidad:

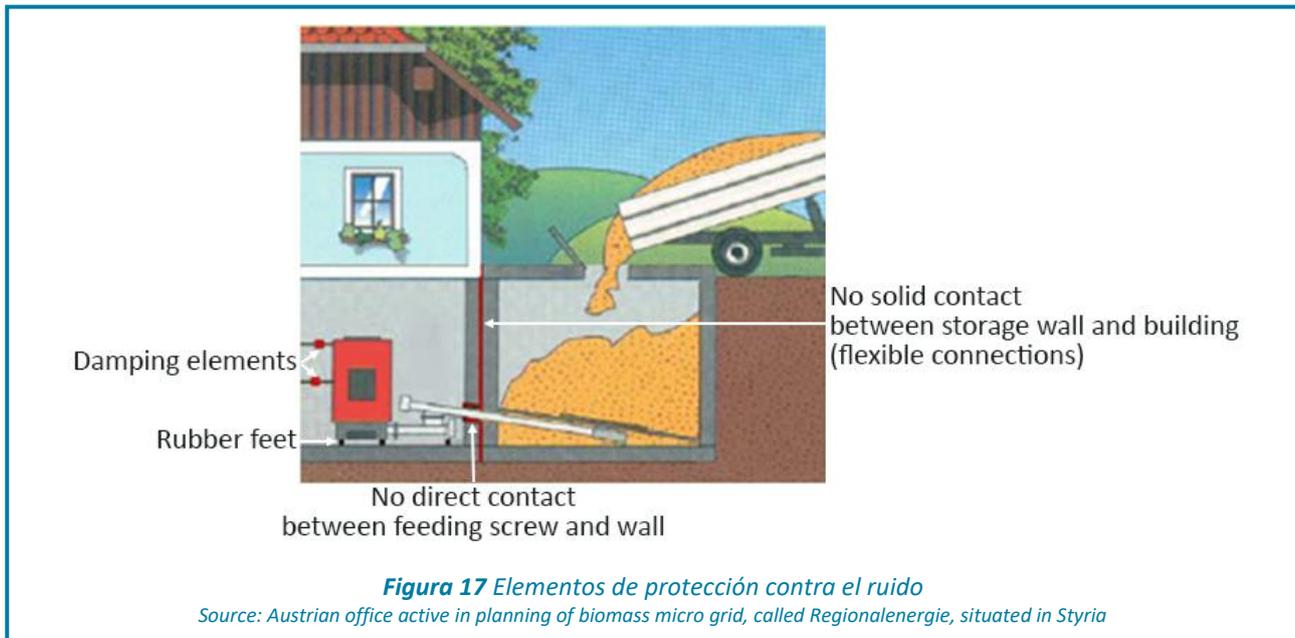
- alta tasa de utilización anual (80 - 90 %, debido a la alta eficiencia de la caldera, la alta utilización de la planta, el escaso mantenimiento del lecho de brasas y los pocos procesos de arranque y parada)
- control del aire de combustión guiado por los gases de escape (por ejemplo, sonda Lambda)
- reducción significativa de los valores límite de emisión en todas las condiciones de funcionamiento
- modo de funcionamiento modulante y regulación de la temperatura de la caldera en función de la carga del sistema de calderas
- funcionamiento fiable y de bajo mantenimiento
- bajos costes de mantenimiento y revisión (gracias a la automatización, el uso de componentes de alta calidad del sistema y la revisión periódica; deberán existir contratos de servicio a largo plazo)
- encendido y apagado automáticos
- suministro automático de combustible y descarga de cenizas
- limpieza automática del intercambiador de calor
- control remoto de los parámetros de la caldera
- combinación óptima con sistemas solares térmicos (en combinación con la conexión del acumulador de inercia)
- máxima seguridad de funcionamiento y contra incendios
- mínimo requerimiento de energía
- funcionamiento del depósito de inercia

Protección contra el ruido

En lo que respecta al sistema de descarga de la madera en el almacén de astillas y todo el sistema de transportador de tornillo hasta la sala de calderas y la propia caldera, se recomienda encarecidamente colocar plásticos que absorban el sonido entre los puntos de fijación hacia las paredes y el suelo, ya que, de lo contrario, el sonido se propaga por todo el edificio (especialmente en el caso de los edificios de hormigón) durante todo el tiempo de funcionamiento del sistema. Esto es muy recomendable, especialmente para evitar conflictos con los propietarios e inquilinos, etc. No hay que olvidar colocar la propia caldera sobre plásticos fonoabsorbentes también, ya que las calderas modernas heredan la autolimpieza automática y mecánica de las superficies de intercambio de calor de la caldera y de los tornillos transportadores de cenizas, que pueden chirriar durante el funcionamiento temporal.

Comprobación de la calidad de agua de calefacción

Es fundamental asegurarse de que el agua de distribución del calor cumple las normas exigidas (es decir, que no hay descomposición por óxido ni escoriaciones por partículas de óxido). Debe evitarse una mezcla de



demasiados metales y no metales diferentes en el sistema de distribución y disipación de calor por razones de descomposición química. Las medidas para evitar los depósitos de cal se describen en la ficha técnica de las calderas de pellets de madera.

Vida útil de la caldera y su mantenimiento

La quema de residuos domésticos o de surtidos de biomasa para los que la caldera no está pensada o hecha debe evitarse en cualquier caso para permitir una larga vida útil de una caldera de biomasa. La quema de paja, por ejemplo, puede reducir el punto de fusión de las cenizas, lo que puede provocar la escorificación de los silicatos, es decir, el acristalamiento. La quema de materiales húmedos o que dejan sustancias ácidas puede provocar óxido o agujeros, hasta la destrucción completa de toda la caldera, respectivamente.

En general, en las calderas de biomasa sólo se puede cambiar el combustible si el fabricante lo aprueba expresamente. Sin embargo, hay calderas que permiten cambiar entre pellets, astillas e incluso leña.

Adquisición de astillas de madera y aspectos de calidad

Las astillas de madera pueden comprarse directamente a los agricultores locales, a algunos almacenes o también a través de comunidades de biomasa. Las astillas son madera cortada mecánicamente de distintos tamaños. Además de la densidad aparente (peso), los principales criterios de calidad son el tamaño de los trozos y el contenido de agua. Se distinguen las siguientes clases:

	Astillas finas	Astillas medianas	Astillas gruesas
Tamaño típico	P16 (antes G30) – menor que 3 cm	P24 (antes G50) – menor que 5 cm	P31 (antes G100) – menor que 10 cm
Uso	Predominantemente en plantas pequeñas	Astillas industriales, plantas grandes y posibles plantas pequeñas	Plantas grandes

El contenido de agua depende del tipo de madera o de la época de producción. Junto con el peso, el contenido de agua es la característica de calidad decisiva. Determina el valor y la capacidad de almacenamiento del combustible. Se distinguen las siguientes clases de calidad:

W 20	W 30	W 35	W 40	W 50
Secado al aire	Almacenamiento estable	Estabilidad de almacenamiento limitada	húmedas	Recién cosechado
Contenido de agua inferior a 20	Contenido de agua entre 20 y 30	Contenido de agua entre 30 y 35	Contenido de agua entre 35 y 40	Contenido de agua entre 40 y 50

Las astillas de madera no deben estar demasiado húmedas, ya que, de lo contrario, se degradan biológicamente y se calientan hasta llegar a la autoinflamación, lo que puede resultar muy peligroso y, en el peor de los casos, un delito, no sólo para los edificios de viviendas. Las astillas de madera procedentes de árboles recién cosechados o de operaciones de aserradero recién procesadas con un contenido de agua del 45-55% sólo pueden utilizarse en plantas de calefacción urbana, ya que las calderas están especialmente equipadas para ello (por ejemplo, revestimiento masivo resistente al fuego, etc.). Para el almacenamiento a largo plazo de la madera, todos los tipos de surtidos no deben tener más del 30% de contenido de agua. Con más del 35% ya pueden producirse problemas graves.

Cuando se utiliza una trituradora de madera, son cruciales unas cuchillas afiladas y una criba metálica (donde se trituran las ramas) en el eyector que garantice el tamaño correcto de las partículas. Las partículas largas de gran tamaño, como las ramas, pueden dar lugar a la formación de un puente de astillas, es decir, la alimentación automática deja de funcionar a pesar de que el almacén esté lleno de astillas. Esto significa que la planta está en espera mientras no se destruya este puente manualmente, lo que también puede ser costoso, en caso de que toda la entrega de astillas contenga tales ramas. Además, las piedras (que dañan los tornillos y las cintas transportadoras) o la tierra no deben estar en las astillas, y el material fino, como el polvo



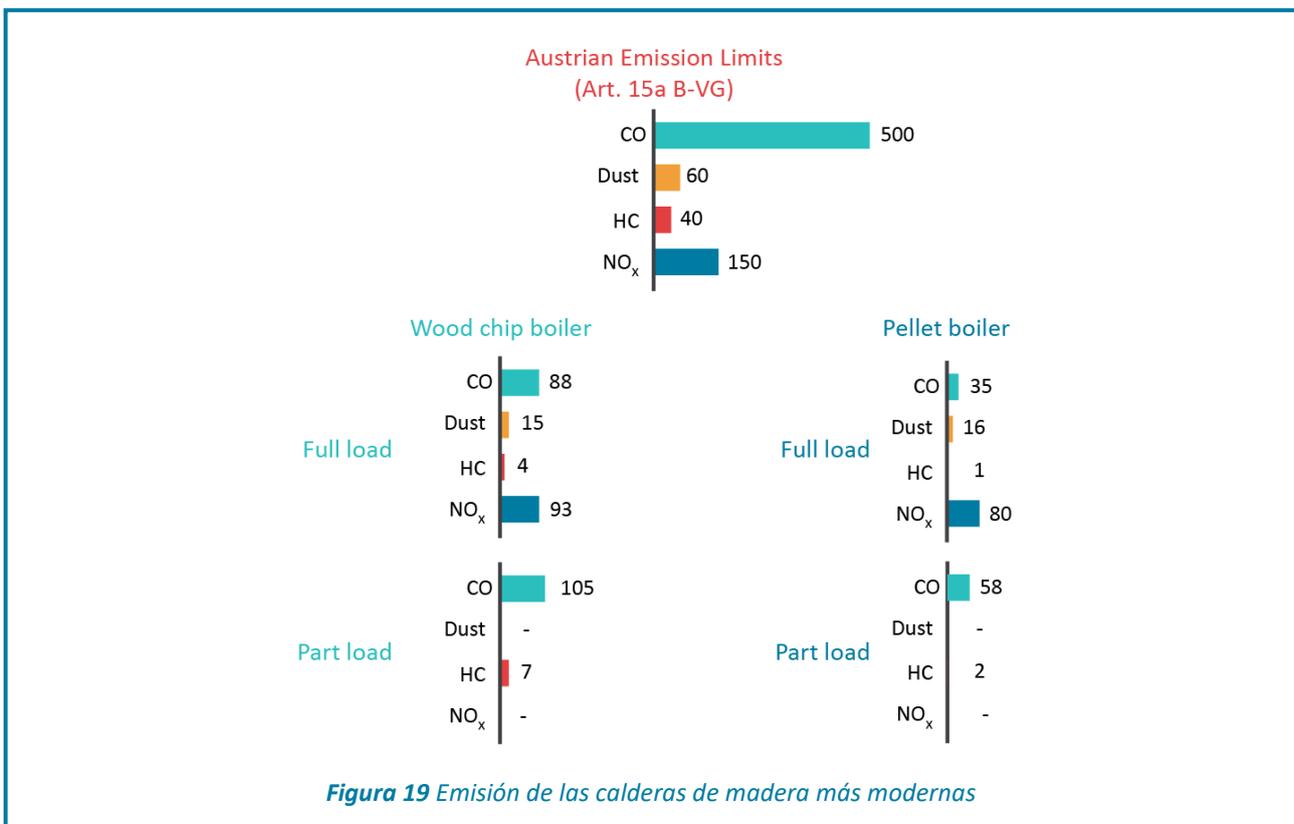
Figura 18 Astilladora de madera con alimentación mecanizada

Source: Austrian office active in planning of biomass micro grid, called Regionalenergie, situated in Styria

o las agujas verdes (comprobación visual cuando se entregan las astillas, antes de la descarga) puede aumentar la cantidad de cenizas y las emisiones de partículas.

Manipulación y eliminación de las cenizas

La acumulación de cenizas depende en gran medida del combustible de biomasa utilizado. En el caso del serrín y las astillas de madera sin corteza, el contenido de cenizas se sitúa en torno al 0,5% de la sustancia combustible seca. Los intervalos de vaciado de los contenedores de ceniza dependen del sistema. La descarga de cenizas funciona automáticamente con tornillos. Los contenedores de ceniza suelen estar diseñados como contenedores que pueden ser transportados directamente por camión. Las cenizas de madera pueden esparcirse en el bosque, utilizarse como abono en la agricultura o, en el caso de las cenizas volantes finas separadas en precipitadores electrostáticos, almacenarse en un vertedero. Estas últimas fracciones de ceniza capturadas por separado.



Los sistemas de calefacción con astillas combinan con...

Las calderas de astillas de madera pueden sustituir completamente a las calderas de combustibles fósiles (gas, gasóleo, GLP) existentes y satisfacer todas las necesidades de calefacción de espacios, suelo y agua, pero también pueden integrarse con otros sistemas.

Pueden integrarse fácilmente en los sistemas de calefacción central existentes con depósitos de inercia. Un depósito de inercia adicional almacena el calor generado por la combustión y garantiza un suministro de calor en función de la demanda (por ejemplo, noche/día o diferencias estacionales).

Los sistemas de calefacción por biomasa se combinan idealmente con un sistema de colectores solares, que proporcionan agua caliente sanitaria en verano, o incluso pueden cubrir parcialmente la demanda de calor

de los espacios en las estaciones de transición (antes y después del verano). También pueden combinarse con bombas de calor.

¿QUÉ PODRÍA DECIR A SUS CLIENTES?

- **Buena relación calidad-precio:** Los precios de las astillas suelen ser más bajos y menos volátiles en comparación con los precios de los combustibles fósiles.
- **Calderas eficientes para cualquier tipo y tamaño de casa mediana o grande:** Hoy en día la industria ofrece una amplia gama de tamaños de calderas, tipos de combustible y combinaciones de combustibles de madera. Independientemente del tamaño de la caldera y del combustible, los sistemas modernos funcionan con una alta eficiencia energética y bajas emisiones de polvo.
- **Calefacción limpia, cómoda y eficiente:** Los sistemas modernos de calefacción con astillas de madera son limpios y, gracias a su alta eficiencia, reducen la factura energética sin disminuir el confort en el hogar.
- **La madera es un recurso local:** si la madera para las astillas se cultiva localmente, como suele ocurrir, se reducen las distancias de transporte y los ingresos se quedan en la comunidad local.
- **Sostenibilidad:** La gestión forestal sostenible garantiza el suministro de madera a largo plazo, así como un equilibrio ecológico, económico y sociocultural. Las astillas de madera de los agricultores suelen proceder de una operación sostenible de aclareo y limpieza de los bosques, lo que estabiliza su resistencia y aumenta su rendimiento en términos de madera para uso material.
- **Medidas forestales sanitarias y estabilización del mercado:** En los últimos años las astillas han demostrado ser un buen medio para apoyar las medidas sanitarias forestales: las calamidades como las tormentas, la nieve, la rotura del hielo y la infestación de escarabajos de la corteza han aumentado significativamente, desestabilizando así los bosques y el funcionamiento de los mercados de la madera. Las astillas para quemar son la única forma rentable de utilizar los surtidos de madera dañados por las numerosas calamidades causadas por el cambio climático.
- **Seguridad energética:** Independientemente de la temporada, la madera suele estar disponible en la región y sus precios no dependen de la evolución económica y política. Dadas las crecientes calamidades causadas por el cambio climático (véase más arriba), es poco probable que haya escasez de astillas para el sector residencial.
- **La madera es respetuosa con el clima:** el CO₂ emitido al quemar el combustible leñoso es igual a la cantidad de CO₂ que el árbol asimiló durante su crecimiento.
- **Es perfecta para lugares sin conexión a la red:** con la calefacción de biomasa no es necesario estar conectado a los servicios públicos. Las calderas y estufas de biomasa son una solución perfecta para la calefacción y el agua caliente.

ESTUFAS MODERNAS DE PELLETS Y LEÑA

Tipo de edificio: edificios pequeños utilizados a menudo como fuente de calefacción secundaria

Directrices de planificación

Las chimeneas modernas y las estufas de leña/pellet de hierro fundido, cerámica (estufas de azulejos) o acero (en adelante denominadas "estufas" para simplificar) suelen utilizarse únicamente como fuente de calefacción secundaria, además de un sistema de calefacción central con otra fuente de calor como sistema principal. Por lo general, se utilizan como calefactores para una sola habitación. Los sistemas más avanzados pueden calentar hasta un edificio entero.

