

# EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

FORMACIÓN EN HERRAMIENTAS DIGITALES  
PARA LOS INSTRUCTORES EN EL SECTOR  
DE LA CONSTRUCCIÓN

(Proyecto CONDAP)

*Javier Cárcel Carrasco<sup>1</sup>*

*Elisa Peñalvo López<sup>1</sup>*

*Luis Palmero Iglesias<sup>1</sup>*

*Manuel Valcuende Paya<sup>1</sup>*

*(<sup>1</sup>Universitat Politècnica de València)*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

Ingeniería y Tecnología





# EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

## FORMACIÓN EN HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LOS INSTRUCTORES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

(Proyecto CONDAP)

*Javier Cárcel Carrasco<sup>1</sup>*

*Elisa Peñalvo López<sup>1</sup>*

*Luis Palmero Iglesias<sup>1</sup>*

*Manuel Valcuende Paya<sup>1</sup>*

*(<sup>1</sup>Universitat Politècnica de València)*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto CONDAP "Digital skills for workplace mentors in construction sector apprenticeships." financiado por la Unión Europea dentro del programa Erasmus+ y la Key Action 2: Cooperation for innovation and the exchange of good practices (Strategic Partnerships for vocational education and training), Número de Referencia 2018-1-UK01-KA202-048122.

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a las aportaciones de todas las personas que forman los diferentes equipos del proyecto CONDAP (Instructus -UK; Vilniaus statybininku rengimo centras-Lituania; Universitat Politècnica de València-España; EXELIA-Grecia; EBC-Bélgica), así como las empresas y organizaciones de las cuales se ha extraído algunos contenidos del presente trabajo.



**Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L.**

Quedan todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, distribuida, comunicada públicamente o utilizada, total o parcialmente, sin previa autorización.

© del texto: **los autores**

ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

C/Alzamora, 17 - 03802 - ALCOY (ALICANTE) [info@3ciencias.com](mailto:info@3ciencias.com)

Primera edición: **abril 2021**

ISBN: **978-84-123661-0-5**

DOI: <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2021.68>



# PRÓLOGO

## **Formación en herramientas digitales para el sector de la construcción (Proyecto CONDAP)**

El presente se encuentra caracterizado por un cambio sin precedentes, conocido como la Tercera Revolución Industrial, donde se va dando forma a nuevas tecnologías como las energías renovables o las herramientas digitales para la gestión y comunicación y hacia donde se ha de enfocar el futuro desarrollo profesional, para que no haya desalineaciones entre la oferta y la demanda de empleo. En cuanto al sector de la construcción, podríamos abordar la introducción de las nuevas tecnologías desde tres diferentes aspectos: la construcción energéticamente eficiente y sostenible, la digitalización y las capacidades de organización, gestión y comunicación.

Por un lado, las medidas de eficiencia energética requeridas por las instituciones son cada vez más exigentes. Según los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las Metas Europeas para 2030, la eficiencia energética debe aumentarse en un 35%, las emisiones de gases de efecto invernadero deben reducirse en un 40% y debe lograrse una tasa de energía renovable del 35%. El nuevo desafío para el sector de la construcción es ampliar aún más el conocimiento e integrar las tecnologías ambientales modernas, así como implementar dichas medidas de eficiencia energética en los mismos, con el fin de reducir el consumo y ser más sostenibles con el medioambiente. A nivel mundial, los edificios consumen más de un tercio del total de la energía de uso final y causan casi la quinta parte del total de las emisiones de gases de efecto invernadero. Reducir el uso de energía en los edificios es un imperativo del cambio climático, pero también es una oportunidad de negocio.

Por otro lado, la industria de la construcción también está evolucionando rápidamente con las tecnologías digitales. En los últimos tiempos se está empezando a explotar el potencial de los sistemas BIM (Modelización de la Información de la Construcción) para la gestión eficiente de los proyectos de construcción. Se trata de un software capaz de representar las propiedades físicas y funcionales de un edificio de forma que se obtiene un recurso de conocimiento en un entorno tecnológico común donde la información es compartida y constituye una base fiable para las decisiones durante el ciclo de vida del proyecto, desde la concepción más temprana hasta la demolición. Este tipo de herramientas permiten ahorrar muchos costes y agilizar procesos, por lo que serán algo esencial en el futuro inminente y es importante que los aprendices del presente estén bien familiarizados con ellas.

Finalmente, hay que recalcar la importancia de las habilidades de gestión y comunicación a nivel organizativo. Es crucial la forma en que la información fluye en una organización, a través de los departamentos, entre los compañeros de dirección, los instructores y los aprendices. Es un proceso complejo que lleva mucho tiempo construir, mantener y mejorar continuamente. La comunicación efectiva puede hacer que la colaboración

sea productiva y mutuamente beneficiosa, especialmente en el caso de los formadores. El uso y la implementación de tecnologías de digitales para la comunicación, así como las redes sociales y los entornos virtuales también pueden ofrecernos de forma muy eficiente el apoyo necesario para una buena comunicación y gestión en el ámbito de trabajo de la construcción.

El proyecto CONDAP tiene por objeto apoyar la oferta de formación profesional para los formadores en el sector de la construcción ofreciendo un curso modular integral que garantice el acceso fácil y gratuito al material y las herramientas educativas pertinentes, respondiendo así a las necesidades de los proveedores de formación de FP y los aprendices del sector. Tras recoger las opiniones de diferentes agentes dentro del sector de la construcción y de la formación con diferentes encuestas y estudios de despacho, los socios del proyecto han desarrollado tres unidades temáticas diferentes para tal fin:

- UD1: Construcción energéticamente eficiente y sostenible
- UD2: Digitalización en la construcción
- UD3: Capacidades de organización, gestión y comunicación

En este libro se recoge lo referente a la primera unidad didáctica.

El consorcio de este proyecto lo forman cinco socios de diferentes países y con perfiles diferentes pero complementarios para poder abordar los objetivos del proyecto. Los diferentes socios provienen del sector de la formación profesional, de la investigación y del mundo universitario. En concreto, el consorcio está compuesto por las siguientes organizaciones:

- \* INSTRUCTUS ([www.instructus.org](http://www.instructus.org))- UK
- \* Vilniaus statybininku rengimo centras ([www.vsrc.lt](http://www.vsrc.lt))- Lituania
- \* Universitat Politècnica de València (<http://www.upv.es/>)- España
- \* EXELIA ([www.exelia.gr/en](http://www.exelia.gr/en))- Grecia
- \* EBC (<http://www.ebc-construction.eu/>)- Bélgica

Este trabajo ha sido posible gracias a las aportaciones de todas las personas que forman los diferentes equipos del proyecto CONDAP, así como las empresas y organizaciones de las cuales se ha extraído algunos contenidos del presente trabajo.

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto CONDAP “Digital skills for workplace mentors in construction sector apprenticeships.” financiado por la Unión Europea dentro del programa Erasmus+ y la Key Action 2: Cooperation for innovation and the exchange of good practices (Strategic Partnerships for vocational education and training), Número de Referencia 2018-1-UK01-KA202-048122.





# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Antecedentes del proyecto .....	13
1.2. Introducción a la UD1: Eficiencia energética y construcción sostenible.....	31
.....	31
<b>CAPÍTULO II: UNIDAD DIDÁCTICA: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE .....</b>	<b>35</b>
Lección 1: Introducción .....	38
Lección 2: Marco Legislativo Europeo .....	40
Lección 3: Edificios sostenibles - Conceptos y normativas .....	42
Lección 4: Principios de la eficiencia energética - Diseño activo y pasivo .....	44
Lección 5: Fuentes de energía renovable - Diseño Activo .....	54
Lección 6: Certificación Energética.....	58
Lección 7: Ejemplos.....	63
<b>CAPÍTULO III: CASOS DE ESTUDIO.....</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO IV: EJERCICIOS .....</b>	<b>83</b>
4.1. Preguntas de opción múltiple .....	84
4.2. Preguntas de respuesta corta.....	90
4.3. Preguntas frecuentes .....	92
4.4. Ejercicios de evaluación .....	98
4.5. Ejercicios adicionales.....	110





# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**



## 1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En la fase inicial del proyecto se llevaron a cabo actividades para identificar las prioridades y necesidades que tenían los formadores en cuanto a habilidades digitales dentro de la industria de la construcción. Para ello, cada socio debía de reunir a un grupo grande de interesados de su región o país entre los que se encontrarán empresas de construcción, proveedores de formación profesional, trabajadores en la construcción, expertos del sector, empresas de software de construcción, asociaciones profesionales, estudiantes, trabajadores noveles, etc.

Se realizó una investigación basada en tres métodos:

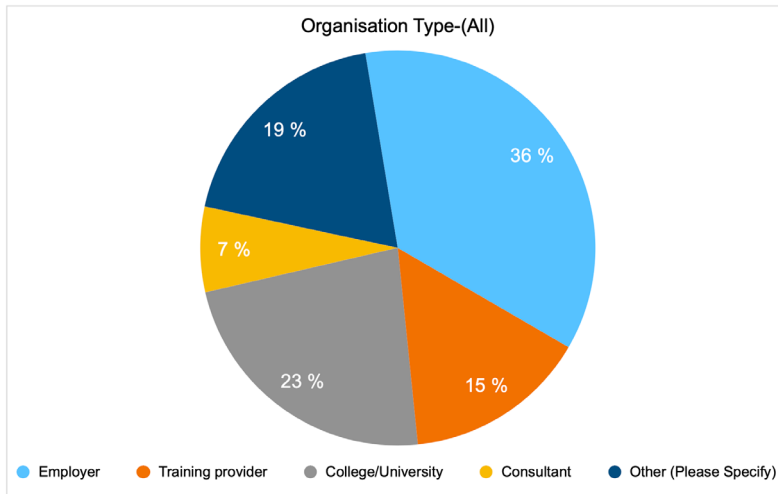
- Estudios de campo a través de encuestas online que fueron distribuidos entre los contactos y las partes interesadas de cada socio del proyecto.
- Entrevistas semiestructuradas e individuales con profesionales del sector de la construcción.
- Investigaciones de despacho realizadas por cada socio para encontrar los requisitos, necesidades, tecnologías, metodologías de enseñanza y nuevos desarrollos en el sector de la construcción y sus herramientas digitales.

En los estudios de campo se clasificaban a los encuestados según el tipo y tamaño de organización a la que pertenecían, su función laboral y sus años de experiencia. Las encuestas se dividían en dos partes:

- La parte A se centraba en encontrar cuales eran los requisitos básicos de habilidades digitales que deberían tener los aprendices de la construcción como pueden ser el manejo de datos digitales, la búsqueda de información en Internet, la creación de documentos con office, utilizar medios de comunicación y colaboración electrónicos, crear webs, utilizar softwares específicos de la compañía, etc.
- La parte B pretendía saber la importancia que los encuestadores le daban a determinadas áreas dentro del sector de la construcción como son: las soluciones digitales para la construcción sostenible y eficiencia energética, el modelado de información de construcción (BIM), la realidad virtual y aumentada, el internet de las cosas, el diseño asistido por ordenador, etc. Además, se les daba la oportunidad de añadir aquellas áreas no mostradas que ellos consideraran relevantes.

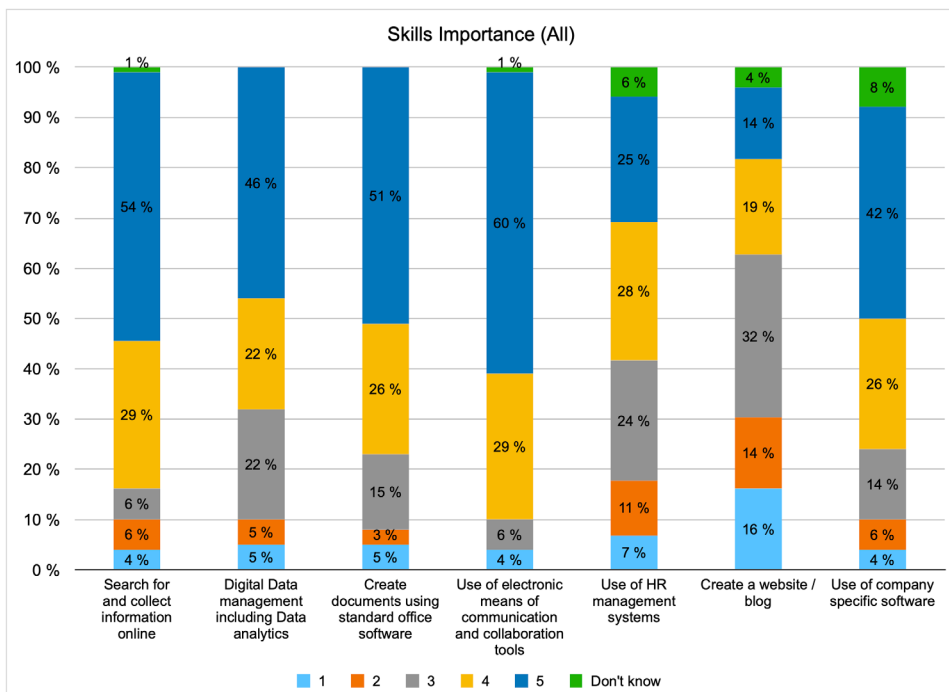
A continuación, se muestran los resultados de los estudios de campo:

- Clasificación de los encuestados por tipo de organización:



Además, los encuestados se repartían prácticamente a partes iguales en cuanto al tamaño de su organización o empresa (35% pequeña, 28% mediana y 37% grande) y 67% de ellos tenía más de 10 años de experiencia trabajando en el sector de la construcción.