Las estufas de leña para calentar toda la casa están equipadas con una bolsa de agua que se conecta al ciclo de agua del sistema de calefacción central. También pueden proporcionar el calor para el agua caliente.

Es importante elegir correctamente el lugar de instalación y la proporción de energía radiante y de calefacción, para evitar el sobrecalentamiento de la habitación. Es necesario garantizar la combustión independientemente del aire de la habitación, ya que los edificios suelen estar tan densamente construidos que no se dispone de suficiente aire de combustión, o que se perturbaría un sistema de ventilación. El aire de combustión puede suministrarse a través de una chimenea adecuada o mediante una tubería de suministro independiente.



Una estufa de leña actual es un dispositivo fácil de entender. La leña se apila en el hogar y se enciende para proporcionar la llama inicial. La ventilación del aparato aporta aire fresco para avivar las llamas hasta alcanzar el calor deseado.

Calidad de la estufa

La calidad de la estufa tiene un gran impacto en la eficiencia, así como en los contaminantes del aire. Normalmente, las estufas de mayor rendimiento son más caras y los modelos más nuevos son mejores que los antiguos. Esto debería destacarse siempre en las comunicaciones de venta con los clientes.

Calidad del combustible

En la combustión influye en gran medida la calidad del combustible. En el caso de las estufas de leña, sólo debe utilizarse madera limpia, no tratada y seca. En el caso de las estufas de pellets, deben utilizarse pellets estandarizados de alta calidad. Esto debe ser bien comunicado al cliente.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones de aire dependen en gran medida no sólo de la calidad del combustible, sino también de la calidad de la estufa. La regulación electrónica del aire de entrada mejora las emisiones y la eficiencia. Además, existen filtros de gases de escape, pero actualmente sólo se instalan en raras ocasiones debido a los costes adicionales. La principal fuente de emisión de partículas proviene del encendido del proceso de combustión. El instalador siempre debe instruir y formar al cliente sobre este aspecto antes de la puesta en marcha del sistema.

Para el proceso de encendido, deben utilizarse encendedores adecuados y leña pequeña. En el caso de las estufas de leña, es posible encender la leña desde la parte superior o desde la parte inferior y se deben seguir las instrucciones del fabricante de la estufa. Para las estufas de pellets, el encendido automático es estándar.

Air fresco y de expulsión

Las estufas requieren una chimenea adecuada con un diámetro apropiado para el flujo de aire de salida. Esto debe ser evaluado por el instalador antes de vender la estufa. En caso de que la chimenea no sea adecuada, es necesario reformar la chimenea existente o construir una nueva. En este último caso, se suele instalar una chimenea exterior de acero inoxidable. Esto es lo que ocurre también en los casos en los que no existe ninguna chimenea.

Otro factor importante es asegurarse de que se pueda aspirar suficiente aire para garantizar un proceso de combustión seguro y limpio. Por lo tanto, se puede tomar aire fresco a través de la chimenea desde el exterior. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el aire se toma de la habitación calentada. Dependiendo del aislamiento y la estanqueidad del edificio, esto no suele ser un problema. Sin embargo, en los edificios modernos que son herméticos, hay que tener cuidado si la estufa está en funcionamiento y si el extractor de la cocina está encendido. En este caso, se puede instalar un control del aire de salida que permita el funcionamiento del extractor sólo si hay una ventana abierta.

Cuestiones de seguridad

Para la instalación de las estufas hay que seguir la normativa nacional en materia de seguridad. Esto se refiere principalmente a las distancias de seguridad con respecto a las paredes o al material inflamable. Si la estufa de leña se instala sobre un suelo de madera, suele ser necesario colocar una placa de cristal debajo de la estufa.

Mantenimiento de la estufa

Se recomienda ofrecer un contrato de mantenimiento al cliente o formar al cliente sobre el mantenimiento necesario. Puede ser necesario el siguiente mantenimiento:

- Puede ser necesario limpiar regularmente la ventana de la cámara de combustión, lo que puede hacerse mejor con un pañuelo de papel húmedo y un poco de ceniza en él. Siguiendo esta práctica se evita la aplicación de limpiadores químicos dañinos y costosos.
- Las juntas de la puerta de la cámara de combustión deben ser revisadas regularmente y, si es necesario, sustituidas.
- El tubo de conexión de la estufa a la chimenea no suele ser limpiado por el deshollinador y debe ser limpiado regularmente con un cepillo de acero (normalmente una vez al año).

Conexión al sistema central de calefacción

Las estufas de leña o de pellets que se conectan al sistema de calefacción central suelen estar equipadas con directrices bien documentadas para su instalación. Dichas directrices deben seguirse a rajatabla, especialmente en lo que respecta a las cuestiones de seguridad. La conexión y la capacidad del depósito de inercia deben estar bien planificadas. El trazado de la instalación de las nuevas tuberías debe estar bien planificado desde el principio del proceso de planificación.

Las estufas de pellets y leña combinan con ...

Las estufas de leña suelen utilizarse como calefactores para una sola habitación (por ejemplo, el salón). En este caso, pueden complementar cualquier sistema de calefacción central para calentar el espacio y el agua, independientemente de la tecnología y el combustible utilizados.

No obstante, las estufas modernas también pueden conectarse al ciclo del agua, calentando así el agua que luego circula por toda la casa e irradiando el calor mediante radiadores o suelo radiante. En este caso, las estufas no complementan el sistema de calefacción central, sino que lo sustituyen por completo.

¿QUÉ PODRÍA DECIR A SUS CLIENTES?

- Una buena calidad de la estufa es muy importante para minimizar las emisiones y mejorar la eficiencia. Los mayores costes de inversión inicial pueden amortizarse con el ahorro de combustible.
- La bioenergía es la fuente de calor renovable más antigua y, con diferencia, la más utilizada, con muy pocas emisiones de CO₂. Por lo tanto, el uso de leña o pellets contribuye en gran medida a la mitigación del cambio climático.
- Un buen mantenimiento de la estufa es muy importante.
- Sólo se debe utilizar leña o pellets de alta calidad.

BOMBAS DE CALOR ELÉCTRICAS

Tipo de edificio: edificios nuevos y existentes, edificios bien aislados térmicamente y equipados con un sistema de suministro de calor a baja temperatura, viviendas unifamiliares y bifamiliares

Antes de instalar una bomba de calor

- Aunque las bombas de calor pueden tener muchas ventajas, esto no significa necesariamente que sean siempre la mejor solución para sus clientes.
- De hecho, las bombas de calor instaladas en edificios mal aislados o que no se adaptan al sistema de distribución de calefacción interno existente pueden dar lugar a una baja eficiencia y a elevados costes de funcionamiento.
- Una casa bien aislada es clave antes de instalar una bomba de calor: como las bombas de calor son un dispositivo de baja temperatura, es importante que los edificios donde se instalen estén bien aislados. Los edificios mal aislados requieren temperaturas de flujo elevadas (lo que implica una reducción de la eficiencia de la bomba de calor, ya que el sistema debe trabajar más para satisfacer la producción de temperaturas más altas), y la necesidad de un sistema de calefacción adicional (es decir, una caldera de biomasa), lo que eleva los costes. Por otro lado, un aislamiento adecuado también reduce el tamaño de la bomba de calor necesaria, los costes de capital iniciales y, en el caso de la fuente de calor subterránea, la cantidad de suelo necesaria.



- En cuanto al sistema de distribución de la calefacción, la mayoría de las casas existentes tienen instalados radiadores como dispositivo emisor de calor. Los radiadores requieren que el agua se caliente a una temperatura elevada, por lo que la bomba de calor funcionará hasta un 25% menos con radiadores, en comparación con la calefacción por suelo radiante. En caso de que el consumo global de la casa sea adecuado para una bomba de calor y sólo se quiera reducir la temperatura de impulsión, los radiadores con una superficie más alta (si hay espacio suficiente para instalar radiadores más grandes) o los radiadores equipados con un ventilador (si no hay espacio suficiente) pueden ayudar a reducir la temperatura de impulsión a un nivel adecuado para instalar una bomba de calor.
- Para la instalación de una bomba de calor se necesita un espacio exterior.
- En el caso de los edificios de varios apartamentos, normalmente se necesita el voto mayoritario de todos los inquilinos del edificio para instalar una bomba de calor en uno de los pisos.

Directrices adicionales de planificación ⁴⁷

Ubicación

- Además de los requisitos técnicos para la instalación de una bomba de calor, también deben aclararse la conexión eléctrica, las necesidades de espacio y las posibilidades de utilizar fuentes de calor.
- Como requisito previo para un factor de rendimiento anual favorable, debe garantizarse lo siguiente:
- Diseño de la carga de calefacción según la normativa del país;
- Baja temperatura del flujo de calefacción en el punto de diseño: para A++, deben mantenerse 40°C ;
- Para temperaturas de flujo más altas, es necesario hacer aclaraciones adicionales en consulta con el cliente;
- Demanda anual de calor útil (por ejemplo, la cantidad de calor disipada por los radiadores): máx. 45 kWh por m² de superficie bruta y anualmente para sistemas con fuente de calor de aire de salida: máx. 10 kWh por m² de superficie bruta y año;
- Para una mayor demanda de agua caliente, es necesario hacer aclaraciones adicionales en consulta con el cliente. La demanda de agua caliente debe adaptarse al equipamiento y, si es necesario, a las necesidades especiales del usuario (perfil de toma). Valor orientativo: 2 kWh por persona y día, temperatura objetivo del agua caliente 55 °C;
- En el caso de una combinación con un sistema solar térmico, debe determinarse su rendimiento. Un sistema de calefacción solar térmica adecuadamente diseñado se encarga en gran medida de la preparación de agua caliente en el semestre de verano. La bomba de calor no funciona entonces, lo que prolonga su vida útil. El factor de rendimiento estacional de todo el sistema mejora considerablemente.
- Bomba de calor combinada con una caldera existente: Esta combinación, denominada funcionamiento bivalente, es una buena solución en determinados casos. Ejemplo: Una caldera de biomasa existente sustituye a una bomba de calor aire-agua en los días fríos.

⁴⁷ The descriptions in this section follow correspondingly to the publication: Klimaaktiv, 2015, „WEGWEISER ZUR GUTEN HEIZUNGS- UND LÜFTUNGSINSTALLATION - Qualitätslinie 2: Wärmepumpe“, issued by the Austrian Ministry of Climate.

-
- La instalación del sistema debe elegirse de forma que se cumplan los requisitos acústicos y de funcionamiento eficiente (por ejemplo, que no se generen polos de aire frío en el caso de las bombas de calor de aire).
- El sistema debe planificarse de forma que se cumplan los requisitos sobre regulación, protocolo de aceptación y documentación del sistema.
- Los accesorios y las conexiones de medición necesarios deben planificarse de forma que sea posible el equilibrado hidráulico del sistema. El equilibrado debe ser posible para cada grupo y sala.
- La fuente de calor debe ser accesible por una empresa especializada que garantice una ejecución de alta calidad.

Bombas de calor

La bomba de calor debe cumplir los requisitos de las normas de ensayo de la Asociación Europea de Bombas de Calor (EHPA) o llevar la etiqueta de calidad de la EHPA ⁴⁸.

Los valores del coeficiente de rendimiento (COP) se verificarán con una prueba de rendimiento según la norma EN 14511 de un instituto de pruebas acreditado.

Si se utiliza la comprobación de renovación, deberá seleccionarse una bomba de calor catalogada a tal efecto y todo el sistema deberá diseñarse en consecuencia.

Al dimensionar las bombas de calor, deben tenerse en cuenta los recargos a la carga de calefacción estándar y los tiempos de bloqueo para el recalentamiento de la bomba de calor. Debe evitarse el sobredimensionamiento de la bomba de calor.

Factor de rendimiento estacional

El factor de rendimiento anual debe calcularse en la fase de planificación según el método BIN y de acuerdo con las condiciones del edificio para los componentes del sistema seleccionados y adjuntarse a la documentación.

El factor de rendimiento estacional (SPF) calculado de este modo para el sistema global debe alcanzar al menos el valor 4⁴⁹. Debe distinguirse entre el SPF para la calefacción y el SPF para la calefacción y el agua caliente. Los factores de rendimiento estacional de las bombas de calor se evalúan incluyendo el agua caliente sanitaria y se mejoran continuamente. En el caso de los edificios próximos al estándar de casa pasiva, debido a la gran proporción de agua caliente con un nivel de temperatura comparativamente alto, es difícil alcanzar un factor de rendimiento anual para la calefacción y el agua caliente por encima del nivel 4, un SPF para la calefacción y el agua caliente superior a 4 es difícil de alcanzar a menos que se combine un sistema solar térmico.

No obstante, esto no significa que la producción de agua caliente sanitaria deba producirse preferentemente en un sistema separado (es decir, solar térmico). Por el contrario, generalmente las bombas de calor autónomas pueden satisfacer las necesidades de calor de los consumidores, sin el apoyo de un sistema complementario.

⁴⁸ EHPA, „EHPA Quality Label”: www.ehpa.org/ehpa-quality-label/about/

⁴⁹ The Seasonal Performance Factor (SPF) reflects the efficiency under real life conditions and is an individual figure. It is not possible to deduce the SPF from the COP, as the COP only applies to the heat pump alone and the SPF applies to the entire domestic heating system, where the heating surfaces including the required temperatures, the hot water (if this is provided by the heat pump), the user behaviour and the weather are taken into account.

También deben aplicarse otros procedimientos para la determinación del SPF, por ejemplo, los prescritos para la recepción de cualquier subvención.

Contadores de calor y contadores de accionamientos eléctricos

Para comprobar el factor de rendimiento estacional in situ, habría que instalar un contador de calor y otro de electricidad para el compresor y los accionamientos auxiliares.

Las bombas de circulación de calor modernas suelen ser capaces de medir la cantidad de calor de los flujos de ida y vuelta mediante contadores de calor y volumen. En el caso de las instalaciones más grandes, se recomienda controlar estas cifras en línea. En el caso de los proyectos de contratación, esto se suele hacer de todos modos para permitir un funcionamiento eficaz y ahorrar dinero.

Además de la unidad de control en el sistema, la bomba de calor tiene una unidad de control en la zona ocupada (esto normalmente sólo se aplica a las casas unifamiliares, donde los propietarios pueden dirigir directamente el sistema de calefacción desde allí

Control

El control de la calefacción dispone de un temporizador con un programa diario y semanal (para las viviendas unifamiliares, opción de programa de vacaciones adicional). El ajuste de la curva de calefacción (la relación entre el caudal y la temperatura ambiente, exterior) se optimiza en consulta con el usuario en función de las condiciones técnicas y locales específicas. Casa unifamiliar: además de la unidad de control en el sistema, instalación de una unidad de control remoto de fácil ajuste en la sala de estar con las siguientes funciones:

- Encender y apagar la calefacción,
- Cambiar el nivel de temperatura en toda la casa,
- Establecer programas con temporizador,
- Reducción de la temperatura durante el funcionamiento reducido.

Requisitos de los instrumentos de optimización:

- Las temperaturas del sistema (nivel de temperatura y diferencial de conmutación) deben ser ajustadas por un especialista;
- Para cada grupo de distribución de calor, se puede leer la temperatura de ida y de retorno;
- El sistema de control de la calefacción debe permitir la optimización del funcionamiento en el rango de la tarifa alta o baja en función del proveedor de electricidad;
- Si hay un sistema fotovoltaico, es necesario un sistema de control para optimizar el funcionamiento para el uso de la electricidad propia;
- Etiqueta Smart Grid (SG) para el uso de tarifas variables.

Bombas, acumuladores

Para evitar el encendido y apagado frecuente de la unidad (que acorta la vida útil de la misma) y para poder puentear los tiempos de desconexión de la alimentación eléctrica, se debe prever un acumulador de calor suficientemente dimensionado. En el caso de la calefacción por suelo radiante, debe tenerse en cuenta el efecto de almacenamiento de la estructura del suelo.

Un modo de funcionamiento sin elemento calefactor o con un uso limitado predefinido de un elemento calefactor eléctrico. En los días muy fríos puede tener más sentido utilizar directamente la electricidad en lugar de sobre utilizar la bomba de calor.

El agua caliente debe ser suministrada por un depósito de agua caliente independiente. Un acumulador de calefacción no tiene las temperaturas para el agua caliente. Por lo tanto, la producción de agua caliente sanitaria, que a causa de la legionela debe suministrar temperaturas de flujo de hasta 60 °C, debe suministrarse preferentemente mediante otros sistemas, por ejemplo, mediante paneles solares térmicos con un depósito de agua caliente independiente.

Ruido

Se garantiza que la bomba de calor, como fuente de ruido, no provoca emisiones de ruido inadmisibles (consulte las normas pertinentes sobre emisiones de ruido en su país). Se puede asumir como valor orientativo una reducción de 6 dB por duplicación de la distancia. En zonas residenciales tranquilas, estos valores pueden ser demasiado altos.

Debe tenerse en cuenta la emisión de ruido en el espacio habitado, especialmente en el caso de las construcciones ligeras.

Diseño de sondas de tierra / conductores de tierra

El diseño de los intercambiadores de calor de perforación / colectores de tierra se realiza sobre la base de un cálculo de acuerdo con la normativa pertinente del país. La tasa de extracción para las sondas de tierra no debe superar un máximo de 50 W por metro de sonda, en el caso de las sondas de tierra, y un máximo de 20 W/m² en el caso de los colectores de tierra. Sólo se permiten valores superiores si las condiciones geológicas lo permiten.

En cuanto a la documentación de la perforación, se recomienda un plano de las perforaciones, las líneas de las sondas hasta la casa, un protocolo del capataz de la perforación con la hoja de ejecución de la perforación, el protocolo de inyección y la información sobre el material de inyección, así como un protocolo de prueba de presión de las sondas.

Requisitos para el aislamiento térmico de las tuberías



Todas las tuberías de calefacción y agua caliente de las habitaciones deben estar aisladas contra la pérdida de calor, como mínimo, de acuerdo con la normativa pertinente. Los aparatos y accesorios también deben estar aislados térmicamente.

Indicación de los costes de operación

Los costes de funcionamiento anuales previstos, incluido el mantenimiento, se calcularán sobre la base del factor de rendimiento estacional para una temperatura ambiente acordada. También se presentará una variante de los costes de funcionamiento con electricidad verde.

Instalación de un Sistema con bomba de calor

El sistema se instalará de forma que se cumplan los requisitos relativos a la regulación, el protocolo de aceptación (si existe) y la documentación del sistema.

Deben planificarse los accesorios y las conexiones de medición necesarios para que sea posible el equilibrio hidráulico del sistema. El equilibrio hidráulico debe ser posible para cada grupo de distribución y habitación.

Planificador o instalador de bombas de calor certificado

Además de las formaciones nacionales para instaladores (si se dispone de ellas), se recomienda comprobar las pruebas de las cualificaciones adicionales que documentan el compromiso particular y los conocimientos especializados del instalador en cuestión. Las pruebas adecuadas son las instalaciones de referencia y el certificado de un instalador o planificador de bombas de calor certificado, si está disponible.

Instrucciones de funcionamiento

Para todas las funciones esenciales, el instalador o el fabricante de la bomba de calor, respectivamente, deben poner a disposición las instrucciones de funcionamiento, incluidas las instrucciones para la determinación del factor de rendimiento estacional.

Ajuste, informe de aceptación, documentación del Sistema

Tras el equilibrio hidráulico y el ajuste de la bomba de calor de funcionamiento y de la bomba de circulación a la curva de calefacción, deberá redactarse un informe de aceptación y entregarse la documentación del sistema durante la puesta en servicio.

Combinación de bomba de calor con energía fotovoltaica

En principio, esta combinación ofrece la posibilidad de utilizar electricidad autogenerada, pero los rendimientos de los sistemas fotovoltaicos son bajos durante la temporada de calefacción. En un día medio de diciembre, sólo cabe esperar alrededor de 1 kWh de electricidad por kWp.⁵⁰

En pleno invierno, sólo una parte de la electricidad fotovoltaica autoproducida puede utilizarse para la calefacción y el agua caliente. Para el resto, será necesaria la electricidad de la red. Sin embargo, al principio o al final del invierno, la instalación fotovoltaica puede suministrar más electricidad de la que se necesita para el hogar. Entonces, la bomba de calor puede utilizar la energía del sistema fotovoltaico para su funcionamiento. La HP puede aprovechar el suministro del sol, que fluctúa durante el día:

⁵⁰ Under mid-European conditions.

- a) En el caso de la calefacción por suelo radiante, el pavimento actúa como amortiguador (regla general: 1 metro cuadrado de suelo corresponde a 100 litros de almacenamiento de agua)
- b) Un depósito de agua caliente del tamaño de 300 litros puede almacenar aproximadamente 15 kWh de calor, para lo cual la bomba de calor utiliza unos 5 kWh de energía eléctrica.

En los meses más soleados, el calentamiento del agua con almacenamiento mediante una bomba de calor en comparación con el almacenamiento en baterías es la opción más económica. La cuota de autoconsumo de un sistema fotovoltaico puede incrementarse en aproximadamente una quinta parte. Recomendación: Pida a su planificador de sistemas fotovoltaicos y bombas de calor que calcule la producción y la demanda diaria de electricidad en un día característico de invierno, por ejemplo, el 21 de enero, con una temperatura media diaria de 0 °C, para obtener una estimación realista del uso de electricidad propia para la bomba de calor.

Las bombas de calor combinan con ...

En muchos casos, los sistemas de bombas de calor pueden combinarse con éxito con los sistemas de energía solar térmica, de modo que la energía solar térmica puede utilizarse para satisfacer una gran parte de las necesidades de agua caliente en verano y parte de la carga de calefacción durante los períodos de transición. Además, el rendimiento de las bombas de calor aumenta considerablemente cuando la temperatura de la fuente de calor se incrementa con la energía solar térmica.

La energía solar en combinación con las bombas de calor también se utiliza en forma de paneles fotovoltaicos: las bombas de calor necesitan electricidad para funcionar, y si se instala energía solar fotovoltaica para producir electricidad, la energía solar fotovoltaica cubrirá (parte de) las necesidades eléctricas de la bomba de calor. Además, la electricidad fotovoltaica también puede utilizarse para hacer funcionar una bomba de calor dedicada únicamente a la preparación de agua caliente sanitaria (a menudo instalada en el sótano). Esta combinación suele ser competitiva con la energía solar térmica para el agua corriente y podría, por ejemplo, hacer más eficiente el funcionamiento de una caldera de biomasa. Las calderas de biomasa que funcionen sólo para la producción de agua corriente en verano no deberían funcionar por debajo del 30% de la potencia nominal instalada, para evitar que la caldera se llene de hollín y funcione de forma más ineficiente.

Por último, pero no menos importante, una bomba de calor con sistema de almacenamiento térmico es un sistema que hace funcionar una bomba de calor durante la noche utilizando electricidad barata; durante este tiempo, la energía térmica generada se almacena en un tanque de almacenamiento térmico.

¿QUÉ PODRÍA DECIRLE A SUS CLIENTES?

- **Eficiencia energética:** por cada kW de electricidad que consume una bomba de calor, se generan unos 4 kW de energía térmica. Esto corresponde a una eficiencia del 300%.
- **Versátil:** gracias a una válvula de inversión, una bomba de calor puede cambiar el flujo de refrigerante y calentar o enfriar una vivienda.
- **Sostenible:** Una bomba de calor puede ser hasta un 100% neutra desde el punto de vista climático si la electricidad necesaria para su funcionamiento se genera también a partir de energías renovables, por ejemplo, si se utiliza electricidad verde o se combina la bomba de calor con un sistema fotovoltaico en el tejado de la casa.

- **Europea:** la gran mayoría de las bombas de calor instaladas en Europa se fabrican también en Europa. De hecho, las empresas de bombas de calor de la UE desempeñan un papel de liderazgo en el desarrollo de la tecnología.
- **Proveedor de seguridad energética:** la UE importa anualmente energía por valor de más de 400.000 millones de euros. Las bombas de calor reducen el uso de energía primaria y final. Por lo tanto, necesitaríamos menos energía y, en consecuencia, habría que importar menos. Esto ahorra costes y asegura el suministro de energía al mismo tiempo: nos volvemos más independientes energéticamente.
- **Facilitador de la transición del sistema eléctrico:** Las bombas de calor pueden ayudar a integrar grandes cantidades de electricidad fluctuante procedente de la energía eólica y la fotovoltaica. Las unidades combinadas junto con las unidades de almacenamiento de electricidad o calor pueden ser controladas de tal manera que hagan un uso óptimo de la electricidad fotovoltaica autogenerada o de la electricidad renovable de la red. Los proveedores de energía ya ofrecen tarifas más favorables por ello y las bombas de calor que llevan la etiqueta "Smart Grid Ready" están preparadas para cumplir estos requisitos.

TÉRMICA SOLAR

Tipo de edificio: edificios individuales, de pequeño y gran tamaño

Directrices de planificación

Una gran parte de las necesidades de calor para la preparación de agua caliente puede cubrirse con un sistema solar térmico. Además, un sistema solar del tamaño adecuado también puede apoyar la calefacción. Básicamente, un sistema solar puede combinarse de forma sensata con cualquier sistema de calefacción. La demanda de agua caliente depende en gran medida del comportamiento de los residentes y, por tanto, está sujeta a fluctuaciones. Se calcula con diferentes métodos (véase la tabla siguiente).

Una instalación solar térmica bien planificada debería alcanzar un grado de cobertura del 60% o superior con el apoyo exclusivo del calentamiento del agua. Si el sistema de calefacción también debe ser apoyado por el sistema solar, se debe aspirar a una tasa de cobertura solar de al menos el 25 por ciento (edificio antiguo) o el 70 por ciento (edificio nuevo) de la necesidad total de calor (agua caliente y calefacción). En el caso de los edificios no renovados, puede tener sentido preferir las medidas de aislamiento al apoyo de la calefacción solar térmica.

Para una buena aceptación de la energía solar también es importante construir los sistemas con una alta calidad estética. Esto también demuestra que tener en cuenta los requisitos de diseño no suele suponer pérdidas notables en el rendimiento solar. En la mayoría de los casos, una buena integración incluso favorece la rentabilidad global.



A la hora de dimensionar los tamaños de los componentes más importantes de una instalación solar térmica (superficie de colectores y acumulador de agua caliente), debe seguirse la siguiente secuencia:

1. Determinar la demanda diaria de agua caliente (nivel de temperatura 50°C),
2. Calcular el volumen del depósito de agua caliente,
3. Determinar la superficie del colector,
4. Corrección de la superficie del colector debido a las desviaciones de la inclinación y orientación óptimas

La demanda diaria de agua caliente puede determinarse de dos maneras. O bien se utiliza un método de cálculo aproximado con 50 litros por día y persona (a 50°C) o se realiza una recopilación detallada basada en la siguiente tabla. La demanda de agua caliente, al igual que el consumo de agua fría, depende en gran medida del comportamiento de cada usuario.

Tabla 1: Resumen de las distintas cantidades de consumo y niveles de temperatura ⁵¹

	Requisitos de agua caliente (litros)	Temperatura (° C)
Lavaplatos	12-15	50
Lavado de manos	2-4	50
Lavado de cabeza	8-11	50
Ducha	23-45	50
Baño en bañera estándar	90-135	50
Baño en bañera grande	188-300	50

Una vez determinada la demanda diaria de agua caliente, también se puede determinar el volumen de almacenamiento. El volumen de almacenamiento para una instalación solar de calentamiento de agua en viviendas unifamiliares y adosadas debe ser aproximadamente el doble de la demanda diaria, lo que permite hacer un puente en los días con poco sol y cubrir los picos de consumo. Dado que los fabricantes no ofrecen acumuladores de todos los tamaños, hay que orientarse por los tamaños habituales del mercado. Sin embargo, el tanque de almacenamiento no debe desviarse del volumen calculado en más de un 10% en la parte inferior y en más de un 20% en la superior. Los depósitos de almacenamiento habituales en el mercado son de 300, 400, 500, 750 y 1.000 litros.

El siguiente paso es determinar la superficie del colector. Como la superficie del colector depende de varios factores, hay que tenerlos en cuenta a la hora de dimensionar. Los posibles factores que influyen son:

- Consumo de agua caliente sanitaria
- Tipo de colector
- Grado deseado de cobertura solar de la demanda de agua caliente sanitaria
- Las condiciones climáticas del lugar
- La inclinación y orientación del colector

Para calentar el agua con energía solar, se debe conseguir una cobertura solar de casi el 100% durante los meses de verano. Así, la caldera para el recalentamiento (de escaso rendimiento) no tendrá que funcionar

⁵¹ Source: Ausbildungsskriptum „Solarwärme“ (AIT und AEE INTEC)

durante esos meses. Por lo tanto, a la hora de dimensionar, se debe aspirar a una cobertura solar anual del agua caliente sanitaria de aproximadamente el 70%.

La tabla siguiente se aplica a una orientación óptima (sur) y a una inclinación adecuada del colector (45°). Si la orientación y la superficie de los colectores se desvían de estas condiciones óptimas, la reducción del rendimiento resultante puede compensarse aumentando la superficie de los colectores entre un 10 y un 20%. En el caso de las instalaciones integradas en el sistema de calefacción, los colectores solares deben alinearse con una desviación máxima de 45° (de sureste a suroeste) y configurarse con un ángulo de 45° a 60°. Para poder manejar el gran número de parámetros con mayor precisión y facilidad a la hora de calcular el grado de cobertura, el cálculo del grado de cobertura debería realizarse mediante un programa de simulación. La verificación debe realizarse mediante un cálculo con un programa de cálculo reconocido con datos climáticos locales

Tabla 2: Consumo y volumen del depósito de agua caliente y superficie del colector ⁵²

Demanda diaria (litros / día a 50 ° C)	Volumen del depósito (liters)	Superficie del colector m2 (colector plano)
Hasta 100	200	4
Hasta 200	400	6
Hasta 300	500-700	8-12
Hasta 400	750-1.000	12-16

Acumulador solar

El acumulador solar almacena la energía solar suministrada mientras no se necesita o sólo se necesita parcialmente y la vuelve a poner a disposición en los momentos en que no hay radiación solar. También existen diferentes sistemas de acumuladores: además de los clásicos acumuladores solares, en los que se calienta el agua potable mediante un intercambiador de calor, también existen acumuladores intermedios en los que se almacena el agua de calefacción. También existen conceptos de almacenamiento estratificado, especialmente con los mencionados acumuladores intermedios, en los que el agua calentada está "estratificada" en el acumulador de forma que no se produzcan mezclas indeseadas. Esto facilita la combinación con otros sistemas de calefacción para calentar parcialmente las habitaciones con energía solar.



Figura 20 Sistema de bombeo para colectores solares y termómetros solares térmicos

⁵² Source: Ausbildungskriptum „Solarwärme“ (AIT und AEE INTEC)

Almacenamiento de agua caliente/acumulador de inercia

Un buen aislamiento del acumulador reduce las pérdidas de calor. Incluso cuando se instala en la zona calefactada, las pérdidas pueden ser elevadas, por lo que es necesario un buen aislamiento térmico. Si el acumulador se instala en la zona calefactada, un buen aislamiento también reduce el riesgo de sobrecalentamiento debido a una emisión de calor no deseada. El acumulador es suficientemente bueno si su clase de eficiencia energética es al menos la clase B para los acumuladores de hasta 500 litros o al menos la clase C para los acumuladores más grandes.

Si se utiliza una instalación solar como apoyo a la calefacción, el acumulador intermedio debe dimensionarse con 50 a 70 litros por m² de superficie de colectores. Los datos técnicos necesarios para el cálculo pueden solicitarse al fabricante.

Producción de agua caliente mediante electricidad

Debido a las elevadas pérdidas de conversión y a las emisiones asociadas a la generación de electricidad, la producción de agua caliente con electricidad directa no se recomienda según criterios energéticos y ecológicos primarios. Por lo tanto, sólo es aceptable como sistema de recalentamiento en edificios con sistemas solares térmicos de gran tamaño (tasa de utilización para la preparación de agua caliente sanitaria superior al 80%) y como sistema de recalentamiento en edificios con bombas de calor con preparación de agua caliente y con una unidad compacta de bomba de calor en una medida limitada. Los clientes se benefician de la evitación del calentamiento directo del agua con electricidad gracias a la reducción de los costes energéticos, ya que la electricidad es mucho más cara que otras fuentes de energía habituales. El beneficio para la política climática del calentamiento de agua mediante energía solar térmica radica en que las emisiones de dióxido de carbono y de contaminantes son significativamente menores en comparación con el calentamiento de agua con electricidad.

Control / regulación

Para poder operar la instalación solar de forma óptima y segura, es necesario un control. Su tarea consiste en controlar las bombas y las válvulas en función de las temperaturas del colector y del acumulador o, si el rendimiento solar es demasiado bajo, en calentar el acumulador a través del sistema de calefacción existente⁵³.

Paneles solares térmicos combinan con ...

Los sistemas solares térmicos rara vez son tecnologías autónomas. En la mayoría de los casos, los sistemas solares térmicos pueden utilizarse para producir agua caliente y para completar un sistema de calefacción de espacios. Pueden funcionar en combinación con tecnologías de biomasa, bombas de calor y energía fotovoltaica.