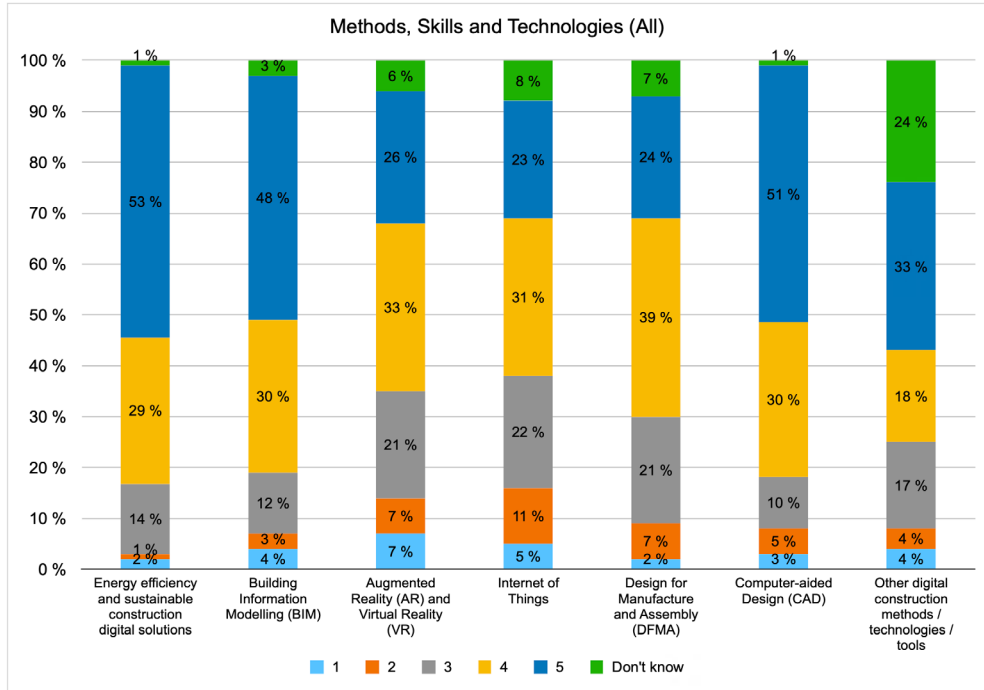
- Resultados de la parte A de la encuesta:



Además, los encuestados recalcaron la importancia de utilizar aplicaciones de telecomunicación como Skype, ZOOM, MS Teams, Mailbox, etc, entornos virtuales

colaborativos para la compartición de documentos en línea como Google Drive o Dropbox y plataformas digitales para la enseñanza a distancia como Webex.

- Resultados de la parte B de la encuesta:



Algunos de los comentarios señalaban las siguientes áreas adicionales como relevantes: inteligencia artificial, seguridad laboral o el uso de drones para evitar trabajar en altura.

En conclusión, tras analizar los resultados del estudio de campo, las áreas y habilidades que tuvieron más relevancia para los encuestados fueron:

- Uso de medios electrónicos de comunicación y herramientas digitales de colaboración.
- Soluciones digitales para construcción sostenible y eficiencia energética.
- Modelado de la información de la construcción (BIM).
- Diseño asistido por ordenador (CAD).
- Búsqueda y recopilación de datos en Internet.
- Creación de documentos con software Office.

Las entrevistas semiestructuradas se llevaron a cabo para obtener una opinión más profunda y elaborada de las habilidades que se consideran más necesarias para los aprendices a través de una entrevista personal con alguno de los interesados. En esta entrevista se formularon las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de habilidades y herramientas digitales considera importantes, para que los gerentes de construcción y los coordinadores de aprendices y estudiantes pueden enseñar con eficacia nuevas habilidades, especialmente en lo que respecta a avances en el sector de la construcción?
2. Cuando piensas en la digitalización del sector de la construcción y los métodos de construcción digital, ¿cuáles de los siguientes temas vienen más a la mente?
3. ¿Puede describir el perfil de trabajo habitual/ideal del coordinador de formación en la construcción?
4. ¿Cuáles son los principales factores que obstaculizan la eficacia de los planes de formación en el sector de la construcción, lo que conduce a un aumento de las tasas de abandono?
5. ¿Quién debería ser responsable de ofrecer formación a los formadores de trabajadores y aprendices en el sector de la construcción? (Pregunta alternativa - ¿Qué formación cree usted que debería haber para los coordinadores/formadores en la industria de la construcción?)

Los resultados arrojados por las entrevistas se muestran a continuación:

Respecto a la primera y segunda pregunta, los entrevistados destacaron las siguientes habilidades, herramientas, metodologías y tecnologías digitales y algunos de sus aspectos más relevantes:

- Muchos coincidieron en la importancia del modelado de la información de la construcción (BIM). Este es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, ya que integra a todos los agentes que intervienen en el proceso de edificación (arquitectos, ingenieros, constructores, promotores, facilities managers, etc.) y establece un flujo de comunicación transversal entre ellos, generando un modelo virtual que contiene toda la información relacionada con el edificio durante todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial, durante su construcción y toda su vida útil, hasta su demolición. La información que se aporta al modelo BIM, proviene de distintos tipos de software, programas de modelado, cálculo estructural, MEP, software de presupuestos, análisis de comportamiento energético, sensores, etc. El conocimiento de todas estas herramientas y de la capacidad de interoperabilidad entre ellas, es fundamental para la correcta implantación del BIM.



- Destacaron algunos software de trabajo generales como:
  - Software para elaborar informes o presentaciones: Word, Excel, PowerPoint, Adobe.
  - Manejo de software de base de datos: Access, CRM.
  - Herramientas de trabajo internas de la empresa para comunicarse y colaborar con los aprendices.
- Software específicos en áreas de:
  - Eficiencia y certificación energética, construcción sostenible, integración de renovables.
  - Dirección de operaciones (lean production), fabricación remota y máquinas de control numérico (CNC).
  - Financieros (ACCA) y administrativos para la licitación de ofertas, facturas, informes de herramientas, etc.
  - Diseño digital en 2D y 3D (SEMA, Revit, AutoCAD, SolidWorks, WikiHouse).
  - Seguridad laboral.
  - Economía circular.
- Tecnologías inteligentes y autómatas:
  - Simulación y gemelos digitales para monitorizar objetos o sistemas y analizar su comportamiento en determinadas situaciones y mejorar su eficacia. Una herramienta de realidad aumentada y entorno virtual para la simulación es Virtual Reality Headset.
  - Contadores inteligentes en edificios e Internet de las cosas.
  - Inteligencia artificial.
  - Ciudades inteligentes.
  - Drones para acceder a sitios difíciles o peligrosos, robots de trabajo.
- Uso de internet para la búsqueda de información, el manejo de webs y blogs y de redes sociales (LinkedIn, Twitter, Facebook), marketing digital.
- Herramientas de comunicación como Skype, Messenger, whatsapp, viber.

En cuanto a la tercera pregunta, las cualidades y atributos que debería tener un formador según los entrevistados se resumen en las siguientes:

- Cualidades generales y atributos:
  - Comprensión del oficio y uso competente de tecnologías modernas y acceso a recursos y herramientas de formación digitales.

- Fortalecer la confianza de la nueva fuerza laboral en la industria y transmitir un sentido de realidad y el uso efectivo de las herramientas digitales para enfrentar desafíos reales, como la productividad en la industria. Alentar a los mentores a pensar de manera diferente y más allá de su industria, proporcionando un vistazo a lo que se puede lograr utilizando diferentes conjuntos de habilidades y perspectivas. Motivación.
- Conocimientos prácticos sobre tecnologías modernas de modelado de información de construcción (BIM) y enfoques de colaboración en el diseño y operación del edificio; para establecer un punto de referencia y estándares para el trabajo colaborativo organizacional. Actualizar la evolución de las nuevas tecnologías en la construcción y actualizar el conocimiento de los aprendices.
- Psicología humana suficiente para comprender los grupos de edad de los trabajadores / aprendices y poder interactuar de manera efectiva con ellos.
- Hacer un mayor uso de la interacción virtual en la tutorías y utilizar las herramientas de conexión remota para aumentar las formas de comunicación entre aprendices y formadores.
- Responsabilidad, adaptabilidad, habilidades de gestión, escucha activa, manejo de conflictos y creatividad.
- Apoyo continuo a los empleados en su formación para el ascenso a otras categorías laborales.
- Conocimientos de los requisitos laborales del aprendiz y de seguridad laboral.
- Exigencias:
  - Tutorías y reuniones frecuentes (cara a cara o remotamente).
  - Planificación con agenda estructurada y actualizaciones.
  - Asesoramiento, evaluación, apoyo y seguimiento. Foros de discusión con el resto de las estudiantes.
  - Actividades grabadas.
  - Establecer metas y desafíos. Proponer actividades formativas asociadas a las tareas diarias del aprendiz.
  - Capacidad de abordar problemas.
- Metodología para la capacitación:
  - Proceso de modelo de trabajo de 6 pasos en la formación de los aprendices: (1) Informar, (2) Planificar, (3) Decidir, (4) Conducta, (5) Control y (6) Evaluar.

- Diseño centrado en el alumno
- Aplicación de métodos innovadores y herramientas digitales para la formación.
- Adoptar el principio de “menos es más” para el aprendizaje en línea.
- Mejora continua de la formación ofreciendo cursos con construcción digital innovadora métodos y herramientas.
- Oferta de competencias en función de la demanda.

En cuanto a la cuarta pregunta, se exponen los factores ocultos que en su ausencia podrían obstaculizar la eficacia de los planes de formación en el sector de la construcción y aumentar las tasas de abandono:

- Motivación. Desarrollo de carrera o valor asociado a la formación.
- Formadores o coordinadores cualificados en la empresa que cumplan con las expectativas y la motivación de los aprendices. Programa de formación para formadores y apoyo de la empresa en el lugar de trabajo para formar formadores y coordinadores de aprendices. Mayor interés de los trabajadores de la empresa por convertirse en formadores.
- Consideración de las circunstancias individuales. Flexibilidad y disposición de los empleados para aprender cosas nuevas. Factor edad, donde el uso de tecnologías es un poco reticente.
- Visión clara. Calidad de la oferta de formación. Metodología modernas e innovadoras de formación adecuadas para capacitar en la formación de habilidades digitales. Consistencia en los sistemas de trabajo. Tecnología que tiene que ser adecuada para su propósito. Promover la confianza en la tecnología.
- Marco o infraestructura coherente para facilitar la mediación de la oferta de competencias y demanda. Sistema que facilite que la gestión curricular esté más basada en competencias y dirigido por la demanda.
- Habilidades claramente definidas que deben integrarse en el puesto de trabajo. Competencia que afecte a la innovación y la productividad.
- Comprender el segmento de la industria y el tamaño de la empresa. La industria de la construcción puede estar bastante segmentada con poca capacidad sobrante. Por otro lado, la industria tiene sus particularidades en las que la mayor parte de la fuerza laboral no se basa en oficinas. Infraestructura digital en la empresa.
- Cultura de colaboración y mejora.
- Corrientes de financiación adecuadas para responder a los desafíos actuales. Suficiente apoyo del estado a las empresas que acogen

aprendices.

- Los derechos y responsabilidades de las empresas que imparten formación de aprendizaje deberían ser claramente definidos en actos reglamentarios.
- Comunicación y colaboración con los centros de formación profesional. Investigación y desarrollo, e inversión en innovación. Modelo de capacitación funcional, financiación y prestación de servicios.
- Identificación y abordaje de las lagunas y desajuste en las habilidades presentes. Proveer de estrategias de gestión de la información claras y coherentes que ayuden a encontrar la información para tomar decisiones oportunas. Ayudar a interpretación los datos para influir en la toma de decisiones.
- Establecer los parámetros adecuados para eliminar los errores debidos al factor humano. El uso del software adecuado para evitar problemas técnicos y duplicar los esfuerzos en el procesamiento de datos que se basa en mediciones generales.
- Aceptar el cambio. En promedio, toma alrededor de 10 años en promedio para hacer el cambio se convierten en un proceso aplicable.
- Factor de género. La industria de la construcción ha sido predominantemente masculina, y debe cambiar. Las mujeres pueden tener un papel importante en la tecnología BIM, deben ser ampliamente alentadas y promovidas a través de eventos, eventos de premios, conferencias, oportunidades de establecer contactos.

Finalmente, las respuestas a la última pregunta acerca de la formación que debería haber para los coordinadores/formadores en la industria de la construcción y quién debería proporcionarla, se resumen en las siguientes:

- Empresas / negocios (formación en la empresa):
  - Empresa propia asistida por expertos individuales o centros de entrenamiento. Las grandes empresas imparten estos cursos por sí mismas, con la ayuda de sus departamentos de recursos humanos.
  - Cursos especializados para coordinadores/formadores de FP a nivel estatal.
  - Muchos empleadores creen que, en lugar de una cualificación pedagógica formal, los formadores deberían conocer los procesos de la industria y la empresa y ser capaces de explicarlos a los alumnos e instruirlos en sus tareas. Instruir a los aprendices no es diferente de instruir a cualquier otro empleado nuevo y es parte de la práctica diaria de muchos de sus empleados.