Debido a la naturaleza inestable e intermitente de la disponibilidad de la energía solar, se requiere un sistema de almacenamiento de energía térmica para almacenar la energía térmica y recuperarla siempre que se necesite. El almacenamiento de energía térmica no sólo elimina la discrepancia entre la oferta y la demanda de energía, sino que también aumenta el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas energéticos.

⁵³ klimaaktiv, 2017, „Wegweiser zur guten Installation von Solaranlagen Qualitätslinie Solarwärme“
(<https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/erneuerbarewaerme/Heizungssysteme/solaranlagen/QL-Solarw-rme.html>)

¿QUÉ PODRÍA DECIR A SUS CLIENTES?

- La luz solar es gratuita, así que una vez que haya pagado la compra inicial y la instalación del sistema, sus gastos de agua caliente se reducirán.
- Los sistemas solares térmicos pueden reducir su consumo de electricidad, por ejemplo, conectando el lavavajillas y la lavadora a una conexión de agua caliente con el agua calentada por el sol.
- El agua caliente solar es un sistema de calefacción ecológico y renovable y puede reducir sus emisiones de dióxido de carbono.
- El calentamiento solar del agua puede proporcionarle entre la mitad y dos tercios de sus necesidades anuales de agua caliente.
- Los sistemas térmicos solares necesitan poco mantenimiento y sus costes son muy bajos.

DISTRICT HEATING RENEWABLE

Tipo de edificio: adecuado para todos los edificios de las zonas en las que se dispone de redes de calefacción urbana, independientemente de su tamaño o tipo

Directrices de planificación

La red de calefacción urbana transporta el medio de calefacción caliente a los consumidores y el medio refrigerado de vuelta a los generadores de calefacción. Para transferir el calor, los consumidores deben estar conectados directa o indirectamente (mediante intercambiadores de calor) al sistema. El punto de conexión puede definirse desde un punto de vista técnico, así como desde un punto de vista legal. Por lo general, el sistema de calefacción central del edificio pertenece legalmente al propietario de este, mientras que la red de DH pertenece al operador de la red. La estación de transferencia de calor puede ser propiedad del propietario del edificio o del propietario de la red, dependiendo de los modelos de negocio y de los contratos.

Estaciones de transferencia de calor

La estación de transferencia de calor es el equipo que transfiere el calor de la red de DH a los consumidores. Normalmente (en Austria y Alemania), las viviendas se conectan a la red de calefacción urbana mediante un intercambiador de calor (sistema indirecto) para separar el agua de la DH y la instalación de la vivienda. Este equipo se encuentra en una estación de transferencia de calor en las casas. En otros países (por ejemplo, en Dinamarca), suele aplicarse un sistema directo sin intercambiador de calor.



Las estaciones de transferencia de calor suelen estar compuestas por un intercambiador de calor (sistema indirecto), una unidad de control para regular la temperatura del flujo para la vivienda, una válvula motorizada y un contador de calor. Es habitual utilizar válvulas de motor equilibradas por presión diferencial, para reducir las fluctuaciones y establecer un caudal máximo cuando la válvula está completamente abierta. Con este ajuste, es posible limitar el caudal (potencia calorífica) de la estación de transferencia de calor a un valor garantizado por contrato.

Dependiendo de la legislación, puede ser necesario instalar un contador de calor calibrado oficialmente. El contador de calor debe calibrarse periódicamente. Por lo general, los costes de calefacción se componen de los costes del calor utilizado (€/kWh), la carga máxima de calor necesaria (€/kW al mes) y los costes de medición (€/a).

Hoy en día es estándar un sistema de supervisión (temperaturas, apertura de válvulas y cantidad de consumo de calor) que está conectado a la placa de calefacción. Esto se consigue con un sistema de bus para todas las estaciones de calefacción. Este sistema de supervisión también puede utilizarse para controlar el diferencial de todas las estaciones de calefacción. Este sistema de supervisión también puede utilizarse para controlar la presión diferencial de la bomba principal de calefacción (gestión de válvulas). Además, la monitorización ayuda a identificar a los clientes con mayor temperatura de retorno y a aplicar sanciones.

La ventaja de un sistema indirecto es que el agua de AC y el agua de calefacción de los clientes están separados y que la oxigenación de las tuberías de plástico de los clientes no puede dañar la red de AC.

El Sistema de calefacción del edificio

El sistema de calefacción del edificio debe ajustarse para aumentar la eficiencia global del sistema.

La instalación hidráulica del edificio del consumidor debe permitir que las temperaturas de retorno a la red de calefacción sean bajas. Si las temperaturas de retorno son demasiado altas, el consumidor puede recibir instrucciones para cambiar algunas partes de la instalación hidráulica. Esto también debería incluirse en el contrato.

Los consumidores suelen utilizar radiadores, suelo radiante, calefacción de pared o techo radiante para distribuir el calor a las habitaciones. Los radiadores necesitan una temperatura más alta que los otros sistemas de calefacción por paneles (de gran superficie). Por lo tanto, la calefacción de suelo, pared y techo da lugar a temperaturas de retorno más bajas para la red de DH y reduce los costes de bombeo de la red.

Si se utilizan tuberías de plástico para la calefacción, debe haber una conexión indirecta del consumidor (intercambiador de calor) para evitar la oxigenación y la acumulación de lodos en la red de DH.

Producción de agua caliente sanitaria

Además de la calefacción de espacios, el calor de la red de calefacción puede utilizarse también para el suministro de agua caliente sanitaria (ACS). En la mayoría de las redes de calefacción de Alemania o Dinamarca, el suministro de calor para preparar agua caliente forma parte del servicio. En algunos otros países, especialmente en el sur de Europa, las redes de DH existentes sólo funcionan durante el invierno y no se proporciona ningún servicio para el suministro de agua caliente. En este caso, se necesitan otros equipos para la preparación de agua caliente.

La preparación y el suministro de ACS deben garantizar la seguridad sanitaria. Los agentes patógenos, como las bacterias y la legionela, pueden causar problemas de salud y deben evitarse. Su aparición no es un problema específico relacionado con la calefacción urbana, ya que pueden darse en todos los sistemas de

agua caliente. La contaminación con legionela tiene lugar en las instalaciones de producción y distribución de agua caliente sanitaria, es decir, en el sistema de tuberías de agua potable, la circulación y el depósito de almacenamiento. El propietario de la instalación de agua caliente sanitaria es responsable de garantizar la seguridad sanitaria.

Conexión entre la calefacción urbana y los sistemas de consume

El sistema de calefacción de los consumidores (hogares) debe estar conectado al sistema de calefacción urbana de forma eficiente. Por lo tanto, el sistema hidráulico en el lado del consumidor debe estar bien adaptado. Es importante evitar los atajos en el circuito. El sistema del consumidor no debe elevar la temperatura de retorno del sistema de calefacción urbana; esto significa que el flujo de la calefacción del consumidor no debe mezclarse directamente con el flujo de retorno.

La figura siguiente presenta los sistemas de distribución hidráulica adecuados y no adecuados utilizados en el lado del consumidor. La experiencia práctica demuestra que el tercer sistema es el más común, fácil de planificar y que funciona sin problemas hidráulicos. A la hora de conectar el sistema hidráulico del consumidor al sistema de DH, deben asegurarse los esquemas de buenas prácticas de la figura siguiente. Si el sistema no es adecuado, debe cambiarse. Además, hay que tener en cuenta que los sistemas, incluidos el intercambiador de calor, las tuberías, las válvulas y las válvulas del motor, no estén sobredimensionados.

A menudo, los consumidores ya habrán instalado sistemas de calefacción solar en sus edificios cuando se planifica la red de DH. La integración de estos colectores solares depende de varios aspectos, como el tipo, el tamaño y la antigüedad del sistema solar. Si existen colectores solares en el edificio del consumidor, deberán utilizarse principalmente para la producción de agua caliente sanitaria. Si también se prevé incluirlos en el sistema de calefacción, debería utilizarse un depósito de inercia. La instalación solar podría alimentar el acumulador intermedio con calor y, si la temperatura es demasiado baja, se podría utilizar el calor de la red de calefacción para mantener la temperatura deseada. De este modo, el calor podría transferirse a la parte superior del acumulador intermedio o el sistema podría calentarse externamente con un intercambiador de calor⁵⁴.

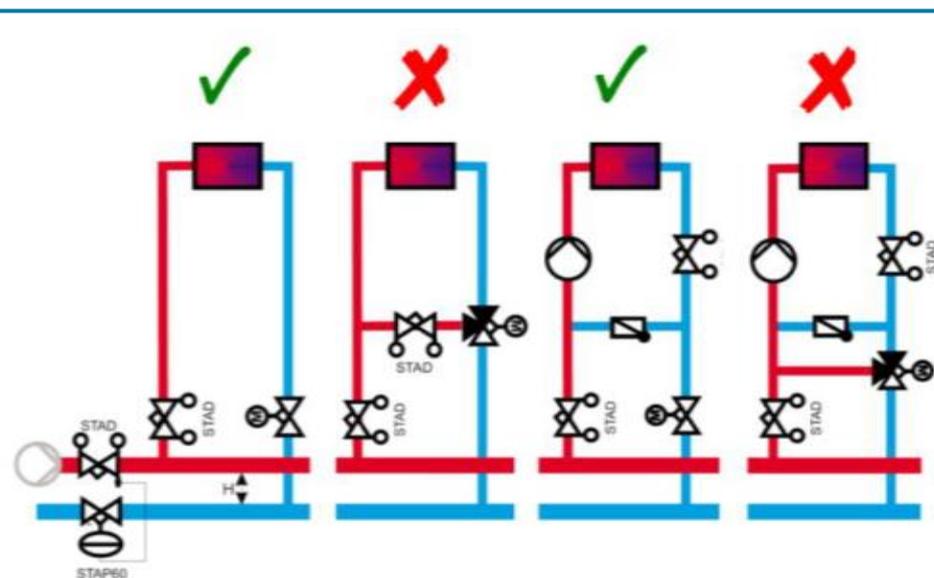


Figure 4 Hydraulic distribution that can be used for DH systems at consumer side

Source: Güssing Energy Technologies, based on Tour & Andersson Ges.m.b.H., 2005

⁵⁴ Dominik Rutz, Christian Doczekal, Richard Zweiler, Morten Hofmeister, Linn Laurberg Jensen, CoolHeating project, 2017, „ Small Modular Renewable Heating and Cooling Grids: A Handbook” (https://www.coolheating.eu/images/downloads/D4.1_Handbook_EN.pdf)

Factor de energía primaria

Si es posible, la calefacción y el agua caliente deben ser suministradas por la calefacción urbana a partir del calor residual o la cogeneración. Cuanto mayor sea la proporción de fuentes de energía renovables, más positivo será el efecto sobre el factor de energía primaria y, por tanto, sobre la demanda o el consumo de energía primaria.

El principal criterio para evaluar si el uso de un sistema de calefacción urbana merece la pena desde el punto de vista energético y ecológico debe ser siempre el aporte de energía primaria (factor de energía primaria) del respectivo proveedor de calefacción urbana. La calefacción urbana sólo tiene sentido desde el punto de vista energético si el factor de energía primaria es significativamente menor que el factor de energía primaria para el uso directo de un combustible (por ejemplo, el gas). Esto se debe a las pérdidas de distribución, a veces muy elevadas, de un sistema de calefacción urbana.

Dado que cada sistema de calefacción urbana está estructurado de forma diferente, la información sobre el factor de energía primaria debe ser proporcionada por el operador de la calefacción urbana, con el fin de evaluar adecuadamente el sistema de calefacción urbana. Sin embargo, esta evaluación debe tener siempre en cuenta el parque de centrales eléctricas actual, ya que la proporción de energías renovables y, por tanto, la energía primaria utilizada, depende de ello.

También hay que aclarar con el operador de la conexión de calefacción urbana si existe la obligación de comprar ciertas cantidades de energía durante un determinado periodo de tiempo.

Además, muchos proveedores de calefacción urbana limitan la temperatura máxima de retorno tras el intercambiador de calor. Esto les permite utilizar mejor las redes de calefacción urbana y los generadores de calor, pero tiene un impacto directo en el funcionamiento de la red de calefacción del edificio, ya que afecta a la temperatura de retorno de la conexión de calefacción urbana.

Dado que el consumo de energía primaria de un sistema de calefacción urbana no sólo depende de la generación, sino también en gran medida de las pérdidas, es importante minimizarlas. Además de una reducción absoluta de las pérdidas mediante el aislamiento térmico, también se pueden aplicar otras medidas para reducir las pérdidas. Por un lado, la red de calefacción urbana debe ser lo más corta posible para reducir las pérdidas totales. Por otro lado, la relación entre la cantidad de calor adquirida y la longitud de la red de tuberías debe ser lo más grande posible. Cuantos más edificios se conecten por metro o kilómetro de tubería (es decir, cuanto más calor se aproveche por metro), menores serán las pérdidas del sistema de distribución.

El valor objetivo para lograr una buena relación beneficio-pérdida debería ser de al menos 1,2 MWh por metro de tubería (incluidas las tuberías de conexión a las viviendas)⁵⁵.

El district heating renewable combina con ...

Muchos sistemas de calefacción urbana en zonas densamente pobladas de Europa utilizan la tecnología de cogeneración (CHP), que permite producir calor y electricidad simultáneamente. Independientemente del "combustible" utilizado en cualquier unidad de conversión de energía (es decir, gas natural, biomasa, gas verde sintético o electricidad), la utilización del subproducto o calor "residual" aumenta la eficiencia energética global, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema energético y hace que esas unidades de conversión sean más resistentes a los precios de los "combustibles" y a los ingresos por venta de electricidad, debido a los ingresos por venta de calor de la cogeneración.

⁵⁵ Klimaaktiv, 2011, "Merkblatt Fernwärme" (https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:d99f71a7-a24a-4563-9dbf-edbb20dd6066/Merkblatt_Fernwaerme.pdf)

Otra ventaja significativa de la DH es que ofrece la opción de utilizar el calor residual de la industria, la infraestructura de TI, las alcantarillas de aguas residuales (o plantas de tratamiento), etc., así como las fuentes de calor renovables de baja temperatura como la geotermia, la energía solar térmica o incluso el calor ambiental de lagos, ríos o franjas costeras. Las bombas de calor pueden ayudar a explotar esas fuentes de energía bombeando el calor de esas fuentes a las temperaturas de suministro o retorno requeridas por los sistemas de DH y capturándolo. Con temperaturas muy bajas, el calor de la DH puede almacenarse incluso estacionalmente en depósitos subterráneos o en estanques de almacenamiento de agua para su aprovechamiento durante la temporada de calefacción. Una condición previa es que las casas de los consumidores finales puedan manejar el calor de suministro a baja temperatura (es decir, sistemas de calefacción de superficie de baja demanda energética y de suelo/pared).

Otro complemento para los sistemas de DH es la energía solar térmica. En las redes de DH más pequeñas, durante el verano puede ser beneficioso puentear el funcionamiento parcial o totalmente mediante el suministro de energía solar térmica a través de la red. A menudo, la caldera y/o las instalaciones de almacenamiento cuentan con instalaciones solares precisamente para este fin. Si no se apaga por completo, la red debería funcionar sólo durante varias horas al día mediante almacenamientos intermedios descentralizados. De lo contrario, las pérdidas de calor podrían ser demasiado elevadas en verano (ya que sólo se necesita agua caliente sanitaria).

Si ya dispone de colectores solares térmicos en su tejado, normalmente puede seguir utilizándolos cuando se conecte a un sistema de DH. En este caso, simplemente se ahorra dinero por cada kWh que no se necesita de la red de distribución.

¿QUÉ PODRÍA DECIR A SUS CLIENTES?

- **Energía local y renovable:** la calefacción urbana puede integrar energías renovables combustibles que son difíciles de gestionar en calderas pequeñas, por ejemplo, residuos de madera, paja y residuos agrícolas, así como las fracciones biogénicas de los residuos municipales y los lodos de depuradora. Además, los combustibles renovables, incluidos los biocombustibles, la energía geotérmica, la solar y la eólica, se aprovechan mejor cuando se integran en las redes de calefacción urbana.
- **Prevención y control de la contaminación local:** la calefacción urbana reduce la emisión de contaminantes, como las emisiones de partículas, el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, al trasladar los escapes de las calderas individuales a chimeneas centralizadas. Gracias a las economías de escala, se pueden aplicar medidas de prevención y control de la contaminación mucho más eficaces en las instalaciones centrales de producción.
- **Alto confort:** la infraestructura de calefacción urbana se instala fuera de los hogares. El almacenamiento, el mantenimiento, la sustitución y las actualizaciones del sistema causan una interrupción mínima en la vida de los ciudadanos. Así, no hay que preocuparse de nada, sólo hay que conectarse y pagar las facturas del suministro de calor.
- **Combinación de combustibles flexible y sostenible:** la calefacción urbana permite una combinación energética muy flexible. Se pueden integrar nuevos combustibles y fuentes de energía con una necesidad mínima de reestructuración por parte del operador. Los clientes no necesitan ninguna medida de adaptación cuando cambian de fuente de energía.
- **Mayor seguridad energética:** las pasadas crisis del gas, sobre todo en 2006-2007 y 2009, han puesto de manifiesto la vulnerabilidad del sistema de suministro energético europeo. En varios países y ciudades, los sistemas de calefacción urbana pudieron aliviar considerablemente la situación al cambiar a combustibles alternativos.

4 OTRAS OPCIONES DE CALEFACCIÓN

4.1. Calefacción con fotovoltaica

Con las tecnologías fotovoltaicas más avanzadas, los paneles fotovoltaicos pueden utilizarse ahora no sólo para alimentar las viviendas y los electrodomésticos, sino también para calentar las casas y el agua sanitaria.

Esto puede hacerse complementando el sistema principal de calefacción, como una bomba de calor, con un sistema fotovoltaico.

Hay diferentes opciones para utilizar la energía fotovoltaica para la calefacción:

Energía FV para alimentar una bomba de calor

Dependiendo de la demanda de calor del edificio, las bombas de calor pueden ser ya por sí mismas sistemas muy eficientes desde el punto de vista energético. Pueden funcionar con la propia electricidad de un sistema fotovoltaico y, de este modo, aumentar el rendimiento medioambiental y económico. Esto se aplica tanto a las bombas de calor para el suministro de agua caliente como a las bombas de calor para la calefacción de espacios.

Un problema es que la demanda de calor es alta en invierno, cuando la generación de energía de un sistema fotovoltaico suele ser menor. Por lo tanto, se recomienda instalar sistemas fotovoltaicos lo más grandes posible, que cubran todo el tejado.

FV/T: módulos fotovoltaicos combinados con colectores solares térmicos

Algunos fabricantes ofrecen módulos especiales que combinan colectores fotovoltaicos y solares térmicos. El colector suele estar detrás de las células fotovoltaicas. Utiliza líquidos como medio de transporte de calor o aire caliente. Como la luz es absorbida por las células fotovoltaicas, el colector no es tan eficiente como lo sería sin la fotovoltaica. Sin embargo, el medio de transporte de calor "enfía" las células fotovoltaicas, lo que puede aumentar la generación de electricidad. Los colectores FV/T son ciertamente productos de nicho y podrían tener sentido en lugares con espacio limitado, pero con un alto consumo de energía.

- **Energía FV para una barra calefactora en el depósito de inercia**

La calefacción directa con energía fotovoltaica no suele tener sentido desde el punto de vista económico, ya que el coste del calor del sistema de calefacción instalado suele ser inferior al de la electricidad fotovoltaica. Además, no funciona cuando no brilla el sol y sería insuficiente en épocas de gran demanda de calor, especialmente durante los inviernos fríos y oscuros. Sin embargo, en algunos casos tiene sentido utilizar la electricidad fotovoltaica para la calefacción directa, además de otro sistema de calefacción. Este es el caso cuando los ingresos por el exceso de electricidad inyectada en la red pública son inferiores a los costes del suministro de calor (lo que suele ocurrir, cuando no se aplican las tarifas de alimentación). En estos casos, se puede instalar una barra calefactora eléctrica en el depósito de inercia, para calentar el depósito de inercia con electricidad. Esto se utiliza también en otros dos casos. En el caso de las calderas de leña alimentadas manualmente, esta barra eléctrica puede utilizarse como dispositivo de emergencia en caso de que no se pueda alimentar la caldera de leña, por ejemplo, debido a una enfermedad. El otro caso se aplica a los países en los que existe un límite de potencia de los inversores fotovoltaicos (por ejemplo, el 70% para algunos sistemas fotovoltaicos en Alemania) y la electricidad que exceda el límite se verá gravada (y se perderá). En este caso, la energía no utilizada de la fotovoltaica puede utilizarse para hacer funcionar la barra eléctrica del depósito de inercia.

4.2. Fachadas multifuncionales

Aunque las medidas de rehabilitación son de importancia primordial para garantizar un uso eficiente de la energía dentro del edificio, actualmente la mayoría de las renovaciones de edificios se refieren a componentes aislados del edificio, como cubiertas, fachadas o sistemas de calefacción. Esto suele dar lugar a soluciones ineficientes y, al final, caras, sin una reducción energética adecuada a largo plazo. Los resultados óptimos no pueden lograrse con medidas de rehabilitación aisladas y pueden surgir nuevos problemas, como la condensación local o el sobrecalentamiento. En cambio, la envolvente del edificio, tanto de los nuevos como de los existentes, no debe limitarse a la protección contra la intemperie, la estética y el aislamiento térmico. La envolvente del edificio debe combinar la conversión de energía, el almacenamiento de energía y la producción de energía.



Un nuevo sistema de fachada modular multifuncional, que se está desarrollando, probando y demostrando, está detrás de un innovador concepto de rehabilitación de todo el edificio. El concepto se basa en sistemas de fachada y cubierta ampliamente estandarizados y aptos para la prefabricación. Su objetivo es al control de calidad y a la estandarización basada en módulos prefabricados y estrategias avanzadas de rehabilitación. El concepto se centra en cubiertas, fachadas y sistemas de climatización prefabricados y montados en fábrica para diversos edificios.

Existen dos enfoques diferentes para el diseño de los módulos de retro adaptación: uno es una solución totalmente prefabricada, el otro se concentra en la prefabricación en la zona de las ventanas por ser la zona con mayor densidad de detalles.

Los módulos están estandarizados en cuanto a la construcción, las capas y las juntas; son flexibles en cuanto a la arquitectura, la forma y el revestimiento; y pueden combinarse entre sí y con opciones de rehabilitación no prefabricadas (convencionales).

Fundamentalmente, el módulo se compone de:

- Una capa de ecualización montada en la pared exterior existente
- Una construcción portante con capa de aislamiento y conductos integrados
- Una segunda capa de material aislante
- Una capa de revestimiento que puede ser prefabricada y entregada con el módulo, o montada in situ.

El nuevo sistema de fachada modular multifuncional, capaz de adaptarse a una gran variedad de condiciones climáticas y de tipos de edificios, tiene como objetivo permitir el control en tiempo real del consumo energético de los edificios a través de múltiples sensores: una red de sensores incrustados en un innovador aislamiento del edificio activa componentes específicos de la fachada para optimizar el ahorro de energía a la vez que mejora la estética. El sistema supervisa factores relevantes, como la orientación del sol para las unidades fotovoltaicas y la alimentación de agua para los componentes verdes orgánicos. La ventaja de este enfoque es que la operación de monitorización se realiza de forma continua, sin supervisión humana, excepto cuando el sistema detecta una situación problemática.

El sistema de fachada multifuncional modular climática para aplicaciones de rehabilitación tiene una estructura paramétrica que permite adaptar las características de la fachada en función de (i) las condiciones climáticas (ii) las funciones del edificio (iii) el código de construcción local (iv) y las limitaciones del patrimonio.

Algunas de las características de esta tecnología son los sistemas de sombreamiento para controlar y aprovechar la ganancia solar, el almacenamiento térmico, la integración de fuentes de energía renovable, los sistemas de una y dos pieles con una adecuada integración de la cámara de aire y las posibilidades de ventilación.

Aunque el sistema de fachada multifuncional sigue siendo una solución de nicho, hay muchas opciones diferentes que se están introduciendo actualmente mediante proyectos piloto y que van desde el aislamiento profundo más solar (activación pasiva + activa de la envolvente hasta una emisión neta de cero), hasta la integración de micro bombas de calor para la calefacción de espacios y el agua caliente sanitaria en los sistemas de fachada prefabricada, pasando por las fachadas verdes, etc. Aunque las medidas de rehabilitación son de importancia primordial para garantizar un uso eficiente de la energía dentro del edificio, actualmente la mayoría de las renovaciones de edificios se refieren a componentes aislados del edificio, como

cubiertas, fachadas o sistemas de calefacción. Esto suele dar lugar a soluciones ineficientes y, al final, caras, sin una reducción energética adecuada a largo plazo. Los resultados óptimos no pueden lograrse con medidas de rehabilitación aisladas y pueden surgir nuevos problemas, como la condensación local o el sobrecalentamiento. En cambio, la envolvente del edificio, tanto de los nuevos como de los existentes, no debe limitarse a la protección contra la intemperie, la estética y el aislamiento térmico. La envolvente del edificio debe combinar la conversión de energía, el almacenamiento de energía y la producción de energía.

Un nuevo sistema de fachada modular multifuncional, que se está desarrollando, probando y demostrando, está detrás de un innovador concepto de rehabilitación de todo el edificio. El concepto se basa en sistemas de fachada y cubierta ampliamente estandarizados y aptos para la prefabricación. Su objetivo es el control de calidad y a la estandarización basada en módulos prefabricados y estrategias avanzadas de rehabilitación. El concepto se centra en cubiertas, fachadas y sistemas de climatización prefabricados y montados en fábrica para diversos edificios.

Existen dos enfoques diferentes para el diseño de los módulos de retro adaptación: uno es una solución totalmente prefabricada, el otro se concentra en la prefabricación en la zona de las ventanas por ser la zona con mayor densidad de detalles.

Los módulos están estandarizados en cuanto a la construcción, las capas y las juntas; son flexibles en cuanto a la arquitectura, la forma y el revestimiento; y pueden combinarse entre sí y con opciones de rehabilitación no prefabricadas (convencionales).

Fundamentalmente, el módulo se compone de:

Una capa de ecualización montada en la pared exterior existente

Una construcción portante con capa de aislamiento y conductos integrados

Una segunda capa de material aislante

Una capa de revestimiento que puede ser prefabricada y entregada con el módulo, o montada in situ.

El nuevo sistema de fachada modular multifuncional, capaz de adaptarse a una gran variedad de condiciones climáticas y de tipos de edificios, tiene como objetivo permitir el control en tiempo real del consumo energético de los edificios a través de múltiples sensores: una red de sensores incrustados en un innovador aislamiento del edificio activa componentes específicos de la fachada para optimizar el ahorro de energía a la vez que mejora la estética. El sistema supervisa factores relevantes, como la orientación del sol para las unidades fotovoltaicas y la alimentación de agua para los componentes verdes orgánicos. La ventaja de este enfoque es que la operación de monitorización se realiza de forma continua, sin supervisión humana, excepto cuando el sistema detecta una situación problemática.

El sistema de fachada multifuncional modular climática para aplicaciones de rehabilitación tiene una estructura paramétrica que permite adaptar las características de la fachada en función de (i) las condiciones climáticas (ii) las funciones del edificio (iii) el código de construcción local (iv) y las limitaciones del patrimonio.

Algunas de las características de esta tecnología son los sistemas de sombreado para controlar y aprovechar la ganancia solar, el almacenamiento térmico, la integración de fuentes de energía renovable, los sistemas de una y dos pieles con una adecuada integración de la cámara de aire y las posibilidades de ventilación.

Aunque el sistema de fachada multifuncional sigue siendo una solución de nicho, hay muchas opciones diferentes que se están introduciendo actualmente mediante proyectos piloto y que van desde el aislamiento profundo más solar (activación pasiva + activa de la envolvente hasta una emisión neta de cero), hasta la integración de micro bombas de calor para la calefacción de espacios y el agua caliente sanitaria en los sistemas de fachada prefabricada, pasando por las fachadas verdes, etc.

4.3. Micro-cogeneración

Las unidades de microcogeneración, que pueden alcanzar eficiencias globales superiores al 90%, satisfacen la demanda de calefacción, calefacción y/o agua caliente (y potencialmente refrigeración) en los edificios, al tiempo que proporcionan electricidad para sustituir o complementar el suministro de la red. En función de las disposiciones reglamentarias vigentes, la electricidad producida por las microcogeneradoras podría venderse a la red de suministro local, asociándose con las energías renovables intermitentes para equilibrar la oferta y la demanda y proporcionar otros servicios a la red.

El calor generado podría utilizarse in situ (quizás en combinación con calderas de gas) y/o suministrarse a otros hogares cercanos a través de la infraestructura de calefacción urbana. Los sistemas de microcogeneración también pueden proporcionar refrigeración mediante el uso de refrigeradores de absorción que utilicen el calor como fuente de energía (es decir, refrigeración, calor y electricidad combinados). De este modo, los usuarios finales de diferentes sectores (incluidos los edificios multifamiliares y las aplicaciones comerciales e industriales) se convierten en socios que comparten la responsabilidad de un suministro energético más ecológico y sostenible.

Un sistema de microcogeneración es también una solución de generación distribuida controlable que puede empoderar a los consumidores permitiéndoles producir su propia electricidad y calor, tomando el control de sus facturas de energía (es decir, convirtiéndose en participantes activos en el mercado de la energía). Además, como la viabilidad de la solución de captura y almacenamiento de carbono (CAC) para los objetivos de descarbonización sigue siendo dudosa, las microcogeneración pueden desempeñar un papel destacado en este sentido a nivel doméstico.

Un sistema de microcogeneración puede basarse en varios tipos de tecnologías, como los motores (tanto Stirling como de combustión interna), las turbinas de gas y vapor y las pilas de combustible. Los sistemas de microcogeneración aportan importantes beneficios a los consumidores de energía y al sistema energético en general, en consonancia con los objetivos energéticos y climáticos de la UE:

- Ahorro de costes energéticos totales para el usuario final (en función del ahorro de electricidad y calor),
- Mayor eficiencia en el uso del combustible: mejor factor de utilización del combustible (al menos un 25% en comparación con la importación de electricidad de la red y el uso de calderas para generar calor),
- Alto nivel de flexibilidad del combustible, Reducción de las emisiones (hasta un 33%),
- Independencia y seguridad del suministro eléctrico,
- Mejora del rendimiento energético de los edificios
- Apoyo a la red eléctrica y ayuda a la integración de las energías renovables intermitentes⁵⁶

⁵⁶ European Turbine Network and COGEN Europe, “The role of micro-CHP in future energy sector: A focus on energy efficiency and emission reduction (https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/etncogen_input_action5.pdf)

4.4. Acciones colectivas

Las acciones colectivas pueden sensibilizar a la población para que realice una determinada inversión, por ejemplo, en materia de calefacción, como el aislamiento térmico de un edificio, mejoras de la eficiencia energética de baja inversión o la rehabilitación del sistema de calefacción o un suministro de calor colectivo. El beneficio no es sólo una mayor concienciación, que conduce a un mayor impacto, sino que también se puede garantizar una mayor calidad del trabajo, ya que no sólo se ve afectado un único hogar, sino que existe un interés y una supervisión comunitaria o gubernamental. Además, debido al mayor volumen de ventas, es probable que los precios disminuyan. La complejidad para los consumidores finales participantes se reduce, ya que los iniciadores de la acción colectiva (en su mayoría promotores de proyectos locales) suelen ofrecer un paquete de servicios que simplifica la participación y la aplicación de las medidas propuestas para ellos.

Hay tres tipos generales de esfuerzos de desarrollo comunitario:

- **De arriba a abajo:** el gobierno inicia activamente las actividades de desarrollo de la comunidad, mientras que la comunidad y el público en general permanecen pasivos.
- **De abajo a arriba:** la comunidad desempeña el papel activo de iniciar y gestionar las actividades de desarrollo, mientras que el gobierno desempeña un papel más de apoyo, mejorando las habilidades y los conocimientos de los actores locales de la comunidad.
- **Asociación:** un esfuerzo combinado entre el gobierno y la comunidad para llevar a cabo actividades de desarrollo comunitario.

Las innovaciones sociales son innovaciones "De abajo a arriba" de la sociedad civil que pretenden hacer frente al fracaso de los enfoques políticos y de mercado privados "De arriba a abajo" en la resolución de los complejos problemas de la sociedad moderna.

Los contribuyentes de los procesos ascendentes pueden ser la sociedad civil, los grupos autoorganizados, las OSAL (organizaciones sin ánimo de lucro) y las empresas sociales como iniciadores y actores de la sociedad civil y los actores municipales en los procesos basados en la comunidad.

Las acciones colectivas son iniciativas que pueden integrarse en las comunidades locales y aplicarse en cooperación con las redes locales (por ejemplo, los agentes públicos municipales). Las Comunidades de Energías Renovables (CER) y las Comunidades Energéticas Ciudadanas (CEC) son dos formas de compromiso civil cuyo papel aumentará en un futuro próximo. Lo ideal sería que un agente institucionalizado (que se financie adecuadamente) asumiera el proceso de establecimiento de una acción colectiva y de gestión y dirección de su ejecución.