- En las PYMES los formadores son en su mayoría autodidactas o aprenden de los compañeros.
- Alentar a los formadores a asistir a cursos cortos o visitas proporcionados por las empresas.
- Centros de formación profesional:
  - Centros de formación especializada en construcción.
  - Asociaciones de formación.
  - Los empleados de las empresas a menudo no pueden y/o no quieren formar a otros debido a la carga de trabajo, los problemas de confidencialidad, el riesgo de posibles daños a equipos o el temor a una posible competencia futura. El principal motivo por el que las empresas cooperan con los proveedores de FP para impartir formación de aprendizaje es conseguir los trabajadores cualificados que necesitan y la posibilidad de promocionarse como posibles empleadores.
- Cursos online:
  - Cursos cortos y específicos online para que los formadores tengan flexibilidad para hacerlo.
  - Cursos masivos abiertos online (MOOCs) y recursos de educación abierta.
- Iniciativas financiadas por proyectos nacionales y europeos:
  - Se deben desarrollar programas específicos de formación de formadores que ofrezcan cursos breves para profesores de FP con el enfoque específico de la digitalización.
  - Se requiere flexibilidad y pronta reacción en la prestación de servicios de FP ante los cambios en la industria, incluida la oportunidad de elaborar nuevos programas/módulos de capacitación para ocupaciones de gran demanda o para nuevas ocupaciones emergentes.
  - Hay cursos disponibles sobre aspectos pedagógicos y psicológicos en los institutos nacionales de formación de profesores.
- Desarrollo profesional:
  - Oportunidades para el desarrollo profesional continuado.
  - El apoyo de un formador también debería depender del nivel de formación. Por ejemplo, el nivel 4 de EQF puede ser asesorado por un ingeniero colegiado o perteneciente a alguna asociación profesional que podrá evaluar las habilidades y competencias básicas.
  - Asistencia a eventos y seminarios de formación.

Con respecto a la investigación de despacho, se llevó a cabo como método

complementario para reunir información sobre las necesidades de aptitudes digitales de los formadores en el lugar de trabajo y se revisó la disponibilidad y del contenido de informes, cursos existentes y otros documentos y fuentes de información a las que podía acceder cada socio acerca de:

- Habilidades digitales necesarias para los formadores de aprendices y habilidades digitales complementarias para los trabajadores de la construcción.
- Métodos de construcción, habilidades y tecnologías digitales
- El papel de los formadores en el lugar de trabajo y en la empresa que participan en los aprendizajes, para sacar conclusiones sobre las necesidades del trabajo basado en el aprendizaje (Work Based Learning).
- Cursos existentes de formación de instructores, centrados en habilidades digitales y métodos de construcción.
- La oferta de capacitación existente en materia de técnicas digitales y métodos de construcción.
- Desajustes y deficiencias en materia de aptitudes en el sector de la construcción (también mediante el examen de la información sobre la gestión de los planes de aprendizaje)
- Formas en las que el aprendizaje basado en el trabajo puede apoyar el cambio de habilidades necesarias para modernizar los aprendizajes.

Era esperado que los resultados de la investigación documental revelasen las tendencias de la industria de la construcción y la necesidad de conocimientos y métodos digitales de construcción, y que, por lo tanto, pongan de relieve las conclusiones sobre la forma en que la capacitación de los mentores puede apoyar el cambio de conocimientos necesarios para aplicar los métodos y tecnologías digitales en el contexto del aprendizaje de la construcción.

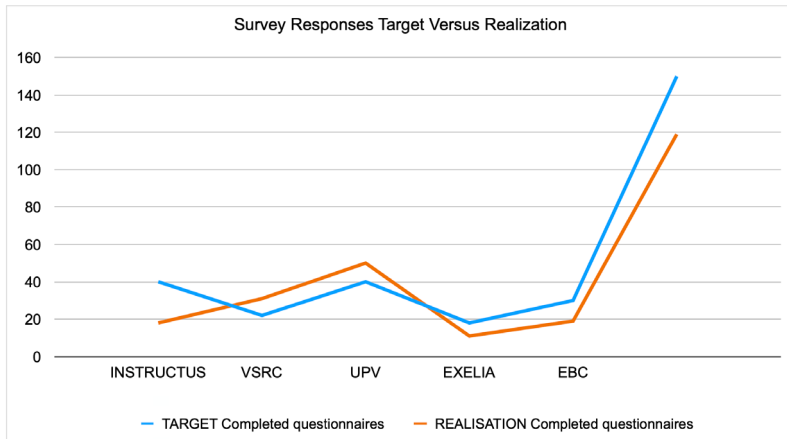
Cada socio contribuyó con evidencias de sus países proporcionando al menos 5 fuentes de información (25 en total de parte de todos los socios). Las respuestas obtenidas permitieron conocer el contexto en el que se encuentra cada país en el ámbito digital en el sector de la construcción.

En el informe final se analizaron los tres tipos de métodos de investigación en términos de contenido y se establecieron objetivos en relación con los beneficios reales recibidos. A pesar de que el número de respuestas al cuestionario está por debajo de la meta de 150, el resto de la investigación proporciona una cobertura complementaria a través de entrevistas e investigaciones de escritorio. El total de todas las respuestas esperadas era de 190, incluyendo encuestas, entrevistas e investigaciones de despacho, lo que permite obtener un buen estudio e información



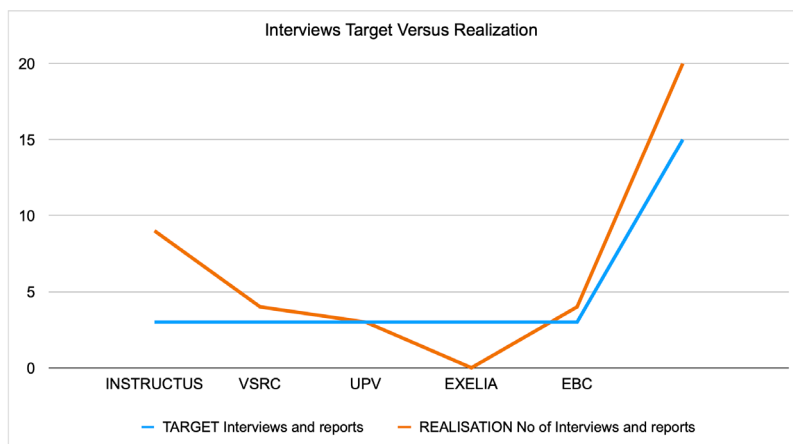
sobre los cursos realizados en los diferentes países y los temas más desarrollados.

Con respecto a los estudios de campo, en concreto las respuestas obtenidas en la encuesta, la siguiente gráfica muestra por socio cuáles fueron los resultados obtenidos (línea naranja) en comparación con los esperados (línea azul). VSRC y la UPV consiguieron un número más elevado de respuestas del que se estableció como objetivo, por tanto, obteniendo mayor representación de respuestas de interesados y personal asociado a la construcción.



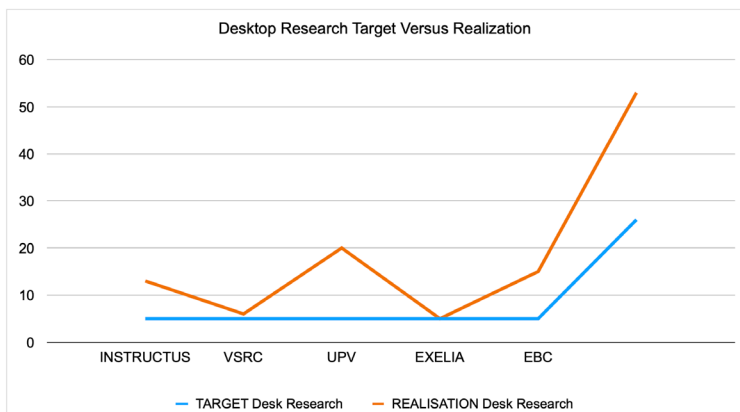
**Gráfico 1.** Encuesta: respuestas obtenidas y esperadas por socio.

Por otro lado, las entrevistas semiestructuradas son un método muy eficaz de obtener información de primera mano, cuya inversión de tiempo dificulta la obtención de un número elevado de las mismas. No obstante, INSTRUCTUS y EBC obtuvieron más respuestas del valor objetivo, por lo que contrarrestaban la falta de información con respecto a los estudios de campo.



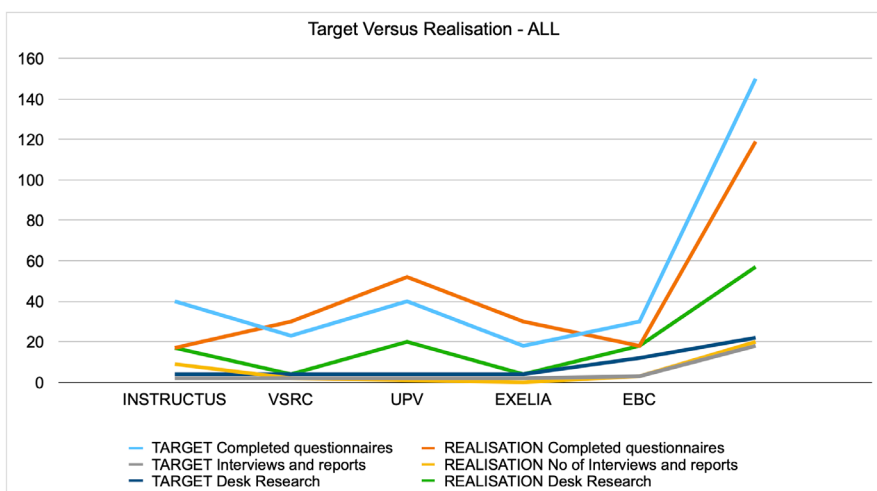
**Gráfico 2.** Entrevistas semiestructuradas: respuestas obtenidas y esperadas por socio.

El último de los métodos es la investigación de despacho, a través de la cual se obtuvo información suficiente para completar aquellos datos que pudieran faltar por parte de los estudios de campo y las entrevistas semiestructuradas. Dando a conocer requisitos, necesidades, tecnologías, metodologías de enseñanza y nuevos desarrollos en el sector de la construcción y sus herramientas digitales de cada país. Todos los socios alcanzaron el valor objetivo e incluso superaron los valores marcados. Este método tuvo muy buena respuesta y utilidad.



**Gráfico 3.** Investigación de despacho: respuestas obtenidas y esperadas por socio.

A modo de conclusión se presenta el siguiente gráfico, en el que se recogen los diferentes métodos (cuestionarios, entrevistas e informes y las investigaciones de despacho) comparando el valor objetivo con el número de respuestas obtenidas. Tal y como se puede apreciar, el número de respuestas general es muy elevado, por lo que los resultados obtenidos están bien contrastados y existe variedad gracias a la respuesta de los diferentes socios.



**Gráfico 4.** Métodos de investigación: respuestas y valores objetivo por socio.

Como resultado de estos tres tipos de investigación realizados por los socios de cinco países, se llegaron a los siguientes objetivos de aprendizaje que deberían definir el contenido del curso CONDAP:

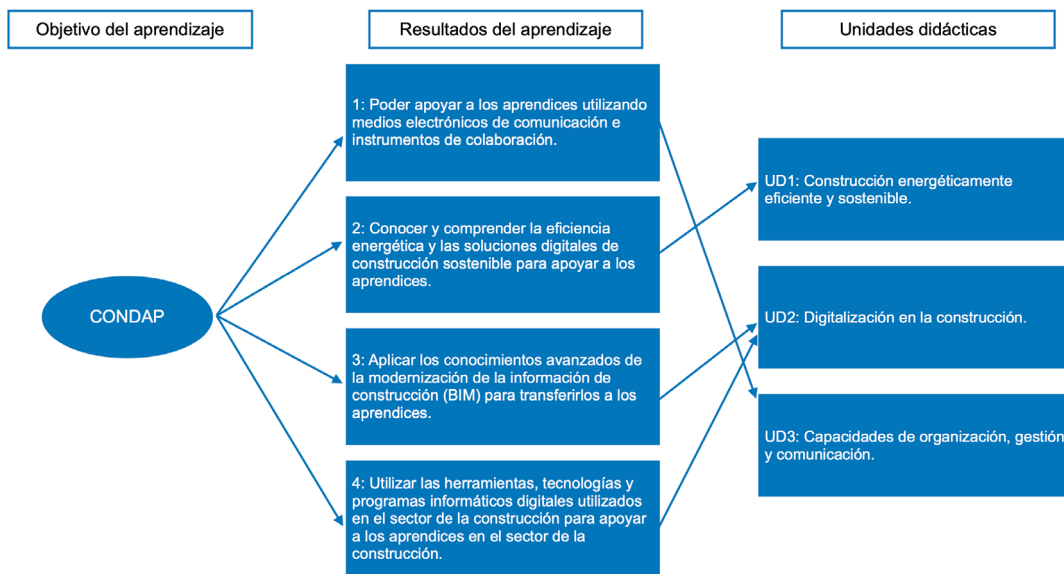
- O1. Comprender y aplicar las nuevas tecnologías y programas informáticos para la construcción digital.
- O2. Compartir datos y modelos de construcción utilizando sistemas digitales integrados.
- O3. Desarrollar las aptitudes y los conocimientos necesarios para los formadores en la aplicación de las metodologías de construcción digital.
- O4. Desarrollar las aptitudes y los conocimientos necesarios para formar a los alumnos en los sistemas de gestión de conocimiento y los avances en tecnologías digitales.
- O5. Desarrollar el conocimiento y la comprensión para definir una metodología a medida para apoyar al alumno en su desarrollo y mejora en el uso de herramientas/tecnologías digitales.
- O6. Desarrollar herramientas de aprendizaje inmersivo y formación en construcción digital relevantes para su empresa para su uso por parte de los alumnos.
- O7. Desarrollar metodologías para explorar y superar las barreras para el uso de los avances digitales en la construcción.