Los ejemplos de acciones colectivas en el ámbito del suministro de calor y la climatización de habitaciones para el sector de la vivienda son:

- Compra de pellets de madera
- Aislamiento térmico de la cubierta de las viviendas unifamiliares
- Compra de calderas o equipos para sistemas de calefacción renovables (por parte de los consumidores finales o de los instaladores).
- Aplicación de medidas de bajo coste recomendadas por asesores energéticos públicos o consultores energéticos independientes en las inspecciones de calderas.
- Adquisición de sistemas fotovoltaicos con agua caliente sanitaria. Calderas equipadas con barras de calefacción de potencia o junto con sistemas de aire acondicionado doméstico mono y multi split eficientes.
- Adquisición e implantación de sistemas solares térmicos

- Microrredes de biomasa que abastecen a más de dos edificios como mínimo.
- Recopilación de listas para la compra e instalación colectiva, con recomendaciones sobre quién puede ejecutar el proyecto

4.5. Medidas de comprobación de calderas y unidades de refrigeración

5.2.1. Sistemas de calefacción

A menudo las calderas son muy eficientes cuando se miden en el laboratorio; sin embargo, en la vida real el rendimiento puede ser mucho menor. Lo mismo ocurre con los sistemas de aire acondicionado. La razón es, en gran medida, que el sistema no está bien adaptado al edificio o a las necesidades de los usuarios, o que el mantenimiento es deficiente, lo que conduce a una pérdida de rendimiento y a una menor vida útil del aparato.

Las medidas de comprobación de la sala de calderas deben organizarse junto con los instaladores o los asesores energéticos, o con ambos. Todas las tuberías de distribución de calor en el sótano deberán estar debidamente aisladas. La (integración del) sistema de suministro de agua caliente sanitaria debe revisarse y optimizarse. Las viejas bombas de circulación de agua caliente deben ser sustituidas por otras de velocidad variable y energéticamente eficientes, que idealmente puedan soportar el equilibrado hidráulico de todo el sistema de distribución de calor en la casa (con un coste de unos 250-300 euros), lo que incluye la implementación de controladores de temperatura inteligentes (válvulas termostáticas) en los radiadores (precio de unos 50 euros por elemento). El equilibrado hidráulico puede llevar desde varias horas hasta un día entero, dependiendo del número de habitaciones y radiadores instalados. Además, es necesario que un instalador o un técnico de servicio se asegure de que el comportamiento de funcionamiento del sistema de calefacción existente y la bomba de circulación de velocidad variable recién adquirida se hayan ajustado entre sí de manera que, sobre la base de la curva de calefacción (la relación entre el caudal necesario y la temperatura exterior), se garantice el funcionamiento más eficiente a largo plazo y el cliente reciba la formación adecuada en el funcionamiento del sistema.

Con estas medidas, la inversión se amortizaría en un par de años, dependiendo del precio del combustible.

Una revisión del sistema de calefacción debería incluir:

- La propia caldera:
 - o ¿Es el dimensionamiento adecuado?
 - o medición de las pérdidas de gases de escape
 - o medición de las pérdidas de ventilación
 - o ¿funciona correctamente la condensación de los gases de escape (principalmente en función de las temperaturas del sistema)?
- La regulación:
 - o ¿Está bien ajustada la curva de calefacción?
 - o ¿La bomba de circulación de agua funciona de forma eficiente y con velocidad variable?
- El sistema de distribución de calor:
 - o ¿Están las tuberías adecuadamente aisladas?
 - o ¿Es correcto el equilibrado hidráulico?

- o ¿Hay aire en el circuito de calefacción?
- El sistema de disipación de calor:
 - o ¿Son las superficies de disipación de calor lo suficientemente grandes?
 - o ¿Hay radiadores cubiertos por muebles, etc.?
 - o ¿Funcionan correctamente las válvulas de regulación?
- El sistema de agua caliente sanitaria
- El uso de energías renovables: situación y potencial

Los problemas que se producen con más frecuencia están relacionados con:

- El sobredimensionamiento de la caldera
- Las tuberías de distribución no aisladas
- Problemas en la regulación
- El funcionamiento subóptimo de los circuitos de agua con bombas de circulación antiguas e ineficientes (sin velocidad variable)
- El ajuste y la limitación correctos de los tiempos de calefacción o de las temperaturas ambiente
- La falta de equilibrado hidráulico

La experiencia de las revisiones del sistema de calefacción muestra que en la mayoría de los casos es posible ahorrar un 15% aproximadamente sin que ello afecte negativamente al confort. Estas medidas de comprobación de la calefacción suponen una inversión y una implicación mínimas y se amortizan rápidamente. En los climas más fríos, en el caso de las viviendas unifamiliares, se ha observado un ahorro energético monetario de hasta 2.000 euros al año. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente realizar una evaluación con un instalador local para definir el alcance de la acción y los beneficios (tiempos de amortización) que puede esperar.

5.2.2. Sistemas de refrigeración

Los aparatos de aire acondicionado garantizan un clima agradablemente fresco en verano, pero también consumen mucha electricidad. Quien utilice estos aparatos, a no ser que se alimenten con energía fotovoltaica, debe estar preparado para una factura de electricidad considerablemente más alta.

Los aires acondicionados móviles baratos con manguera de salida de aire suelen poder instalarse de forma flexible en cualquier lugar de la casa. Una toma de corriente y una ventana abierta inclinada son suficientes para descargar el aire de escape calentado. Desventaja: El aire del ambiente caliente entra en la habitación a través de la ventana abierta, que a su vez debe ser refrigerado. Por este motivo, algunas unidades móviles se ofrecen con un sistema de dos mangueras en el que el aire exterior se introduce en el circuito de refrigeración de forma controlada a través de una segunda manguera. A pesar de que las ventanas estén ligeramente abiertas, las dos mangueras evitan en gran medida que entre aire incontrolado en la habitación, con lo que se ahorra energía.

En el caso de las unidades divididas, que son considerablemente más eficientes desde el punto de vista energético, se evita la ventana abierta mediante el montaje permanente de una unidad exterior. La unidad exterior alimenta una o varias unidades interiores. La energía de refrigeración se libera en la habitación correspondiente. No se generan ruidos molestos en los interiores del aire acondicionado, ya que la unidad compresora está situada en el exterior. Para más información sobre los sistemas de refrigeración alimentados por energías renovables, [consulte la ficha técnica del sitio web de REPLACE](#).

Consejos para comprar un equipo

- Busque la etiqueta de la UE (consumo de energía, capacidad de refrigeración)
- Capacidad de refrigeración: el aparato debe adaptarse a las condiciones, como el tamaño de la habitación
- En los sistemas de una manguera, la capacidad de refrigeración efectiva puede ser hasta un 40% inferior a la especificada; en los sistemas de dos mangueras, hasta un 20%.
- Las unidades divididas garantizan la mejor eficiencia energética (menor consumo de energía)
- Consulte los aparatos más eficientes desde el punto de vista energético en sitios web especializados, como topten.eu

Para garantizar la eficiencia de un sistema de refrigeración dividido, una revisión del sistema debe incluir:

- Rellenar o cambiar el refrigerante
- Comprobación de la estanqueidad del sistema
- Comprobación del correcto funcionamiento
- Limpieza y desinfección
- Cambio de los filtros de aire
- Cambio de las piezas de desgaste

Consejos generales para un uso eficiente de los equipos de refrigeración

- Sólo deben enfriarse las habitaciones que se utilicen
- Coloque los aparatos en la habitación de forma que el aire pueda circular libremente
- Utilice protección solar en el exterior: esto reduce el tiempo de funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado y, por tanto, el consumo de energía
- Ventile sólo por la noche o a primera hora de la mañana

4.6. Sombreado y aislamiento

Para garantizar el confort térmico en verano -es decir, para evitar el sobrecalentamiento de los espacios habitables- se recomienda un sombreado funcional del edificio. Esto está estrechamente relacionado con las ventanas y, en parte, con las puertas.

Debido a la posición cambiante del sol durante el día y las estaciones, un sistema de sombreado razonable sólo puede funcionar en el exterior. Dependiendo del ángulo de irradiación, el vidrio permite que una gran parte de la energía de la radiación solar entre en el interior. Las persianas interiores, aunque sean reflectantes, son por tanto muy poco eficaces. A diferencia del sombreado exterior, no pueden evitar el calentamiento del interior⁵⁷.

Opciones de sombreado exterior:

Aleros

Los aleros u otros voladizos fijos son la forma más sencilla de proporcionar protección contra la ganancia solar. Deben tener el tamaño adecuado para excluir el sol de verano, pero admitir el sol de invierno.

⁵⁷ Level, "Shading" (<http://www.level.org.nz/passive-design/shading>)

Toldos

Los toldos reducen el sol cuando están colocados. Deben ser de color claro para desviar más el calor. Los toldos retráctiles admiten la luz del sol cuando están recogidos. Los toldos pueden no ser adecuados en zonas ventosas, pero existen toldos retráctiles motorizados que pueden controlar el nivel de viento y replegarse cuando éste es demasiado fuerte.

Mamparas y persianas

Las mamparas y persianas fijas y móviles están disponibles en una gama de tamaños y métodos de funcionamiento que incluyen correderas, abatibles y plegables. Los paneles de lamas pueden ser de hoja fija o manejables. Constituyen una excelente solución para el sol matutino y vespertino de bajo ángulo, ya que pueden apartarse para admitir la luz cuando no se necesitan.

Persianas

Las rejillas horizontales fijas deben estar orientadas hacia el ángulo del sol de mediodía de invierno y estar correctamente espaciadas para admitir el sol de invierno.

Persianas exteriores (curvas)

Con las persianas exteriores es posible reaccionar con precisión a la posición del sol manteniendo una buena vista hacia el exterior. Cuando el sol está alto, basta con colocarla en horizontal debido a la curvatura de las lamas. Cuando el sol está bajo, basta con una ligera inclinación, para que siga siendo posible la visión. Para velocidades de viento más elevadas, también existen opciones en las que las persianas se guían dentro de un marco fijo.

Verandas

Las verandas profundas son particularmente buenas para dar sombra a las elevaciones orientadas al este y al oeste, aunque seguirán admitiendo un ángulo de sol muy bajo. Pueden utilizarse en combinación con plantas o pantallas para filtrar el sol.

Pérgolas

Las pérgolas cubiertas con vides de hoja caduca proporcionan una buena sombra estacional.

Árboles

Una muy buena opción de sombreado es plantar árboles de hoja caduca en las fachadas soleadas de los edificios. En verano, las hojas dan sombra al edificio, y en invierno, cuando las hojas están caídas, permiten que el sol penetre. Es una inversión de muy bajo coste y además contribuye a la biodiversidad y con el crecimiento del árbol a fijar el CO₂. Sin embargo, el lugar de plantación debe ser adecuado y puede pasar un tiempo hasta que tengan el tamaño adecuado. Se requiere una buena selección de las especies de árboles

Aleros

Los aleros u otros voladizos fijos son la forma más sencilla de proporcionar protección contra la ganancia solar. Deben tener el tamaño adecuado para excluir el sol de verano, pero admitir el sol de invierno.

Toldos

Los toldos reducen el sol cuando están colocados. Deben ser de color claro para desviar más el calor. Los toldos retráctiles admiten la luz del sol cuando están recogidos. Los toldos pueden no ser adecuados en zonas ventosas, pero existen toldos retráctiles motorizados que pueden controlar el nivel de viento y replegarse cuando éste es demasiado fuerte.



Mamparas y persianas

Las mamparas y persianas fijas y móviles están disponibles en una gama de tamaños y métodos de funcionamiento que incluyen correderas, abatibles y plegables. Los paneles de lamas pueden ser de hoja fija o manejables. Constituyen una excelente solución para el sol matutino y vespertino de bajo ángulo, ya que pueden apartarse para admitir la luz cuando no se necesitan.

Persianas

Las rejillas horizontales fijas deben estar orientadas hacia el ángulo del sol de mediodía de invierno y estar correctamente espaciadas para admitir el sol de invierno.

Persianas exteriores (curvas)

Con las persianas exteriores es posible reaccionar con precisión a la posición del sol manteniendo una buena vista hacia el exterior. Cuando el sol está alto, basta con colocarla en horizontal debido a la curvatura de las lamas. Cuando el sol está bajo, basta con una ligera inclinación, para que siga siendo posible la visión. Para velocidades de viento más elevadas, también existen opciones en las que las persianas se guían dentro de un marco fijo.

Verandas

Las verandas profundas son particularmente buenas para dar sombra a las elevaciones orientadas al este y al oeste, aunque seguirán admitiendo un ángulo de sol muy bajo. Pueden utilizarse en combinación con plantas o pantallas para filtrar el sol.

Pérgolas

Las pérgolas cubiertas con vides de hoja caduca proporcionan una buena sombra estacional.

Árboles

Una muy buena opción de sombreado es plantar árboles de hoja caduca en las fachadas soleadas de los edificios. En verano, las hojas dan sombra al edificio, y en invierno, cuando las hojas están caídas, permiten que el sol penetre. Es una inversión de muy bajo coste y además contribuye a la biodiversidad y con el crecimiento del árbol a fijar el CO₂. Sin embargo, el lugar de plantación debe ser adecuado y puede pasar un tiempo hasta que tengan el tamaño adecuado. Se requiere una buena selección de las especies de árboles.

Opciones de sombreado interior

El sombreado interior es menos eficaz para reducir la ganancia de calor solar que el sombreado exterior porque la radiación solar ya ha atravesado el cristal. La protección solar absorbe la radiación y, aunque una pequeña cantidad de calor se devuelve al exterior, la mayor parte permanece en el espacio interior.

El sombreado interior puede ser un dispositivo útil cuando:

- El sol penetra durante poco tiempo
- La acumulación de calor no será un problema importante
- Se pueden dejar abiertas las ventanas adyacentes
- Es necesario para reducir el deslumbramiento

Opciones:

- Las cortinas, cuando están corridas, reducen significativamente la luz, pero reducen la ganancia de calor sólo en una pequeña cantidad. También reducen la ventilación y bloquean las vistas.
- Las persianas venecianas y las verticales pueden utilizarse para ajustar la cantidad de luz entrante y conservar las vistas, pero sólo reducen la ganancia de calor en una pequeña proporción.
- Las persianas enrollables y otros tipos de persianas para ventanas reducen la luz admitida pero también reducen la ganancia de calor sólo en una pequeña cantidad. También pueden reducir la ventilación y bloquear las vistas, pero algunos tipos de persianas ofrecen dos ajustes: uno proporciona un oscurecimiento parcial y el otro un oscurecimiento total. Las persianas pueden ser

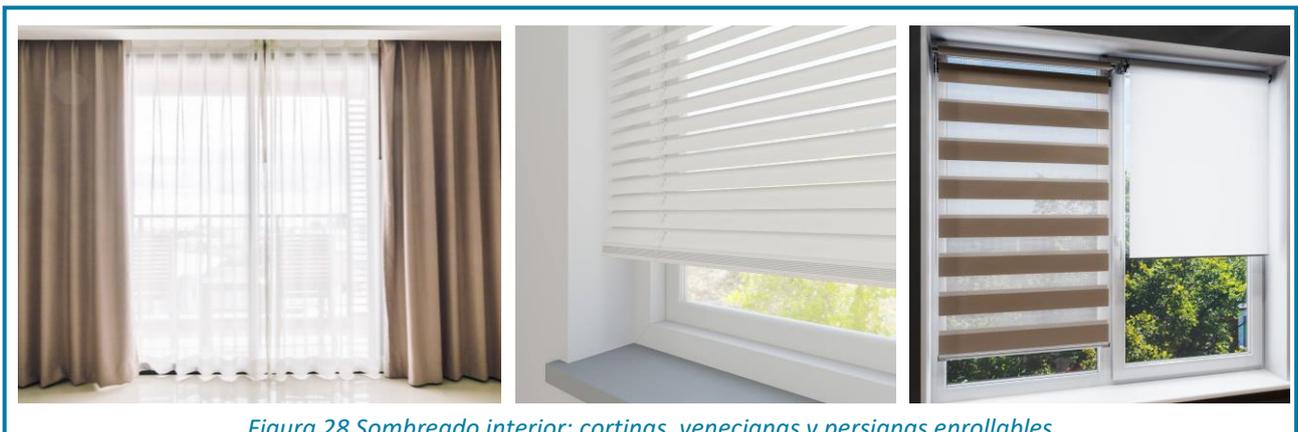


Figura 28 Sombreado interior: cortinas, venecianas y persianas enrollables

motorizadas para las ventanas altas o los lucernarios. Pueden fabricarse con una gama de tejidos de filtro solar para adaptarse al nivel deseado de luz, vista y sombreado.

En cuanto al aislamiento térmico del techo superior, se recomienda organizar colectivamente el estudio de la demanda de materiales y comprar los materiales de aislamiento (posiblemente de base renovable). Debido a las responsabilidades y a las diferentes preferencias de los consumidores finales, la ejecución de la acción debería ser organizada por los propios consumidores finales, por ejemplo, a través de la contratación de profesionales o mediante la organización conjunta de grupos de autoensamblaje. En condiciones medias europeas, el aislamiento del techo superior como acción colectiva no debería costar más de 2.000/3.000 euros, y normalmente se amortiza en menos de diez años.

De hecho, las medidas de comprobación y aislamiento pueden reducir alrededor del 10/15% de la demanda total de calor, lo que supone un ahorro energético del 20/30%, incluso antes de sustituir el sistema de calefacción.

Al igual que las medidas de comprobación de la sala de calderas, también las medidas como el aislamiento térmico del techo superior conllevan un valor de amortización que, incluso en las mejores condiciones, es difícilmente alcanzable mediante la sustitución de la caldera (los plazos de amortización de las calderas renovables pueden ser de entre 12 y 20 años, incluso en presencia de subvenciones).

4.7. Sistemas de calefacción por infrarrojos

Los elementos calefactores de paneles infrarrojos constan en su núcleo de un conductor de calor que convierte la energía eléctrica en radiación infrarroja. En el proceso, los paneles infrarrojos se calientan entre 80 y 100° C. Sólo estas altas temperaturas permiten que un calefactor infrarrojo emita la mayor parte de su calor a la habitación en forma de calor radiante en gran medida, pero también de convección.

Confort

La radiación infrarroja se percibe como más confortable que la convección, por ejemplo, de los calefactores. Pero también las calefacciones de suelo y de pared, así como las estufas de azulejos, muestran características de radiación similares. Sin embargo, la gran diferencia de temperatura entre el panel y el aire de la habitación puede resultar incómoda, especialmente si se instala de forma incorrecta.

Aspectos económicos

Aunque se afirma que los sistemas de calefacción por infrarrojos consumen menos energía que otros dispositivos de calefacción eléctrica directa (lo cual es dudoso), son, a pesar de la baja inversión, una opción costosa en términos de costes globales, debido a los elevados costes de funcionamiento. En el futuro, cuando las tarifas dependientes del tiempo cobren importancia, el precio de la electricidad en las épocas en las que los paneles de calefacción por infrarrojos consumen más energía, podría incluso aumentar (invierno, día). Por otro lado, la calefacción por infrarrojos presenta unos costes de instalación bajos.

Aspectos medioambientales

Desde el punto de vista medioambiental, es problemático que, especialmente en invierno, la combinación de electricidad esté dominada por los combustibles fósiles. Además, una producción local fotovoltaica no ayuda, ya que generará la mayor parte de la energía cuando no se necesite la calefacción por infrarrojos.

Campos de aplicación

Si acaso, los paneles de calefacción por infrarrojos pueden instalarse en casas pasivas en las que la demanda de energía es extremadamente baja y un sistema con altos costes de instalación podría no ser una opción. Podría ser útil instalar una calefacción por infrarrojos como calefacción adicional cuando el calor sólo se necesite de forma muy local y en un plazo limitado (por ejemplo, una casa de fin de semana, etc.). Los paneles de calefacción por infrarrojos podrían ser un buen sustituto de los antiguos sistemas de calefacción eléctrica como acumuladores nocturnos cuando no exista un sistema de distribución.

Elección del Sistema e instalación

Los sistemas de calefacción por infrarrojos presentan grandes diferencias de precio y calidad. Hay que asegurar un alto porcentaje de radiación que depende de los materiales. Por lo tanto, la elección del producto debe hacerse con cuidado, si se considera un dispositivo de calefacción de este tipo. La parte delantera debe presentar buenas características de emisión (acero con revestimiento de potencia o cerámica) y la parte trasera debe estar aislada. Los productos de alta calidad tienen un mínimo de 5 años de garantía.

Es necesario un dimensionamiento por habitación, así como una cuidadosa planificación de la colocación del dispositivo de calefacción. Puede tener sentido instalar productos que puedan ser operados a distancia y programados por tiempo o temperatura.

Precaución: Como dispositivo de calefacción eléctrica, podrían estar exentos como sistema de calefacción principal debido a las medidas legales, dependiendo de la ubicación.

4.8. Medidas de “respuesta a la demanda”

La respuesta a la demanda es un concepto procedente del mercado eléctrico. La respuesta a la demanda es la modificación intencionada de los patrones normales de consumo por parte de los clientes finales en respuesta a incentivos que facilitan la estabilidad de las redes y evitan la desviación del consumo y la producción simultáneos de energía, así como de los picos de demanda que podrían causar costosas actualizaciones de la infraestructura de la red y/o de las capacidades de producción. Se reducirá el uso de la electricidad en momentos de precios elevados de la misma o cuando la fiabilidad del sistema se vea amenazada. El uso de soluciones automatizadas ofrecidas por los proveedores de servicios, que no afectan negativamente a los procesos de producción ni al confort de los hogares, hace que estos servicios sean fáciles de usar para los consumidores. Si el precio de la electricidad se hace depender del tiempo, los consumidores industriales, especialmente, pueden beneficiarse, ya que muchos de ellos pueden desplazar cargas de consumo importantes a las horas de menor consumo. Pero también para los hogares puede ser una opción interesante.

En lo que respecta al consumo de energía de calefacción, las bombas de calor y los acondicionadores de aire preparados para la red inteligente son el caso de uso más relevante, ya que requieren un almacenamiento de calor adecuadamente dimensionado, o el aprovechamiento de la inercia (masas de almacenamiento pasivas) del sistema de calefacción o refrigeración durante un tiempo limitado. En los edificios más nuevos (o, a menudo, también reformados) con componentes de construcción activados (las tuberías de agua están situadas, por ejemplo, en componentes de construcción de hormigón, como paredes o techos), las masas de almacenamiento pueden utilizarse activamente y pueden reducir sustancialmente las cargas de calefacción y refrigeración o la inversión en dispositivos que proporcionen las cargas reducidas.

Las medidas relacionadas con las plantas fotovoltaicas (FV) también pueden contribuir a un cambio de carga que facilite la capacidad operativa del sistema eléctrico, por ejemplo, si están conectadas a una barra de

calefacción en una caldera de agua caliente o, mejor, a una bomba de calor de agua caliente sanitaria con un almacenamiento de calor que reduzca la tensión de las redes eléctricas locales en épocas de alta producción de electricidad FV pero de bajo consumo general. Estos sistemas sólo son eficaces en verano, ya que la producción de electricidad fotovoltaica es mucho menor en invierno y el consumo total de electricidad aumenta considerablemente.

En los sistemas de calefacción urbana, los picos se deben a una elevada demanda, por ejemplo, causada por los hogares que utilizan el agua caliente por la mañana y por la tarde al mismo tiempo, por ejemplo, para ducharse, o cuando la reducción de la temperatura de la calefacción nocturna se desactiva al mismo tiempo. Además, la temperatura de todo el sistema de distribución viene determinada por el consumidor que más temperatura necesita. La mayoría de los sistemas de DH tienen algunas calderas de carga máxima, que funcionan sólo durante unas horas al año, pero que provocan costes elevados y suelen utilizar combustibles fósiles para este suministro a corto plazo (a menudo a base de fuel para evitar las tasas de conexión y de red en el caso del gas natural). Por lo tanto, también en las redes de DH, los conceptos de respuesta a la demanda pueden tener sentido. La hora de apagado de la reducción de la calefacción nocturna puede ajustarse para que haya un menor pico en las horas de la mañana.

El excedente de energía eléctrica procedente de la energía solar o eólica puede utilizarse para (re)cargar los almacenamientos intermedios de los sistemas de calefacción (DH o sistemas individuales) mediante varillas de calentamiento. Gracias a los grandes acumuladores de calor se puede desacoplar la producción de electricidad y calor. Las plantas de cogeneración pueden funcionar más bien en momentos de alta demanda de electricidad y ya no tienen que seguir la demanda de calor todo el tiempo. Las barras de calefacción proporcionan aún más flexibilidad al funcionamiento de la cogeneración.

En general, puede decirse que, en el caso de la calefacción centralizada y, sobre todo, en los sistemas eléctricos, la RD influirá en el comportamiento de los consumidores de energía hacia un funcionamiento más eficiente y eficaz de la electricidad y de la red de calefacción urbana con respecto a:

- La integración de grandes porcentajes de generación distribuida fluctuante de las FER
- La reducción de la demanda de ampliación o refuerzo de la red
- Reducción de la demanda de almacenamiento y de la producción a corto plazo basada en combustibles fósiles.

ANEXO I: CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN

Legislación de calefacción y refrigeración en Castilla y León, España.

RITE

El RITE establece, para las instalaciones térmicas, los requisitos mínimos de rendimiento en la producción de calefacción, refrigeración, ventilación y ACS (agua caliente sanitaria) y la inspección periódica de la eficiencia energética. Las mayores exigencias de eficiencia se reflejan en un mayor rendimiento de las instalaciones térmicas, un mejor aislamiento en los equipos y conductores de los fluidos térmicos, la utilización de energías renovables y sistemas de recuperación de energía, así como la incorporación de sistemas obligatorios de contabilización de consumos en las instalaciones colectivas. Establecer requisitos mínimos de eficiencia de las calderas y prohibir el carbón desde 2012⁵⁸.

Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) (RD 314/2006 de 17 de marzo) establece y desarrolla los Requisitos Básicos de Calidad de los edificios y sus instalaciones, y que demuestran el cumplimiento de los Requisitos Básicos de la Edificación. El Código Técnico de la Edificación-CTE, se actualiza mediante el RD 732/2019, de 20 de diciembre.

El CTE aumenta los requisitos de eficiencia energética para los edificios nuevos, y para la ampliación/rehabilitación de edificios antiguos, que hayan solicitado licencia de obras después de marzo de 2014. Esta actualización es una primera fase de aproximación al objetivo de la Directiva 2010/31/UE de lograr los edificios de energía casi nula⁵⁹.

Certificación Energética de Edificios (CEE)

El EPC establece los requisitos básicos de los edificios y define las obligaciones de los agentes que intervienen en el proceso de construcción y establece las responsabilidades y garantías de protección a los usuarios. Las herramientas informáticas para la realización de la certificación energética de los edificios existentes

58 <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>

59 <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentoscte.html>

(programas CE3 y CE3x) y de los nuevos (Programa de Herramientas Unificadas, HULC) están a disposición del público⁶⁰.

Real Decreto 865/2003

Establece el mantenimiento mínimo que debe realizarse y registrarse, así como llevar a cabo las medidas preventivas definidas para reducir el riesgo de proliferación de legionela⁶¹.

Real Decreto 2060/2008

Aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y las siguientes instrucciones técnicas complementarias⁶²:

- ITC EP-1 sobre calderas
- ITC EP-2 sobre plantas de generación de energía eléctrica.
- ITC EP-3 sobre refinerías y plantas petroquímicas
- ITC EP-4 sobre depósitos criogénicos.
- ITC EP-5 sobre botellas de equipos respiratorios autónomos.
- ITC EP-6 sobre contenedores transportables.

Real Decreto 317/2019

Establece las condiciones de la documentación justificativa para quedar excluido del régimen de comercio de derechos de emisión para las instalaciones de bajas emisiones: Se consideran pequeños emisores las instalaciones que hayan notificado a la autoridad competente, una cifra de < 25.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente, y que, al realizar actividades de combustión, tengan una potencia térmica nominal de < 35 MW⁶³.

ERESEE 2020

La nueva ERESEE 2020 tiene como objetivo apoyar la rehabilitación de los edificios españoles, residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, para su transformación en un parque nacional de edificios de alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050, facilitando la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de energía casi nula.

⁶¹ <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-14408>

⁶² <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-1964>

⁶³ <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-6351>

ANNEX II: CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA

CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN LA UE

Los edificios son responsables de aproximadamente el 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (UE) y del 40% del consumo de energía, lo que los convierte en el mayor consumidor de energía de Europa.

En la actualidad, cerca del 35% de los edificios de la UE tienen más de 50 años y casi el 75% del parque inmobiliario es ineficiente desde el punto de vista energético. Al mismo tiempo, sólo un 1% del parque inmobiliario se renueva cada año.

La rehabilitación de los edificios existentes puede suponer un importante ahorro de energía, ya que podría reducir el consumo total de energía de la UE en un 5-6% y disminuir las emisiones de CO₂ en un 5% aproximadamente⁶⁴.

El primer paso para reducir el impacto ambiental del sector de los edificios es, por tanto, la rehabilitación de sus envolventes (es decir, fachadas, cubiertas y acristalamientos). Por esta razón, la Comisión Europea ha insistido recientemente en la importancia clave de las medidas de rehabilitación, anunciando una "ola de rehabilitación"⁶⁵ que debe ser el catalizador de la descarbonización del sector de la construcción. Se trata de un reconocimiento del hecho de que nuestra infraestructura de edificios necesita una actualización urgente, no sólo para luchar contra el cambio climático, sino también para sacar a millones de europeos de la pobreza

⁶⁴ European Commission, "Energy Performance of Buildings Directive" (https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)

⁶⁵ "To address the twin challenge of energy efficiency and affordability, the EU and the Member States should engage in a 'renovation wave' of public and private buildings. While increasing renovation rates is a challenge, renovation lowers energy bills, and can reduce energy poverty. It can also boost the construction sector and is an opportunity to support SMEs and local jobs", European Commission Communication, "The European Green Deal", 11/12/2019 (https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf)

energética y garantizar que los edificios proporcionen un entorno de vida y trabajo saludable y asequible para todos.

El segundo paso en la descarbonización de los edificios es el uso de energías renovables para proporcionar los servicios energéticos necesarios. Teniendo en cuenta que en Europa hay aproximadamente 120 millones de calderas residenciales individuales instaladas⁶⁶, la sustitución de los aproximadamente 80 millones de sistemas antiguos e ineficientes tiene también un enorme potencial para reducir las emisiones del sector de los edificios en la UE. La sustitución de los 80 millones de sistemas antiguos e ineficientes tiene, de hecho, un enorme potencial para reducir las emisiones del sector de los edificios en la UE.

Sin embargo, aunque las tendencias son alentadoras, la era de los sistemas de calefacción y refrigeración renovables como la opción principal de los consumidores europeos todavía está lejos: entre 2004 y 2014, el stock de sistemas de calefacción central individual de gas aumentó del 70% al 77,25%⁶⁷, ya que la calefacción de espacios en el sector residencial todavía proviene en gran medida del gas natural (43%) y el petróleo (14%), pero la biomasa también representa una gran parte (20%)⁶⁸.

La refrigeración es una parte bastante pequeña del uso total de energía final y actualmente la demanda de calefacción en los edificios supera a la de refrigeración. Sin embargo, esta última se está equiparando gradualmente, y aumenta especialmente durante los meses de verano, una tendencia que está claramente relacionada con el aumento de la temperatura provocado por el cambio climático. Se prevé que para 2030 la energía utilizada para refrigerar los edificios en toda Europa aumente en un 72%, mientras que la energía utilizada para calentar los edificios disminuirá en un 30%⁶⁹.

MARCO LEGISLATIVO DE LA UE SOBRE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Con el objetivo de lograr una transición energética exitosa, en los últimos años la Unión Europea ha puesto en marcha varias medidas legislativas que abordan la calefacción y la refrigeración en el sector residencial. El primer reconocimiento a nivel de la UE de la necesidad de dar prioridad a la calefacción y la refrigeración fue la Estrategia de la UE sobre calefacción y refrigeración, propuesta en 2016 por la Comisión Europea con los objetivos, entre otros, de "detener las fugas de energía de los edificios, maximizar la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas de calefacción y refrigeración, [...] y aprovechar los beneficios de la integración de la calefacción y la refrigeración en el sistema eléctrico"⁷⁰.

Más recientemente, la Comisión Europea ha subrayado el papel fundamental de las medidas de rehabilitación de edificios, anunciando una "ola de rehabilitación" de edificios públicos y privados, en el marco del "Green Deal"⁷¹, europeo, con el objetivo de adoptar nuevas medidas y crear las condiciones necesarias para ampliar las renovaciones y aprovechar el importante potencial de ahorro del sector de la construcción.

⁶⁶ European Commission, Space and combination heaters – Ecodesign and Energy Labelling Review Study: Task 2 Market Analysis, July 2019 (<https://www.ecoboiler-review.eu/Boilers2017-2019/downloads/Boilers%20Task%202%20final%20report%20July%202019.pdf>)

⁶⁷ Ibidem.