Una vez finalizada la investigación, se da paso al segundo hito del proyecto CONDAP, el cual pretende definir la estructura de un plan de estudios con orientaciones pedagógicas destinado a formadores y proveedores de FP, con el fin de capacitarlos en métodos de construcción digital. Para este fin se han realizado tres actividades en función de los resultados de la investigación. La primera de ellas consiste en la agrupación de los objetivos de aprendizaje junto con las áreas de conocimiento que resultaron ser las más interesantes para los encuestados, extrayéndose de aquí unos resultados de aprendizaje que posteriormente conformarán las unidades didácticas del proyecto CONDAP, que son las que se presentan en este compendio.

En primer lugar, conviene definir el sistema en el cual se van a enmarcar las unidades didácticas, conocido como Sistema Europeo de Transferencia de Créditos para la Educación y la Formación Profesional (ECVET). Se trata de un marco metodológico común que facilita el reconocimiento y la transferencia de créditos de aprendizaje de un sistema de calificación a otro dentro del Sistema Educativo Europeo. El ECVET trabaja en colaboración con el Marco Europeo de Cualificaciones (MEC) para proporcionar una mayor transparencia en las cualificaciones europeas, promoviendo la movilidad de los trabajadores y los estudiantes y facilitando el aprendizaje. Concretamente, la aplicación del ECVET requiere que las calificaciones se describan en términos de

resultados del aprendizaje; que de los resultados del aprendizaje se formen unidades; y que las unidades se agrupen a menudo para formar la base de las calificaciones. De esta forma el proyecto CONDAP se encuentra en línea con este procedimiento, respetando el procedimiento del ECVET, definiendo los resultados de aprendizaje y formando, a partir de estos, las unidades didácticas. Es importante aclarar que los procesos de evaluación, validación y reconocimiento también deben ser acordados entre todos los participantes y deben respetar las prácticas nacionales, regionales, sectoriales o institucionales existentes. Esta iniciativa facilita a los ciudadanos de la Unión Europea (UE) la obtención de su educación, competencias y conocimientos reconocidos en un país de la UE que no sea el suyo. El ECVET complementa el Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS), estableciendo un vínculo entre la Educación y Formación Profesional y la Educación Superior.

Atendiendo al sistema ECVET, una unidad de aprendizaje o didáctica es un elemento de capacitación que responde a una serie de resultados de aprendizaje, definidos en términos de conocimientos, habilidades y competencias que pueden ser evaluados, validados y certificados. A través del análisis realizado en el proyecto CONDAP, explicado anteriormente, las unidades de aprendizaje basadas en los resultados de aprendizaje resultaron tal y como se muestra en la siguiente figura:



**Ilustración 1.** Agrupación de los resultados de aprendizaje CONDAP.

Finalmente, las unidades didácticas a llevar a cabo en el proyecto CONDAP obtenidas a partir de los resultados de aprendizaje, según la ilustración anterior son:

- UD 1: **Construcción energéticamente eficiente y sostenible**; que responde

principalmente al **resultado de aprendizaje 2**: “Conocer y comprender la eficiencia energética y las soluciones digitales de construcción sostenible para apoyar a los aprendices”.

- UD 2: **Digitalización en la construcción**; relacionado con el **resultado de aprendizaje 3**: “Aplicar conocimientos avanzados de la modelización de la información para la construcción (BIM) para transferirlos a los aprendices” y el **resultado de aprendizaje 4**: “Utilizar las herramientas, tecnologías y programas informáticos digitales utilizados en el sector de la construcción para apoyar a los aprendices en el sector de la construcción”.
- UD 3: **Capacidades de organización, gestión y comunicación**; corresponde al **resultado del aprendizaje 1**: “Poder apoyar a los aprendices utilizando medios electrónicos de comunicación e instrumentos de colaboración”.

Por otro lado, las unidades didácticas también deben cumplir una serie de requisitos, sugeridos por los principios europeos:

- Las unidades de resultados del aprendizaje pueden completarse y evaluarse de forma independiente a otras unidades de resultados del aprendizaje.
- Están estructuradas de manera que los resultados pertinentes del aprendizaje puedan lograrse en un intervalo de tiempo específico. Por consiguiente, no deben ser demasiado extensas.
- Incluyen todos los resultados del aprendizaje necesarios para abarcar los objetivos de las unidades y están diseñadas para ser evaluables.

La segunda actividad dentro del segundo resultado intelectual de CONDAP consiste en definir las especificaciones de las unidades didácticas. Esto es, el alcance y los requisitos esenciales que debe cumplir el programa de capacitación correspondiente. El material del curso de capacitación se elaborará sobre la base de la definición de las especificaciones del curso.

Las especificaciones de las unidades de aprendizaje se basan en los principios del ECVET, que denotan que cada unidad puede incluir los siguientes elementos, los cuales permitirán que las unidades estén aceptadas dentro del marco del ECVET.

- Nivel de cualificación del EQF
- Conocimientos previos recomendados
- Duración del proceso de aprendizaje
- Ponderación comparativa de las unidades de aprendizaje
- Asignación de créditos
- Requisitos previos para asistir a cada unidad de aprendizaje

- Contenido de la formación
- Métodos de evaluación

También se especifica la duración de los cursos, según las horas acumuladas en las siguientes categorías:

- **Horas lectivas:** horas de contacto entre el instructor y el alumno en el plan del curso, incluyendo conferencias, tutorías, seminarios, talleres y sesiones de laboratorio-prácticas.
- **Horas de autoaprendizaje:** el estudio de algo por uno mismo sin supervisión directa o asistencia a clase.
- **Horas in-situ:** visitas de estudio que pueden organizarse en conjunto o llevarse a cabo individualmente.
- **Horas de evaluación:** el tiempo necesario para preparar un trabajo, incluido el tiempo asignado al examen (si lo hubiera).

Las horas de aprendizaje de cada unidad didáctica se han asignado de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis realizado en el primer resultado intelectual (O1). Los temas más solicitados fueron “Eficiencia energética y construcción sostenible” y “BIM y otros métodos de construcción digital”. Por lo tanto, cada uno de estos temas representa el 40% de la dedicación del curso, mientras que la unidad de aprendizaje 3 “Habilidades organizativas, de gestión y de comunicación” representa el 20% del peso del curso completo.

Por lo tanto, el curso del CONDAP implica las siguientes horas para cada unidad de aprendizaje:

- **UD 1:** 12 horas lectivas, 3 horas in-situ, 3 horas de autoaprendizaje, 2 horas de evaluación.
- **UD 2:** 10 horas lectivas, 5 horas in-situ, 3 horas de autoaprendizaje, 2 horas de evaluación.
- **UD 3:** 5 horas lectivas, 2 horas in-situ, 2 horas de autoaprendizaje, 1 hora de evaluación.

En total el curso incluirá las siguientes horas de aprendizaje asociadas a cada unidad didáctica con el fin de definir la duración del curso entero:

- 27 horas lectivas, además de 3 horas in situ en la unidad didáctica 1 y 7 horas prácticas necesarias para las sesiones prácticas de las unidades 2 y 3.
- 8 horas de autoaprendizaje destinadas a los aprendices para los materiales didácticos.



- 5 horas de evaluación.

El curso tendrá una duración total de 50 horas distribuidas en cada unidad didáctica. Bien es cierto que la duración de cada unidad didáctica no debe considerarse como la estrictamente definida, sino como un indicador recomendado de modo que la integración con los cursos de formación profesional existentes pueda ser flexible.

En cuanto a la ponderación y la asignación de créditos, tal y como se comentó, el curso de CONDAP está basado en el sistema ECVET. Los créditos ECVET son una representación numérica del peso global de los resultados del aprendizaje en una calificación y del peso relativo de las unidades en relación con la calificación. De esta manera, permiten enmarcar las habilidades evaluadas entre socios, intentando facilitar la transferencia de resultados de aprendizaje de un sistema de calificación a otro. No pretende reemplazar los sistemas nacionales de calificación, pero sí conseguir mejor comparabilidad y compatibilidad entre ellos; facilita el reconocimiento de formación, habilidades y conocimiento entre ciudadanos de la Unión Europea (UE).

La ponderación y asignación sugerida de créditos ECVET para el curso del CONDAP, teniendo en cuenta que 10 horas se corresponden con 1 crédito, es la siguiente:

- UD 1: 40% se corresponde con 2 créditos.
- UD 2: 40% se corresponde con 2 créditos.
- UD 3: 20% se corresponde con 1 crédito.

El curso total tiene una duración de 50 horas, lo que hace referencia a 5 ECTS créditos.

Finalmente, para la evaluación de las unidades didácticas se emplearán diferentes métodos de evaluación como preguntas de respuesta abierta, preguntas tipo test o análisis de casos de estudio.

A continuación, se presenta una breve introducción a la Unidad Didáctica 1, que será desarrollada más adelante incluyendo todo el material necesario para complementar el estudio y su evaluación.



## 1.2. INTRODUCCIÓN A LA UD1: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Reducir el consumo energético es uno de los grandes retos de la sociedad actual que pasa por muchos sectores, entre ellos; el de la construcción. La eficiencia energética hace referencia de forma práctica a la reducción del consumo de energía optimizando su empleo, en este sentido no solamente depende de los consumidores, sino también de algunas buenas prácticas relacionadas con la construcción de los edificios.

Esta unidad de aprendizaje compuesta de 7 temas tiene como objetivo introducir a los estudiantes en el campo de la eficiencia energética en la construcción; para mostrarles su importancia, los fundamentos y cómo la directiva europea acoge a este tipo de edificios.

En las primeras lecciones se proporcionan conocimientos útiles y necesarios para avanzar en el desarrollo del sector de la construcción, centrándose en el concepto de edificio energéticamente eficiente y en la directiva europea aplicable. Más adelante se tratan los principios básicos de la eficiencia energética en lo que respecta al diseño pasivo y activo de los edificios, y la generación de energía a partir de fuentes de energía renovable. Además, se trabajará con la herramienta PVGIS para después ser aplicada a un caso de estudio.

Debido a la gran importancia que implican los certificados energéticos en la actualidad, también se proporcionará información acerca de los distintos certificados energéticos que se conocen en la actualidad y algunos ejemplos de programas informáticos más utilizados para elaborarlos. Además, se proporcionarán algunas ideas sobre qué son los sistemas de gestión y monitorización, así como la gestión remota de energía.

Una vez completada la unidad, los participantes entenderán los principios fundamentales de la eficiencia energética en los edificios, así como las peculiaridades estructurales que atañen al diseño de éstos y podrán ver algunos ejemplos de edificios e instalaciones donde se aplican.

### Resultados de aprendizaje

Unidad de Aprendizaje 1: Construcción energéticamente eficiente y sostenible	
Resultado de Aprendizaje 1	Mostrar la motivación que lleva al desarrollo de la eficiencia energética y la construcción sostenible.
Resultado de Aprendizaje 2	Familiarizarse con el concepto de edificio de consumo energético casi nulo y la normativa actual aplicable a los edificios en áreas de eficiencia.

Resultado de Aprendizaje 3	Aprender cómo se puede mejorar la eficiencia energética de los edificios, tanto de forma pasiva como activa, y clasificar las medidas que se aplican a cada tipo de diseño. Además, conocer la herramienta PVGIS para obtener las características climáticas en cualquier punto europeo y aplicarlo a los casos de estudio.
Resultado de Aprendizaje 4	Conocer las diferentes formas de generar energía con tecnologías renovables en la construcción y sus principios básicos. Entender el uso de PVGIS para analizar la producción con placas fotovoltaicas en un determinado lugar.
Resultado de Aprendizaje 5	Conocer los principales requisitos de un CEE. Introducirse a los sistemas de gestión y monitoreo de la energía y la gestión remota.

## **Resumen de las lecciones de la unidad didáctica**

### Lección 1. Introducción

El contenido de esta lección introduce el contexto en el que se encuentra la eficiencia energética en edificios y muestra el impacto que tiene la construcción en el medio ambiente dentro del territorio europeo. El objetivo principal de la misma es mostrar la motivación que lleva a la Unión Europea al desarrollo de la eficiencia energética y la construcción sostenible.

### Lección 2. Marco legal europeo

La lección 2 se centra en el marco jurídico de Europa, donde tiene lugar la construcción de edificios sostenibles. Tratará las normativas actuales en Europa y cómo afectan a las diferentes zonas climáticas.

### Lección 3. Edificios sostenibles

La lección 3 contiene conceptos y factores básicos que deben considerarse en un edificio de consumo casi nulo según la Directiva Europea.

### Lección 4. Principios de la eficiencia energética (Diseño activo y pasivo)

En esta lección aprenderá los principios básicos de la eficiencia energética en edificios relacionados con el diseño pasivo y activo de edificios. Con respecto al diseño pasivo, se hará una distinción entre las soluciones aplicadas a la proyección del edificio y las aplicadas al diseño interior. En el diseño activo se estudiarán sistemas de consumo más eficientes. Además, se introducirá el uso del software PVGIS.