⁶⁸ Heat Roadmap Europe, 2017, "A low carbon heating and cooling strategy 2050"

⁶⁹ IRENA, "Heating & Cooling" (<https://www.irena.org/heatingcooling>)

⁷⁰ European Commission, "An EU Strategy on Heating and Cooling", 2016 (https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_ACT_part1_v14.pdf)

⁷¹ European Commission, "The European Green Deal", 2019 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>)

Las medidas para mejorar el parque de edificios también se incluyen en la recientemente modificada Directiva Europea de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD). Sobre la base de los requisitos de la EPBD, los países de la UE deben establecer sólidas estrategias de rehabilitación a largo plazo, fijar requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos y para los existentes que se sometan a una rehabilitación importante, garantizar que todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo, expedir certificados de eficiencia energética cuando se venda o alquile un edificio y establecer sistemas de inspección de los sistemas de calefacción y aire acondicionado, introducir el indicador opcional de preparación inteligente, etc.

Junto con la EPBD, también la Directiva de Eficiencia Energética y la Directiva de Energías Renovables incorporan algunas disposiciones que contribuyen a un parque de edificios altamente eficiente energéticamente y descarbonizado para 2050. Estas disposiciones incluyen, por ejemplo, la obligación de los Estados miembros de preparar una evaluación nacional exhaustiva de la calefacción y la refrigeración, de abordar el potencial no aprovechado de la calefacción y la refrigeración mediante el aumento de las energías renovables en el sector en 1,3 puntos porcentuales al año entre 2020 y 2030, de garantizar la sostenibilidad de la bioenergía, de fomentar la capacitación de los consumidores de energía y de definir por primera vez el concepto de comunidades de energía renovable.

Otro elemento legislativo clave para los calefactores es la normativa sobre diseño ecológico y etiquetado energético, que aborda la eficiencia energética de los productos. Mientras que los requisitos de diseño ecológico pretenden eliminar gradualmente del mercado los productos ineficientes, el etiquetado energético promueve los productos con mejores prestaciones en términos de eficiencia energética mediante un etiquetado armonizado en toda la UE.

¿FUTURA PROHIBICIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CALEFACCIÓN CON COMBUSTIBLES FÓSILES?

Aunque la venta de calderas muy ineficientes ya había sido prohibida por los requisitos de diseño ecológico y etiquetado energético para calentadores de agua y de espacios que entraron en vigor en 2015, algunos Estados miembros están impulsando estos requisitos más allá y están preparando legislaciones sobre un sistema nacional de precios del carbono y para prohibir el uso de combustibles fósiles para la calefacción residencial.

Por ejemplo, el Programa de Acción Climática 2030 de Alemania incluye un sistema de precios del carbono por etapas para los sectores de los edificios y el transporte y la prohibición de la calefacción a base de petróleo en los edificios a partir de 2026. Al mismo tiempo, aumentarán los incentivos para la rehabilitación de edificios⁷².

Aún más ambicioso, con un cambio en la ley holandesa que regula los operadores de la red de gas ("La Ley del Gas"), el gobierno holandés exige ahora que todos los edificios nuevos sean prácticamente neutros desde el punto de vista energético para finales de 2021, no permite que los nuevos edificios se conecten a la red de gas y se propone eliminar por completo el gas en la calefacción para 2050, mientras que muchos partidos

⁷² International Energy Agency, "Germany 2020 Energy Policy Review"

(https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/G/germany-2020-energy-policy-review.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

recomiendan incluso que el gobierno exija que no se instalen calderas de gas en ninguna vivienda a partir de 2021⁷³.

Aunque por el momento no hay ninguna legislación a nivel de la UE que vaya en esta dirección, otros Estados miembros europeos pueden decidir autónomamente seguir esta tendencia como medida para alcanzar los objetivos acordados en París⁷⁴.

⁷³ Janene Pieters, "Call to ban gas heating boilers in Netherlands by 2021", 28/03/2018 (<https://nltimes.nl/2018/03/28/call-ban-gas-heating-boilers-netherlands-2021>).

⁷⁴ "The Paris Agreement sets out a global framework to avoid dangerous climate change by limiting global warming to well below 2°C and pursuing efforts to limit it to 1.5°C. It also aims to strengthen countries' ability to deal with the impacts of climate change and support them in their efforts. The Paris Agreement is the first-ever universal, legally binding global climate change agreement, adopted at the Paris climate conference (COP21) in December 2015. The EU and its Member States are among the close to 190 Parties to the Paris Agreement" (European Commission, "Paris Agreement", https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en).

ANEXO III: TOPTEN.EU – HERRAMIENTA DE BÚSQUDA ONLINE PARA PRODUCTOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Topten es una herramienta de búsqueda online para consumidores finales y profesionales, que presenta los productos más eficientes energéticamente disponibles en 15 países europeos, en los ámbitos de:

- electrodomésticos y electrónica para hogares y empresas
- tecnología para la calefacción y la refrigeración de espacios habitables o edificios.

Cada país participante tiene su página web nacional. Entre los países destinatarios de los proyectos Replac se encuentran los siguientes sitios web de "topten" que enumeran los productos de HC energéticamente eficientes:

- topprodukte.at en Austria,
- topeffizient.de en Alemania,
- eurotopten.es en España.

Los países que no disponen de sitios web nacionales con productos de HC disponibles en su territorio, pueden encontrar información general sobre productos de eficiencia energética en el sitio web topten.eu.

Los productos que aparecen en las distintas páginas web de topten se seleccionan y actualizan continuamente. Se clasifican en función de su eficiencia energética o consumo y



de sus prestaciones medioambientales, independientemente de los fabricantes.

EL PROYECTO HORIZONTE 2020 HACKS

El objetivo del proyecto Heating and Cooling Knowhow and Solutions (HACKS) es lograr la transformación del mercado de aparatos de calefacción y refrigeración (HAC) y mejorar el confort y la salud de los ciudadanos europeos. En toda la UE, casi la mitad de los edificios tienen calderas individuales instaladas antes de 1992 con una eficiencia del 60% o menos. El ahorro energético que se espera conseguir con una rápida sustitución es inmenso. Para lograr este objetivo, 17 socios de HACKS en 15 países (entre ellos los países objetivo de Replace, Austria, Alemania y España) están trabajando juntos, gracias al apoyo financiero del programa europeo Horizonte 2020.

Tras analizar los agentes del mercado, las políticas actuales y los productos más utilizados en cada país, a partir de abril de 2020 los socios de HACKS pondrán en marcha campañas de participación para dar a conocer los beneficios económicos y medioambientales que aportan los buenos productos y soluciones HAC:

- HACKS motivará a los hogares equipados con aparatos antiguos e ineficientes (calderas, calentadores de agua, acondicionadores de aire, ciertos tipos de calderas y estufas, etc.) para que los sustituyan por nuevos equipos más eficientes.
- En cada país, los socios crearán plataformas online específicas para ayudar a los consumidores en su proceso de compra. Las plataformas propondrán: herramientas para evaluar las necesidades de los hogares y proporcionar información personalizada; listas de los mejores productos con especificaciones técnicas; enlaces directos a los proveedores de los productos más eficientes; y consejos sobre cómo utilizar y mantener los equipos.
- Para aquellos hogares que necesitan mejorar su situación porque sienten demasiado calor, demasiado frío o demasiado humedad, pero que no pueden invertir en nuevos equipos o pueden evitar equiparse, HACKS propondrá soluciones sencillas y de bajo coste. Es posible reducir el consumo de energía y la factura energética al tiempo que se mejora el confort en invierno y en verano, la calidad del aire y las condiciones de salud mediante la instalación de dispositivos de sombreado, termostatos, grifos y duchas que ahorran agua, etc..

Más allá de los hogares, HACKS se dirigirá a todas las partes interesadas ("multiplicadores") que participan en el proceso de toma de decisiones de los consumidores, estableciendo asociaciones estratégicas para facilitar la compra de aparatos energéticamente eficientes. HACKS hace especial hincapié en los instaladores, pero también en los minoristas y las organizaciones de consumidores, por su proximidad a los consumidores y su capacidad para implicarlos y orientarlos sobre los equipos energéticamente eficientes.

Más información sobre el proyecto HACKS en <http://www.topten.eu/hacks>

Los países que no participan en HACKS pueden encontrar información sobre los productos de alta eficiencia energética en topten.eu. Actualmente (mayo de 2021) se ofrece información sobre las siguientes categorías de productos:



[Unidades de aire acondicionado](#)

[Single split](#)
[Multi split](#)



[Calentadores de agua electricos](#)

[Lista de productos](#)



[Calderas de combustibles sólidos](#)

[Lista de productos](#)



[Bombas de calor](#)

[Lista de productos](#)



[Ventiladores](#)

[Lista de productos](#)



[Bombas de circulación](#)

[Lista de productos](#)



[Calefacción de espacios](#)

[Lista de productos](#)



[Grifos y alcachofas](#)

[Grifos](#)

[Alcachofas de ducha](#)

REFERENCIAS

AIT and AEE INTEC, Ausbildungsskriptum „Solarwärme“

Allison Bailes, 2013, “The 7 biggest mistakes that HVAC contractors make”,
<https://www.energyvanguard.com/blog/57031/The-7-Biggest-Mistakes-That-HVAC-Contractors-Make>

BioVill project, “What is a Bioenergy Village?” (<http://biovill.eu/bioenergy-villages/>)

Buildings Performance Institute Europe (BPIE), “An Action Plan for the Renovation Wave: Collectively Achieving Sustainable Buildings in Europe”, 2020 (http://bpie.eu/wp-content/uploads/2020/04/An-action-plan-for-the-renovation-wave_DIGITAL_final.pdf)

CoolHeating project, 2017, “Guideline on drafting heat/cold supply contracts for small DHC systems” (https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.3_Guideline_on_drafting_heat_cold_supply_contracts_for_small_DHC_systems.pdf)

CoolHeating project, 2017, „ Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids” (https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.1_Guideline.pdf)

DiaCore project, 2016, „ The impact of risks in renewable energy investments and the role of smart policies” (https://matresource.de/fileadmin/user_upload/Publikationen_Allgemein/zur_Ressourceneffizienz/diacore-2016-impact-of-risk-in-res-investments.pdf)

Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG)

Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources, Article 23 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>)

Dominik Rutz, Christian Doczekal, Richard Zweiler, Morten Hofmeister, Linn Laurberg Jensen, CoolHeating project, 2017, „ Small Modular Renewable Heating and Cooling Grids: A Handbook” (https://www.coolheating.eu/images/downloads/D4.1_Handbook_EN.pdf)

EHPA, „EHPA Quality Label”: www.ehpa.org/ehpa-quality-label/about/

Energie- und Umweltagentur Niederösterreich, „Optimierung der Heizanlage“

ETIP RHC, 2019, “2050 Vision for 100% renewable heating and cooling in Europe” (<https://www.rhc-platform.org/content/uploads/2019/10/RHC-VISION-2050-WEB.pdf>)

European Commission Regulation (EU) No 813/2013 of 2 August 2013 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for space heaters and combination heaters (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013R0813>)

European Commission Delegated Regulation (EU) No 811/2013 of 18 February 2013 supplementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to the energy labelling of space heaters, combination heaters, packages of space heater, temperature control and solar device and packages of combination heater, temperature control and solar device (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0811>)

European Commission, “An EU Strategy on Heating and Cooling”, 2016 (https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_ACT_part1_v14.pdf)

European Commission, “Energy Performance of Buildings Directive” (https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)

European Commission, 2020, “European Green Deal: New financing mechanism to boost renewable energy” (https://ec.europa.eu/info/news/european-green-deal-new-financing-mechanism-boost-renewable-energy-2020-sep-17_en?pk_campaign=ENER%20Newsletter%20October%202020)

European Commission, “Space and combination heaters – Ecodesign and Energy Labelling Review Study: Task 2 Market Analysis”, July 2019 (<https://www.ecoboiler-review.eu/Boilers2017-2019/downloads/Boilers%20Task%202%20final%20report%20July%202019.pdf>)

European Commission, “The European Green Deal”, 2019 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>)

European Commission Communication, “The European Green Deal”, 11/12/2019 (https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf)

European Turbine Network and COGEN Europe, “The role of micro-CHP in future energy sector: A focus on energy efficiency and emission reduction” (https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/etnecogen_input_action5.pdf)

Frankfurt School-UNEP Centre/BloombergNEF, 2020, “Global Trends in Renewable Energy Investment 2020” (https://www.fs-unep-centre.org/wp-content/uploads/2020/06/GTR_2020.pdf)

General heating & Air Conditioning, “Avoid these top 3 HVAC installation errors”, <https://genhvac.com/avoid-top-3-hvac-installation-errors/>

Going Solar, “The top 5 Ways to Finance Solar Panels for Your Home” (<https://goingsolar.com/the-top-5-ways-to-finance-solar-panels-for-your-home/>)

Heat Roadmap Europe, 2017, “A low carbon heating and cooling strategy 2050”

IRENA, “Heating & Cooling” (<https://www.irena.org/heatingcooling>)

Just In Time Furnace, “Common mistakes of HVAC service and installation”,
<http://www.justintimefurnace.com/b/common-mistakes-of-hvac-service-and-installation>

K4RES-H project, “Financial Incentives for Renewable Heating and Cooling”
(https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/k4res-h_financial_incentives_for_renewable_hc.pdf)

Klimaaktiv, 2020, „Die richtige Heizung für mein Haus – Eine Entscheidungshilfe“
(<https://www.klimaaktiv.at/service/publikationen/erneuerbare-energie/richtige-heizung.html>)

Klimaaktiv, „Renewable Heating“
https://www.klimaaktiv.at/english/renewable_energy/renewable_heating.html)

Klimaaktiv, 2017, „Wegweiser zur guten Installation von Solaranlagen Qualitätslinie Solarwärme“
(<https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/erneuerbarewaerme/Heizungssysteme/solaranlagen/QL-Solarwaerme.html>)

Klimaaktiv, 2015, „WEGWEISER ZUR GUTEN HEIZUNGS- UND LÜFTUNGSINSTALLATION - Qualitätslinie 2: Wärmepumpe“

Klimaaktiv, 2011, “Merkblatt Fernwärme” (https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:d99f71a7-a24a-4563-9dbf-edbb20dd6066/Merkblatt_Fernwaerme.pdf)

Level, “Shading” (<http://www.level.org.nz/passive-design/shading>)

LimJae-Han and Kim Wwang-Woo, 01/2016, REHVA Journal, “ISO 11855 - The international Standard on the Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems”,
<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/iso-11855-the-international-standard-on-the-design-dimensioning-installation-and-control-of-embedded-radiant-heating-and-cooling-systems>

Michael C. Rosone, 2014, “5 Common HVAC Installation Mistakes and How They Cost You”,
<https://aristair.com/blog/5-common-hvac-installation-mistakes-and-how-they-cost-you/>

Mike O’Boyle, 2018, „Investment-Grade Policy: De-Risking Renewable Energy projects”, Forbes
(<https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2018/11/12/investment-grade-policy-de-risking-renewable-energy-projects/#117f26084e77>)

proPellets Austria, “Long-term comparison of costs of various fuels in Austria showing that ecological heating is economically attractive” (<https://www.propellets.at/en/wood-pellet-prices>)

R. van der Veen and E. Kooijman for the European Commission’s Joint Research Centre, 2019, “Identification of EU funding sources for the regional heating and cooling sector”
(<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/782b29a2-4159-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>).

Renewable Energy World, 2020, “3 reasons to invest in renewable energy now”
(<https://www.renewableenergyworld.com/2020/05/06/3-reasons-to-invest-in-renewable-energy-now/>)

REScoop project, “Report on REScoop Business Models”
(<https://www.rescoop.eu/uploads/rescoop/downloads/REScoop-Business-Models.pdf>)

Rödl & Partner, “New EU Directive: A renewable energy (RE) investment offensive in heating/ cooling and in the generation of electricity for household self-consumption is on the horizon”, 2018
(<https://www.roedl.com/insights/renewable-energy/2018-08/new-eu-directive-renewable-energy-investment-heating-cooling>)

Romanian Association of Biomass and Biogas (ARBIO), Bioenergy4Business project, “Report on bioenergy business models and financing conditions for selected countries”.

Sunko Rok et al., 2017, CoolHeating project, “Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids”

(https://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating_D5.1_Guideline.pdf)

Whitehelm Advisers, 2019, “The European Heat Sector – Challenges and Opportunities in a Hot Market”

(<https://www.whitehelmcapital.com/wp-content/uploads/2019/04/Thought-Leadership-April-2019-District-Heating-1.pdf>)

World Resources Institute, 2020 (<https://www.renewableenergyworld.com/2020/05/06/3-reasons-to-invest-in-renewable-energy-now/>)



www.replace-project.eu



twitter.com/h2020replace



linkedin.com/company/h2020replace



facebook.com/h2020replace