### Lección 5. Fuentes de energía renovable (Diseño Activo)

En esta lección se aprenderá sobre la segunda parte del diseño activo en relación con la generación a partir de fuentes de energía renovables y sobre los diferentes sistemas de generación disponibles para un edificio. También se presenta el software

PVGIS, que se utiliza para calcular la producción de energía del sistema fotovoltaico.

### Lección 6. Certificación energética

En esta lección aprenderá acerca de las directivas aplicables en la certificación energética, las características de un Certificado de Eficiencia Energética (CEE) de un edificio y algunos ejemplos de software utilizado para analizar y optimizar el rendimiento energético de un edificio. También aprenderá acerca de los sistemas de gestión y monitoreo de la energía (BMS y EMS) y la gestión remota de la energía.

### Lección 7. Ejemplos

En esta lección dispondrá de las características, instalaciones y datos constructivos de dos casos reales de edificios energéticamente eficientes.



**CAPÍTULO II:**  
**UNIDAD DIDÁCTICA: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y**  
**CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE**







# CONDAP

## EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

RECURSOS EDUCATIVOS ACCESIBLES DE CONDAP



### ¿QUÉ ESPERAS APRENDER DE ESTA UNIDAD DE APRENDIZAJE?

Esta unidad de aprendizaje "Eficiencia energética y construcción sostenible" tiene como objetivo introducir a los estudiantes en el campo de la eficiencia energética en la construcción; para mostrar su importancia, los fundamentos y cómo la directiva europea cubre este tipo de edificios.

La unidad de aprendizaje se divide en siete lecciones:

- ✓ Las lecciones 1, 2 y 3 proporcionan a los estudiantes conocimientos útiles y necesarios para avanzar en el desarrollo del sector de la construcción, centrándose en el concepto de edificio energéticamente eficiente y en la directiva europea aplicable.
- ✓ Las lecciones 4 y 5 se centran en los principios básicos de la eficiencia energética en lo que respecta al diseño pasivo y activo de los edificios. Específicamente, la lección 5 introduce la generación a partir de fuentes de energía renovables. Además, los estudiantes trabajarán con PVGIS como herramienta para utilizar datos reales y aplicarlos a los casos de estudio.
- ✓ La Lección 6 muestra la importancia y las características de los certificados energéticos, así como algunos ejemplos de programas informáticos más utilizados para elaborarlos. Además, proporciona algunas ideas sobre qué son los sistemas de gestión y monitorización, así como la gestión remota de energía.
- ✓ Finalmente, en la lección 7 se darán algunos ejemplos de edificios e instalaciones donde se aplican los conceptos previamente estudiados.

## ÍNDICE

- Lección 1. Introducción
- Lección 2. Marco legislativo Europeo
- Lección 3. Edificios sostenibles
- Lección 4. Principios de la eficiencia energética
  - 4.1 Diseño Pasivo
  - 4.2 Diseño Activo
- Lección 5. Fuentes de energía renovable
- Lección 6. Certificación energética
  - 6.1 Directivas aplicables
  - 6.2 Simulación y Software
  - 6.3 Certificado de Eficiencia Energética
  - 6.4. Sistemas de gestión y monitorización de energía
  - 6.5 Gestión remota de energía
- Lección 7. Ejemplos

# LECCIÓN 1

## Introducción

El contenido de esta lección introduce el contexto en el que se encuentra la eficiencia energética en edificios y muestra el impacto que tiene la construcción en el medio ambiente dentro del territorio europeo.

- ✓ El objetivo principal es mostrar la motivación que lleva al desarrollo de la eficiencia energética y la construcción sostenible.

# 1. INTRODUCCIÓN



# 1. INTRODUCCIÓN

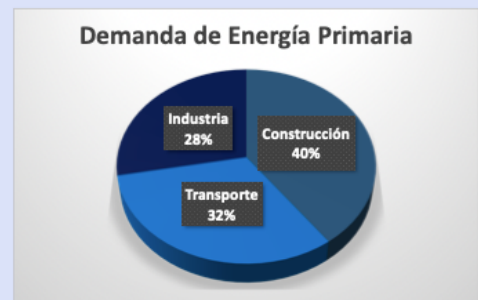
MOTIVACIÓN ➡ Alcanzar los objetivos marcados por la Unión Europea en áreas de Eficiencia Energética

❑ Los edificios en UE son responsables de:

- 40% de demanda de energía primaria
- 60% de demanda eléctrica
- 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>
- 50% de la materia prima consumida
- 30% de la basura (136 millones Tn/año)
- 20% consumo de agua

❑ Oportunidades en el sector de la construcción

- Rehabilitación energética de edificios
- Edificios de consumo casi nulo



## LECCIÓN 2

### Marco legislativo Europeo

La Lección 2 se centra en el marco jurídico de Europa, donde tiene lugar la construcción de edificios sostenibles. Tratará las normativas actuales en Europa y cómo afectan a las diferentes zonas climáticas.

- ✓ El principal objetivo de esta lección es aprender las normas actuales aplicables a los edificios de energía eficiente.

## 2. MARCO LEGISLATIVO EUROPEO

Los **objetivos establecidos por la Unión Europea** para la eficiencia energética pueden encontrarse en la **Directiva (UE) 2018/844**. Algunos de los objetivos principales recogidos en este documento son los siguientes:

- ✓ Renovación de los parques nacionales de edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios eficientes desde el punto de vista energético y descarbonizados antes de 2050, facilitando la transformación de edificios económicamente rentables en edificios de consumo energético casi nulo.
- ✓ Obligation to increase energy efficiency by 35% by 2030.
- ✓ Obligación de aumentar la eficiencia energética en un 35% para 2030.
- ✓ Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 40% para 2030.
- ✓ Los edificios no residenciales con una potencia nominal para instalaciones de calefacción o para instalaciones combinadas de calefacción y ventilación de más de 290 kW deberán estar equipados para 2025 con sistemas de automatización y control de edificios, siempre que esto sea técnica y económicamente viable.
- ✓ Comunidades energéticas y de autoconsumo.

## 2. MARCO LEGISLATIVO EUROPEO

Las principales directivas en ámbitos de eficiencia energética de edificios son la “Directiva De Eficiencia Energética En Edificios 2010/31/EU” y la “Directiva de Eficiencia Energética 2012/27/UE” (ambas revisadas por la 2018/844/EU) . La directiva 2010/31/UE anunciaba que todas las viviendas nuevas para el año 2021 y las oficinas públicas en el año 2019, deberían ser de **consumo energético casi nulo**.

En la reforma de edificios, los Estados miembros vincularán los incentivos financieros para la mejora de la eficiencia energética al ahorro de energía previsto o logrado, según lo determinado por uno o varios de los criterios siguientes:

- la eficiencia energética de los equipos o materiales utilizados para la reforma, en cuyo caso, los equipos o materiales utilizados para la reforma serán instalados por un instalador con el nivel pertinente de certificación o cualificación;
- los valores estándar para el cálculo del ahorro de energía en los edificios;
- la mejora lograda gracias a esa reforma mediante la comparación de los certificados de eficiencia energética expedidos antes y después de la reforma;
- los resultados de una auditoría energética;
- los resultados de otro método pertinente, transparente y proporcionado que muestre la mejora en la eficiencia energética.

## 2. MARCO LEGISLATIVO EUROPEO

Según la zona climática, la Directiva 2010/31/UE recomienda:

Zona Climática	Exigencia en oficinas	Exigencia en viviendas
Zona Mediterránea	20-30 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 80-90 kWh/(m2/año) cubierto por 60 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.	0-15 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-65 kWh/(m2/año) cubierto por 50 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.
Zona Oceánica	40-55 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 85-100 kWh/(m2/año) cubierto por 45 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.	15-30 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-65 kWh/(m2/año) cubierto por 35 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.
Zona Continental	40-55 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 85-100 kWh/(m2/año) cubierto por 45 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.	20-40 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-70 kWh/(m2/año) cubierto por 30 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.
Zona Nórdica	55-70 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 85-100 kWh/(m2/año) cubierto por 30 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.	40-65 kWh/(m2/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 65-90 kWh/(m2/año) cubierto por 25 kWh/(m2/año) procedentes de fuentes renovables in situ.

## LECCIÓN 3

### Edificios sostenibles (Conceptos y normativas)

La lección 3 contiene conceptos y factores básicos que deben considerarse en un edificio de consumo casi nulo según la directiva europea.

- ✓ El objetivo principal de esta lección es proporcionar algunos conceptos básicos que le ayudarán a comprender el funcionamiento de los edificios de consumo energético casi nulo y que servirán de base para las próximas lecciones.

## 3. EDIFICIOS SOSTENIBLES

### ■ Conceptos

#### ■ EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO

Según la DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010

*“Los edificios de consumo casi nulo son un edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno”.*

#### Factores a tener en cuenta:

- El diseño, el emplazamiento, y la orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores.
- Características térmicas reales del edificio.
- Las Instalaciones solares pasivas y protección solar (sombreamiento).
- Las Instalación de calefacción y A.C.S , incluidos sus aislamientos.
- Las Instalaciones de aire acondicionado.
- La Ventilación natural y mecánica, incluyendo las condiciones de estanqueidad al exterior.
- La Instalación de Iluminación incorporada (especialmente en no residencial).
- Las Cargas Internas

### 3. EDIFICIOS SOSTENIBLES

#### ■ Normativa

Puntos a tener en cuenta:

- En la mayoría de los países, las definiciones de los ECCN se refieren a la **máxima energía primaria** como uno de los **principales indicadores**.
- La energía "primaria" incluye toda la energía necesaria para generar, transmitir y distribuir el consumo final de energía medido por los contadores de energía de los edificios.
  - En algunos casos (por ejemplo, en los Países Bajos y en la región belga de Flandes), el uso de **energía primaria** del edificio se evalúa mediante un **coeficiente no dimensional**, comparando el uso de energía primaria del edificio con un **edificio "de referencia"** de características similares (por ejemplo, la geometría del edificio).
  - En varios países (por ejemplo, el Reino Unido, Noruega y España) las **emisiones de carbono** se utilizan como **indicador principal**, mientras que en otros (por ejemplo, en Austria y Rumania) las emisiones de carbono se utilizan como indicador complementario del uso de energía primaria.
- Para los edificios residenciales, la mayoría de las directivas indican un uso de energía primaria **inferior a 50 kWh/m<sup>2</sup>-a**.
- For **non-residential buildings**, the **requirements can have a broader range** in the same country depending on the **type of building**.

### 3. EDIFICIOS SOSTENIBLES

#### ■ Normativa

El concepto de ECCN implica el uso de energías renovables y eficiencia energética trabajando juntos. La energía renovable reduce la energía neta suministrada. En muchos casos, la energía renovable in situ no basta para reducir a cero las necesidades de suministro energético y es necesario aplicar más medidas de eficiencia energética o una disminución significativa de los factores de energía primaria.

Las estrategias pasivas y activas coexisten para la implementación de los edificios de consume casi nulo:

- **Estrategias Pasivas:** la reducción de la demanda de energía de los edificios a través del diseño arquitectónico.
- **Estrategias activas:** construir el suministro de energía a través del equipo de la máquina.

## LECCIÓN 4

### Principios de la eficiencia energética (Diseño activo y pasivo)

En esta lección aprenderá los principios básicos de la eficiencia energética en edificios relacionados con el diseño pasivo y activo de edificios. Con respecto al diseño pasivo, se hará una distinción entre las soluciones aplicadas a la proyección del edificio y las aplicadas al diseño interior. En el diseño activo se estudiarán sistemas de consumo más eficientes. Además, se introducirá el uso del software PVGIS.

- ✓ El objetivo principal de esta lección es aprender cómo se puede mejorar la eficiencia energética de los edificios, tanto de forma pasiva como activa, y clasificar las medidas que se aplican a cada tipo de diseño. Además, se empleará una herramienta para obtener las características climáticas en cualquier punto europeo.

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Dependiendo del clima local, se estudian y establecen estrategias pasivas para lograr el máximo confort interior.

Debe partir del modelo de arquitectura sostenible utilizando técnicas y materiales respetuosos con el medio ambiente, incorporando al máximo las condiciones del entorno y minimizando el impacto negativo del edificio.

**¿Cómo podemos introducir medidas pasivas en edificios de consumo casi nulo?**

- Incorporando soluciones bioclimáticas en la **proyección** del edificio.
- Adaptando las soluciones bioclimáticas al **diseño interior** del edificio.





## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en la **proyección del edificio**:

#### □ Climatología

- Situación
- Localización
- Parámetros del clima

Estas características están disponibles en **PVGIS**

#### □ Orientation

- Solar capture
- Accumulation using thermal inertia
- Insulation
- Interior layout of the building

- Es importante conocer las condiciones de humedad y temperatura del ambiente, las precipitaciones y los vientos predominantes.
- A través de sitios web específicos y programas como Ecotect, Metonorm o PHPP, se obtienen los datos meteorológicos de cada sitio.

PVGIS es una aplicación web que permite al usuario obtener datos sobre la radiación solar y la producción de energía del sistema fotovoltaico (FV), en cualquier lugar de la mayor parte del mundo.

[https://re.irc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.irc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

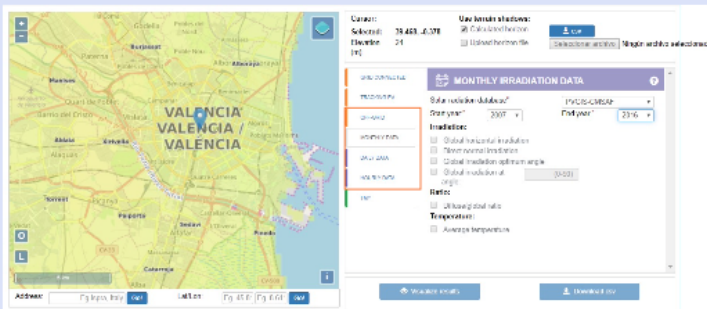
- La orientación sur en el Hemisferio Norte es la que más capta la energía solar en invierno y la más fácil de proteger contra el sobrecalentamiento en verano. Por el contrario, la orientación norte sería la más adecuada en el hemisferio sur.

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en la **proyección del edificio**:

PVGIS [https://re.irc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.irc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)



#### Valores diarios y mensuales de radiación

Elijiendo mensual, calcula los promedios mensuales de radiación solar para el lugar elegido, mostrando en gráficos o tablas cómo el promedio solar varía a lo largo de un periodo de varios años.

Diariamente, muestra el promedio de la irradiación solar para cada hora del día durante un mes elegido, con el promedio tomado de todos los días de ese mes durante el periodo de tiempo multiannual del que tenemos datos.

#### Datos del Año Meteorológico Típico (TMY)

Un año meteorológico típico (ATM) es un conjunto de datos meteorológicos con valores de datos para cada hora de un año para una ubicación geográfica determinada.

Estos son algunos de los resultados que pueden obtenerse y que podrían ser interesantes para la proyección del edificio:

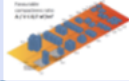
- Dry bulb (air) temperature (°C)
- Relative Humidity (%)
- Global horizontal irradiance (W/m<sup>2</sup>)
- Diffuse horizontal irradiance (W/m<sup>2</sup>)
- Infrared radiation downwards (W/m<sup>2</sup>)
- Windspeed (m/s)

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en la **proyección del edificio**:

#### ❑ Compacidad



- La compactación se define como la relación entre la superficie de la envoltura exterior y el volumen que encierra.
- Los grandes edificios tienden a ser más compactos (0,2-0,5/m) y en climas fríos tienden a tener menores demandas de energía.

#### ❑ Protecciones solares



- La radiación solar, que se utiliza como fuente de energía pasiva para los edificios, es una ventaja que se convierte en un inconveniente en verano.
- Estas protecciones se utilizan para lograr la máxima captación solar en invierno y minimizar el sobrecalentamiento en verano.

#### ❑ Tejados verdes y fachadas vegetales



- La vegetación proporciona protección contra el viento, la humidificación natural de los espacios y el control solar, entre otros.
- Estas soluciones contribuyen a aumentar la inercia térmica del techo y las paredes, obteniendo un mejor rendimiento bioclimático del edificio. Además, recuperan parte de la vegetación que se perdió al construir el edificio.

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en la **proyección del edificio**:

#### ❑ Invernaderos y galerías acristaladas



- Un invernadero es un espacio acristalado que se adjunta a una construcción para mejorar la eficiencia energética.
- Los invernaderos producen un sobrecalentamiento del aire utilizando la radiación solar incidente.
- Este aire caliente puede ser introducido en el edificio para aumentar su temperatura en invierno y en verano debe ser ventilado para evitar el sobrecalentamiento.

#### ❑ Ventilación y chimeneas solares



- La ventilación es la estrategia para los climas cálidos y húmedos. Se sustituye el aire interior sobrecalentado por aire exterior más fresco. Al aumentar la velocidad del aire forzando la ventilación, se reduce la sensación de calor interior.

#### ❑ Muros trombe



- Muro ciego, según el hemisferio orientado hacia la posición del sol más favorable. Para su construcción se usan materiales que le permitan absorber el calor como masa térmica, como el hormigón, la piedra o el adobe.

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Inercia térmica en paredes: cerramientos opacos

Factores a considerar	Características
Pérdidas de calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se producen de forma natural entre la vivienda y el exterior.</li> <li>Debe utilizarse una cantidad de aislamiento adecuada y vigilar los puentes térmicos, ventilación y estanqueidad del edificio.</li> </ul>
Conductividad térmica $\lambda$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de transmitir el calor que se mide a través de la magnitud conocida como coeficiente de conductividad térmica, cuyas unidades en Sistema Internacional son W/(mK).</li> <li>Cuanto menor sea el valor de <math>\lambda</math>, mejor será el aislamiento del material.</li> </ul>
Resistencia térmica R	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad del material de oponerse al flujo del calor.</li> <li>Las unidades es Sistema Internacional son m<sup>2</sup>K/W.</li> </ul>
Transmitancia térmica U	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedad física de los materiales que mide la cantidad de energía que atraviesa un elemento en una unidad de tiempo. Unidades en el Sistema Internacional W/m<sup>2</sup>K.</li> <li>Cuanto más bajo sea el valor de U, mejor aislamiento tendrá la vivienda.</li> </ul>

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

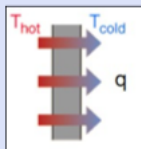
Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Inercia térmica en paredes: cerramientos opacos

La transferencia de calor por conducción en las paredes se define mediante la "**Ley de Fourier**":

$$Q = U \cdot A \cdot dT$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{s_1}{k_1} + \frac{s_2}{k_2} + \frac{s_3}{k_3} \dots}$$



$q = \left(\frac{Q}{A}\right)$  Transferencia de calor por unidad de área  $\left(\frac{W}{m^2}, \left(\frac{J}{m^2 \cdot s}\right)\right)$

$k$  = Conductividad térmica total del material  $\left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$

$s$  = espesor del material (m)

$A$  = area de transferencia de calor ( $m^2$ )

$R = \frac{s}{k}$  = Resistencia térmica  $\left(\frac{m^2 \cdot K}{W}\right)$

$U$  = Coeficiente de transferencia de calor o transmitancia térmica  $\left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right)$

$dT = T_1 - T_2$  = gradiente de temperature – diferencia sobre el material (°C, °F)

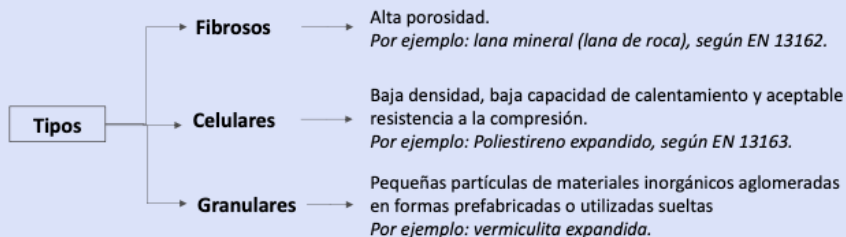
## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Aislamiento térmico

- Medida inicial, más barata y efectiva para el ahorro de energía.
- Elemento esencial en las casas pasivas o Passivhaus.
- El grosor del material depende del presupuesto y del efecto de aislamiento térmico que se quiera.



## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Aislamiento acústico

- Uso tanto de materiales absorbentes, como materiales aislantes.



Factores a considerar	Características
Factor másico	• A mayor masa, mayor resistencia opone al choque de la onda sonora y mayor es la atenuación.
Factor multicapa	• Para elementos constructivos constituidos por varias capas es importante la disposición de ellas ya que puede mejorar el aislamiento acústico hasta niveles superiores a los que podría alcanzar la suma del aislamiento individual de cada capa.
Factor de disipación	• Mejora el aislamiento si se dispone entre las dos capas un material absorbente (baja densidad y gran cantidad de poros).

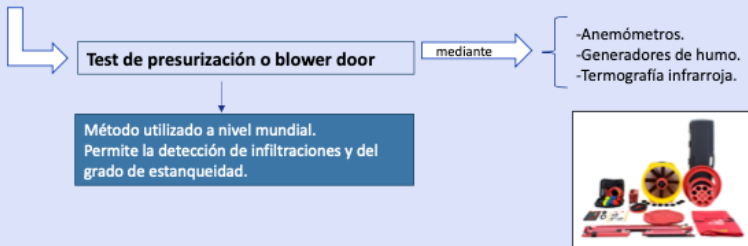
## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Hermeticidad

- Estanqueidad es diferente e independiente a aislamiento.
- Máximo de 0,6 cambios de aire por hora a una presión de 50 pascales (como se ha verificado con una prueba de presión in situ tanto en estado presurizado como despresurizado).
- Garantizar buena estanqueidad asegura el efecto aislante de los componentes del edificio.



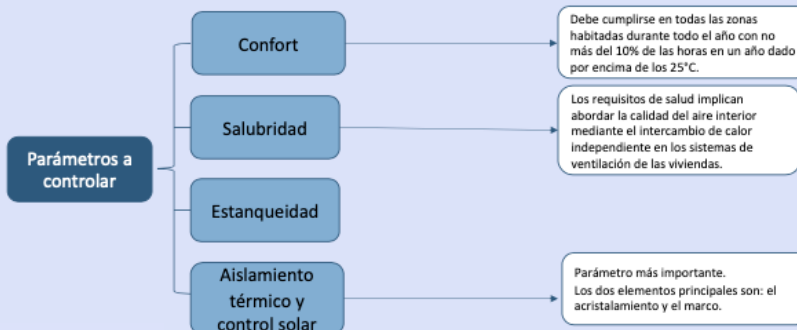
## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Los huecos, puertas y ventanas

Los huecos se definen como zonas de cerramiento más sensibles a las pérdidas de temperatura y de estanqueidad.



## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

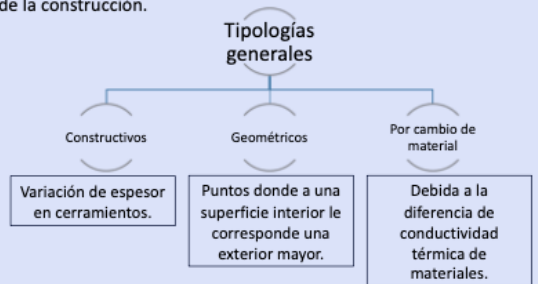
#### □ Puentes térmicos

Se trata de elementos constructivos en los que varía la uniformidad de la construcción.

- Para un edificio Passivhaus, donde las pérdidas por transmisión y ventilación son de por sí muy reducidas, los puentes térmicos pueden tener un gran impacto si no se controlan en proyecto y en obra.

#### Efectos negativos de los puentes térmicos:

- Aumento del flujo térmico entre el interior y el exterior.
- Aumento de la humedad relativa (en invierno) en la superficie de la envolvente térmica.
- Peligro de condensaciones y moho.



## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.1 DISEÑO PASIVO

Soluciones bioclimáticas en el diseño interior del edificio

#### □ Puentes térmicos

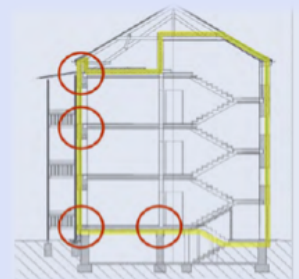
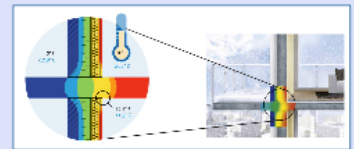
En una edificación se clasifican en:

#### Puentes térmicos integrados en los cerramientos

- Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas
- Contorno de huecos y lucernario
- Cajas de persianas

#### Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos

- Frentes de forjado en las fachadas
- Uniones de cubiertas con fachadas
- Encuentros de voladizos y/o tabiquería interior con fachadas
- Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno



## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.2 DISEÑO ACTIVO

El diseño activo se centra directamente en la elección y diseño de los sistemas de consumo y generación de energía. La reducción del consumo de energía de los sistemas energéticos de un edificio se puede conseguir básicamente a grandes rasgos de dos modos.

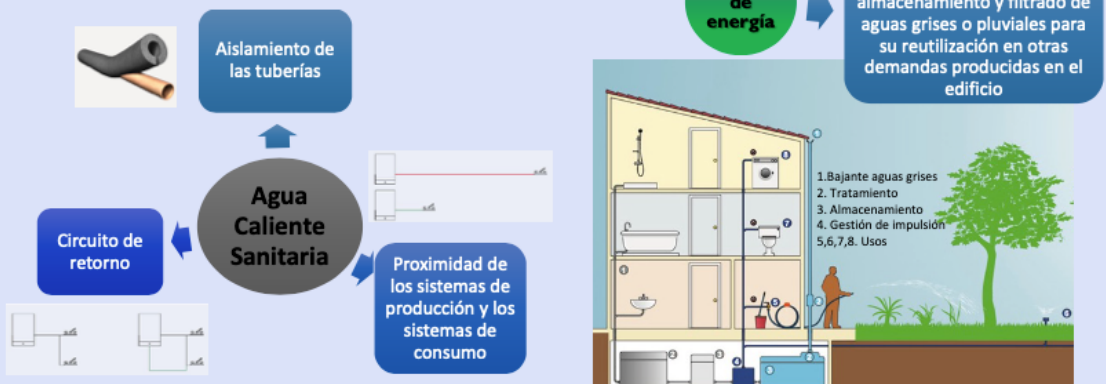
- Reduciendo los consumos, para lo cual se instalan **sistemas de consumo más eficientes**, con menores pérdidas.
- Introduciendo **máquinas o sistemas de generación más eficientes** y aprovechándonos de la energía “gratuita” de las **energías renovables**.



## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.2 DISEÑO ACTIVO

#### SISTEMA DE ESCALADA: AGUA





## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.2 DISEÑO ACTIVO

#### SISTEMA DE ESCALADA: AGUA



## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.2 DISEÑO ACTIVO

#### a) SISTEMAS DE CONSUMO: CLIMATIZACIÓN





## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.2 DISEÑO ACTIVO

#### SISTEMAS DE CONSUMO: VENTILACIÓN



#### Sistema A: Entrada natural y extracción natural

Es el más sencillo sin dispositivos mecánicos. Para llevar a cabo la renovación del aire, se basan en la presión que el aire ejerce en las fachadas de los edificios debido a la diferencia de temperatura. La entrada de aire se produce por el mal sellado de las puertas y ventanas, o por las aberturas ajustables en las fachadas, mientras que la extracción se produce por subpresión con conductos hacia el exterior.

Este sistema ya no se utiliza debido a la gran incomodidad que se genera, y al alto consumo de energía.



#### Sistema B: Entrada mecánica y extracción natural

Se utiliza uno o más ventiladores para realizar la entrada de aire al edificio e impulsarlo hasta los habitáculos deseados a través de conductos. Este sistema permite su regulación pudiendo quedar cerrado. La extracción se realiza de forma natural con rendijas en las zonas húmedas de forma libre al exterior.

Existe la posibilidad de ser filtrado y evitar la entrada de aire contaminado y polvo. Como desventajas, cabe decir que genera discomfort térmico, al introducir aire directamente a la temperatura exterior, y la posibilidad de generar niveles sonoros molestos producidos por el ventilador y los conductos, si no está calculado de forma correcta.

## 4. PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.2 DISEÑO ACTIVO

#### SISTEMAS DE CONSUMO: VENTILACIÓN



#### Sistema C: Entrada natural y extracción mecánica.

La extracción de aire viciado se realiza desde las zonas húmedas, de forma mecánica por medio de un extractor conectado a conductos por donde se extrae dicho aire al exterior.

Es un sistema sencillo que precisa de un mantenimiento mínimo. Sin embargo, presenta alguna desventaja, como la existencia de discomfort, al no poder regular el caudal de aire de entrada, ni la temperatura del mismo, así como la entrada de ruido del exterior.

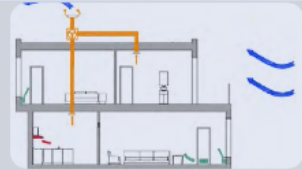


#### Sistema D1: Admisión mecánica centralizada y extracción mecánica centralizada

Un sistema de conductos permite conectar la admisión y la extracción con un sistema centralizado que regula los caudales de entrada y salida, funcionando de forma equilibrada y permitiendo la ventilación en todos los habitáculos, independientemente de su ocupación o calidad del aire interior.

Tiene la posibilidad de integrar en el sistema un recuperador de calor, que permite controlar los caudales y aprovechar el intercambio de temperaturas entre el aire de admisión y el de expulsión (sin mezclarse), reduciendo las cargas de climatización.

Los recuperadores de calor están compuestos por filtros de aire, ventiladores para impulsión y extracción, así como un intercambiador de calor. La desventaja es el mantenimiento de los ventiladores y conductos, así como su consumo energético.



#### Sistema D.2: Admisión mecánica descentralizada y extracción mecánica centralizada

Este sistema incorpora las virtudes de los dos sistemas anteriores, supliendo sus inconvenientes. Dispone de distintas unidades de impulsión mecánicas descentralizadas, que permiten regular el caudal de admisión de manera individualizada, mientras que la expulsión se realiza de forma mecánica de forma centralizada por las cocinas y aseos.

No requiere conductos de admisión, por lo que se reduce el mantenimiento. Fácil implementación en rehabilitaciones y la posibilidad de filtrar el aire de admisión. El inconveniente son los orificios generados en fachada para la admisión, y la necesidad de disponer de un punto de corriente cercano a cada unidad mecánica de admisión.

## LECCIÓN 5

### Fuentes de energía renovable (Diseño Activo)

En esta lección aprenderá sobre la segunda parte del diseño activo en relación con la generación a partir de fuentes de energía renovables y sobre los diferentes sistemas de generación disponibles para un edificio. También se presenta el software PVGIS, que se utiliza para calcular la producción de energía del sistema fotovoltaico.

- ✓ El objetivo principal de esta lección es que conocer las diferentes formas de generar energía en la construcción y sus principios básicos. También se establece como objetivo cómo utilizar el software PVGIS, ya que será necesario para hacer el caso de estudio.

## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMA DE GENERACIÓN: ENERGÍA EÓLICA O MINI-EÓLICA

La energía eólica más utilizada los edificios es la de pequeña potencia, definidas como "El aprovechamiento de los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a 100kW." La limitación de 100kW viene marcada por el Reglamento de Baja tensión, que establece como máximo dicha potencia. A su vez, la norma IEC 61400-2 limita el área de barrido del rotor a 200m<sup>2</sup>.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores de pequeña potencia en función de la disposición de su eje:



Eje horizontal



Eje vertical de sustentación (Darrieus)



Eje vertical de arrastre (Savonius)

## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMAS DE GENERACIÓN: ENERGÍA EÓLICA O MINI-EÓLICA

Los aerogeneradores del edificio tienen generalmente una potencia instalada de alrededor de 10 kW, dependiendo de la superficie de suministro. Para las viviendas masivas o los grandes centros comerciales, se utilizan turbinas eólicas de mayor potencia.

Las instalaciones mini-eólicas pueden verter directamente la electricidad producida a la red o bien utilizarla para el autoconsumo:

- **Sistemas conectados a la red eléctrica:** se suelen conectar a la red eléctrica los aerogeneradores cuando el marco retributivo es lo suficientemente interesante y los trámites de conexión no son prohibitivamente caros y complejos.
- **Sistemas aislados:** se suelen instalar cuando no hay un punto cercano de instalación de la edificación a la red, y se abastecen únicamente de la energía eólica.



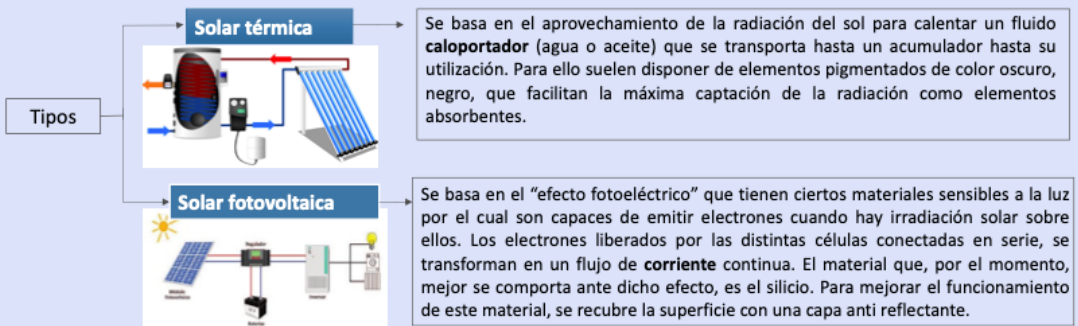
La ventaja de instalar un aerogenerador, y beneficiarse de la energía minieólica son las siguientes:

- Producción de energía sin emisiones de CO2 ni otros contaminantes.
- Producción local de electricidad reduciendo o minimizando las pérdidas de energía por transporte.
- Producción de energía donde no ha llegado la red eléctrica.
- Generación de energía con bajas velocidades de viento, desde 2,50 m/s.

## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMAS DE GENERACIÓN: ENERGÍA EÓLICA O MINI-EÓLICA

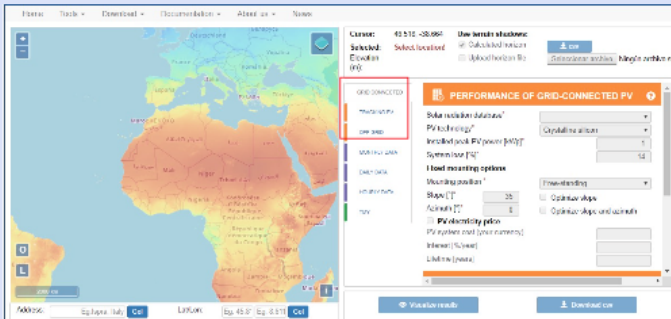
La Energía Solar es una de las más empleadas en la edificación por los grandes esfuerzos e incentivos que desde los distintos gobiernos y directrices europeas se han ido implantando con el paso de los años.



## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMA DE GENERACIÓN: ENERGÍA SOLAR EN EL EDIFICIO

Utilizando el software PVGIS, se puede calcular la producción de energía de un sistema fotovoltaico (PV), en cualquier lugar de la mayor parte del mundo. Además, hay tres tipos diferentes de sistemas fotovoltaicos:



### Rendimiento de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red

Esta herramienta permite estimar el promedio de producción de energía mensual y anual de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, sin almacenamiento en baterías. El cálculo tiene en cuenta la radiación solar, la temperatura, la velocidad del viento y el tipo de módulo fotovoltaico.

### Rendimiento de los paneles con seguimiento

Los módulos fotovoltaicos pueden colocarse en soportes que los mueven para que puedan seguir (rastrear) el movimiento del sol en el cielo. De esta manera podemos aumentar la cantidad de luz solar que llega a los módulos PV. Este movimiento puede hacerse de varias maneras diferentes:

- Eje vertical.
- Eje inclinado.
- Eje de dos ejes

### Rendimiento de los sistemas fotovoltaicos fuera de la red

Esta parte del PVGIS calcula el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos que no están conectados a la red eléctrica, sino que dependen del almacenamiento en baterías para suministrar energía cuando el sol no brilla.

## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMAS DE GENERACIÓN: ENERGÍA SOLAR EN LA EDIFICACIÓN. Elementos clave de la instalación:



## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMAS DE GENERACIÓN: BOMBAS DE CALOR

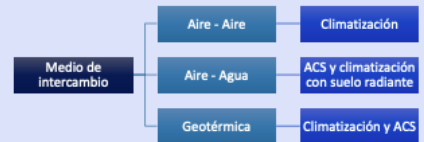
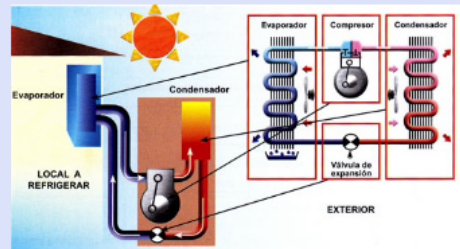
Una bomba de calor es básicamente una máquina que **transfiere calor desde un foco frío a otro caliente**. El foco frío es el ambiente del que aprovechan la energía existente en el, tanto en aire, tierra o agua, para calefactar las estancias interiores con una **pequeña aportación de energía eléctrica**, siendo esta la principal ventaja frente a otros sistemas.

También pueden realizar el proceso de transferencia de calor en **sentido inverso**, extrayendo la energía térmica del interior y devolviéndolo al exterior, refrigerando las estancias interiores (robándoles el calor).

La **potencia calorífica o frigorífica de las bombas de calor, como la eficiencia energética (COP), sufren a menudo variaciones en función de la temperatura** a la que estén sometidas. Por otro lado, a mayor COP, mayor es la proporción de energía renovable térmica empleada.

En cuanto a la refrigeración, es preciso destacar que las bombas de calor que utilizan el terreno como sumidero de calor (geotermia) tienen mejor COP que una bomba de calor basada en aire (aerotermia).

Elementos de las bombas de calor



## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMAS DE GENERACIÓN: APLICACIONES DE LAS BOMBAS DE CALOR

#### GEOTERMIA

La temperatura de la tierra varía en función de su profundidad. A una profundidad de unos 10 metros, se mantiene constante y se aproxima a la temperatura media anual del aire ambiente en la zona. Este fenómeno es debido a la energía aportada por la radiación solar, precipitaciones, y otros fenómenos por el cual se equilibra la temperatura y supone un foco de calor constante con el cual puede hacerse un intercambio de calor mediante diferentes tipos de captaciones con tuberías. En edificaciones se utiliza para climatizar espacios tanto en verano como en inviernos y producir ACS.

#### AEROTERMIA

La aerotermia es la energía almacenada en forma de calor en el ambiente mediante una bomba de calor del tipo aire-aire o aire-agua, a diferencia de la geotermia cuyo medio es la tierra.



## 5. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### SISTEMAS DE GENERACIÓN: BIOMASA

La generación de energía con biomasa para edificios residenciales consiste básicamente en la combustión de pellets, briquetas, leña o astillas, siendo el primero el más habitual. Su aprovechamiento está focalizado en calefacción y agua caliente sanitaria.

Es una energía de alta eficiencia porque además de los resultados energéticos, el CO<sub>2</sub> que emite una planta (base de la biomasa) durante su descomposición natural es casi el mismo que ha absorbido durante su crecimiento. En un proceso de combustión el vegetal libera la misma proporción de CO<sub>2</sub>, por lo que la biomasa para calefacción respeta el ciclo de dióxido de carbono.

Además ahorra costes de transporte y favorece el desarrollo de la zona donde se general.



## LECCIÓN 6

### Certificación Energética

En esta lección aprenderá acerca de las directivas aplicables a la certificación energética, las características de un Certificado de Eficiencia Energética (CEE) de un edificio y algunos ejemplos de software utilizado para analizar y optimizar el rendimiento energético de un edificio. También aprenderá acerca de los sistemas de gestión y monitoreo de la energía (BMS y EMS) y la gestión remota de la energía.

- ✓ El objetivo principal de esta lección es conocer los principales requisitos de un CEE, así como las herramientas informáticas que podrían ayudar a calcular el rendimiento energético de un edificio. Además, debe conocer el concepto y las ventajas de los sistemas de gestión y monitoreo de la energía y la gestión remota.



## 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 6.1 DIRECTIVA APLICABLE

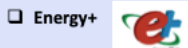
Las principales leyes aplicables para la certificación de eficiencia energética en los edificios son la Directiva sobre la eficiencia energética en los edificios (2010/31/UE, revisada en 2018/844/UE) y la Directiva sobre la eficiencia energética (2012/27/UE). A partir de ellas, cada país miembro ha desarrollado un procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, en el que se otorga una clasificación basada en el consumo de energía en kWh / m<sup>2</sup> del edificio y las emisiones de CO<sub>2</sub> en kgCO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>.



- ➔ El objetivo principal de la certificación energética es servir como herramienta de información para los propietarios de edificios, ocupantes y agentes inmobiliarios. Por lo tanto, los EPC pueden ser una poderosa herramienta de mercado para crear demanda de eficiencia energética en los edificios, apuntando a esas mejoras como un criterio de decisión en las transacciones inmobiliarias, y proporcionando recomendaciones para la mejora rentable u óptima del rendimiento energético.
- ➔ Para apoyar el cálculo de la calificación energética se utilizan comúnmente diferentes programas informáticos. En algunos países, los organismos públicos han desarrollado un programa de cálculo específico para obtener la certificación. Las siguientes diapositivas muestran algunos de los que se utilizan generalmente.

## 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 6.2 SIMULACIÓN Y SOFTWARE



Programa de análisis de energía y simulación de cargas térmicas. Calcula las cargas de calor y frío necesarias para mantener las condiciones de control, las condiciones en todo el sistema de aire acondicionado y las cargas, y el consumo de energía de los equipos.



Se trata de una herramienta de software basada en EnergyPlus utilizada para medir y controlar la energía, el carbono, la iluminación y el confort. DesignBuilder está desarrollado para facilitar el proceso de simulación de edificios



Es un producto innovador basado en BIM que permite a los arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios de edificios simular, analizar y optimizar el rendimiento de los diseños de sus edificios antes de construirlos. Es utilizado por empresas líderes en la industria para optimizar la eficiencia energética del edificio, la iluminación natural y el confort.



El software de análisis Autodesk® Ecotect® es una herramienta de diseño integral y de análisis sostenible de concepto a detalle que proporciona una amplia gama de funciones de simulación y análisis para mejorar el rendimiento de los edificios existentes y de los nuevos diseños de edificios.



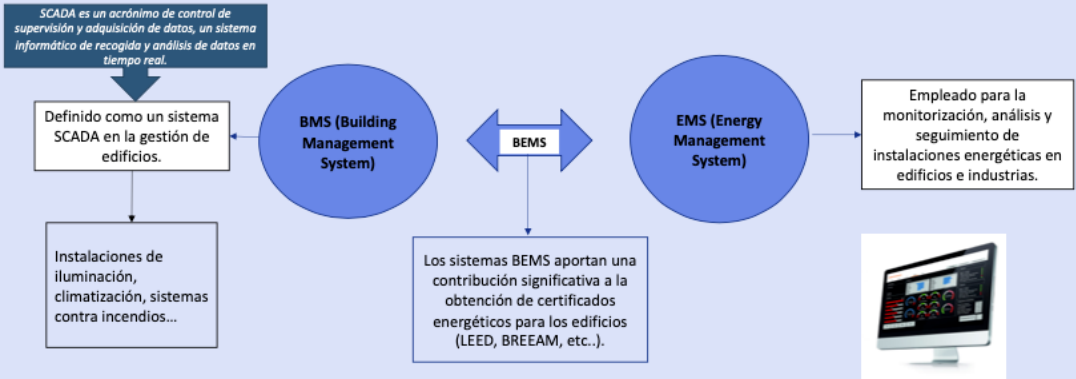




## 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 6.4 SISTEMAS DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA ENERGÍA

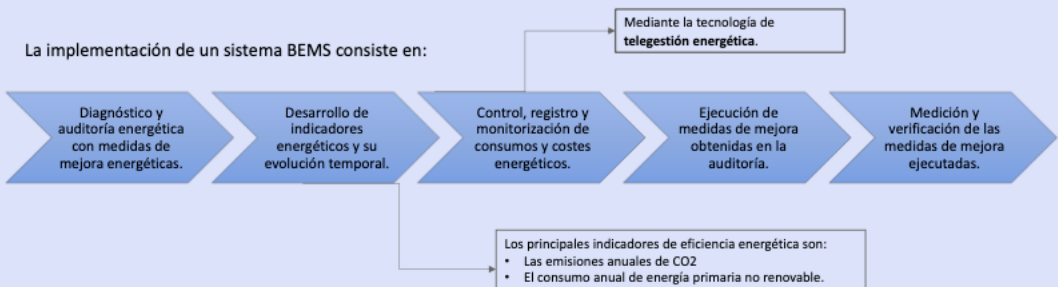
Existen dos herramientas tecnológicas principales **complementarias** para la gestión de la eficiencia energética del edificio:



## 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 6.4 SISTEMAS DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA ENERGÍA

La implementación de un sistema BEMS consiste en:



**VENTAJAS** de introducir un sistema de gestión BEMS:

- ✓ Mejor control del consumo energético
- ✓ Mejor análisis de los costes energéticos
- ✓ Mejor entendimiento de las implicaciones ambientales de las instalaciones

## 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 6.4 SISTEMAS DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA ENERGÍA

El siguiente gráfico muestra la capacidad del potencial de la instalación de un BEMS en un edificio.

Existen dos barreras que dificultan la implantación de este sistema:

- Los edificios existentes carecen de la infraestructura necesaria para tener un control digital.
- El desconocimiento del nuevo concepto BEMS.

Para vencer estas barreras, se proponen:

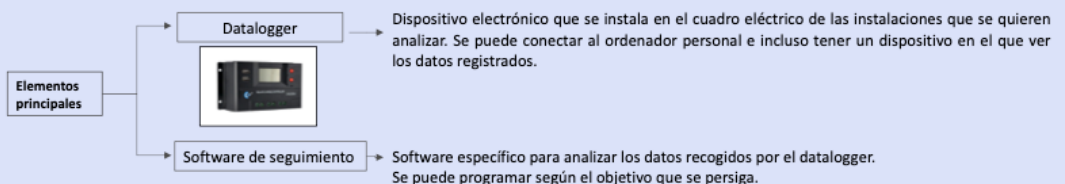
- Tecnologías de automatización de edificios que integran tecnología alámbrica, inalámbrica y de Internet para mejorar interoperabilidad de los sistemas de automatización.
- La necesidad de convencer al usuario sobre la utilidad de estos sistemas, y de que las herramientas avanzadas y analíticas garantizan que la gestión alcanzará las metas de sostenibilidad.



## 6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 6.5 GESTIÓN REMOTA DE LA ENERGÍA

- Conjunto de productos basados en las tecnologías informáticas, electrónicas y de telecomunicaciones, que permiten el control a distancia de instalaciones técnicas aisladas o distribuidas geográficamente.
- Tecnología empleada para el control de los consumos energéticos y para los distintos suministros.
- Registra la información con el fin de analizarla y optimizarla.



## LECCIÓN 7

### Ejemplos

En esta lección dispondrá de las características, instalaciones y datos constructivos de dos casos reales de edificios energéticamente eficientes.

- ✓ El objetivo de esta lección es conocer cómo se aplican las medidas estudiadas en la realidad y familiarizarse con el tipo de materiales e instalaciones que se utilizan en los edificios de energía casi nula.

## 7. EJEMPLOS

### 7.1 CARTIF III (Valladolid, España, 2011)



- Superficie construida: 4075 m<sup>2</sup>
- Coste total: 4.645.758€

Parte del proyecto de la DIRECCIÓN Europea cuyo límite de consumo (energía primaria) tenía que estar por debajo de 60 kWh /m<sup>2</sup> año

#### Demanda de energía primaria

- Demanda de calefacción: 17,62 kWh/m<sup>2</sup> año
- Demanda de enfriamiento: 6,18 kWh/m<sup>2</sup> año

#### Carga de refrigeración

- Potencia de calefacción instalada: 68 W/m<sup>2</sup>
- Potencia de refrigeración instalada: 18,11 W/m<sup>2</sup>

Clasificación energética: A



## 7. EJEMPLOS

### 7.1 CARTIF III (Valladolid, España, 2011)

#### Instalaciones

##### Sistema de energías renovables y autoconsumo

- Geotermia
- Biomasa
- Instalación solar fotovoltaica 45KV

##### Sistema de calefacción

- Geotérmica (bomba geotérmica reversible agua-agua con una potencia nominal de 57,36 kW de calor, 73,8 kW de frío, un COP de 3,18 y EER de 4,99; 15 sondas geotérmicas de doble U de polietileno de 100m con solución de agua/glicol)
- Biomasa (caldera de biomasa, pellets, potencia nominal 220kW, modular)

##### Sistema de producción de agua caliente

- La caldera de biomasa está indicada para la calefacción.
- Sistema de acumulación de 200L, con sistema de regulación automática y válvula termostática de distribución

##### Sistema de refrigeración

- Geotérmico. Aire acondicionado con unidades de aire.
- Piso radiante y refrescante

##### Sistema de ventilación

- Aire acondicionado con batería de frío/calor, free-cooling, caja de mezcla, recuperación de energía, refrigeración adiabática, filtros y preinstalación para sistemas desecantes.
- Conductos de Climaver en las áreas internas y lámina de aluminio en el exterior.
- Difusión por medio de difusores rotacionales y rejillas. El flujo de cada habitación es ajustable con compuertas de regulación de caudal.

## 7. EJEMPLOS

### 7.1 CARTIF III (Valladolid, España, 2011)

#### Datos constructivos

##### PAREDES

- Sótano: Hormigón armado H25 200mm con poliestireno (EPS) 20mm.  $U=0,207$  [W/m<sup>2</sup>.K]
- Fachada SO y SE: termoarcilla (300x140x190mm); Lana mineral 50mm; paneles de aluminio.  $U=0,452$  [W/m<sup>2</sup>.K]
- Fachada SE: Hormigón; aislamiento EPS 50mm; termoarcilla (300x140x190); paneles de piedra natural.  $U=0,453$  [W/m<sup>2</sup>.K]

##### TECHO: Tejado plano invertido: $U=0,339$ [W/m<sup>2</sup>.K]

- Placa alveolar forjada con capa de compresión (25+10)
- Hormigón aligerado para la formación de pendientes.
- Lámina impermeabilizante de PVC P 1,2mm
- Lámina rígida machihembrada de poliestireno extruido de 3 cm ( $0,034$ W/m.K)
- Losa de hormigón poroso: hormigón e=4cm + aislamiento de poliestireno extruido e=5cm ( $0,034$  W/m.K)

##### SUELO

- Sótano: hormigón 40/80 mm; lámina de polietileno de 1 mm; losa de hormigón armado HA-25, 200 mm.  $U= 0,64$  [W/m<sup>2</sup>.K]
- Interior: baldosas de gres compacto; mortero cola; capa de nivelación.  $U= 0,81$  [W/m<sup>2</sup>.K]

##### CARPINTERÍA

- Muro cortina: doble cristal con cámara de aire (6/12/6).  $U=1,517$  [W/m<sup>2</sup>.K]
- Oficinas: aluminio con rotura de puente térmico.  $U= 1,995$  [W/m<sup>2</sup>.K]

## 7. EJEMPLOS

### 7.2. Casa Pasiva Ebner (Austria 2014)



#### DATOS PRINCIPALES

- Viviendas para uso residencial
- Área: 160 m<sup>2</sup> de superficie útil, 216 m<sup>2</sup> de superficie total
- El costo de la vivienda: 300.000 euros (1.875 euros/m<sup>2</sup> por superficie útil de suelo)
- Desembolso realizado por el subsidio del gobierno de Estiria, incluyendo un bono para la construcción de una casa pasiva
- 42% de mejora en la demanda de energía en comparación con los requisitos establecidos por el OIB (Instituto Austriaco de Ingeniería de la Construcción) en 2011
- El 48% de la energía final está cubierta por energía renovable
- Sistemas incluidos:
  - Estufa de pellets
  - Sistema de ventilación mecánica con una recuperación de calor del 86%.
  - La demanda de agua caliente sanitaria se cubre principalmente con energía solar térmica

## 7. EJEMPLOS

### 7.2. Casa Pasiva Ebner (Austria 2014)

#### DATOS CONSTRUCTIVOS

El uso principal de los materiales de construcción ambiental en las envolturas de los edificios:

##### **PAREDES**

- Paredes y techo compuestos por 70 cm de paja entre los marcos de madera ( $U=0.065 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

##### **CUBIERTA Y SUELO**

- Piso formado por espuma de vidrio rellena de grava bajo una placa base de hormigón
- El techo tiene un coeficiente de transmisión de calor de  $U=0.065 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Forjado del primer piso ( $U=0.11 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

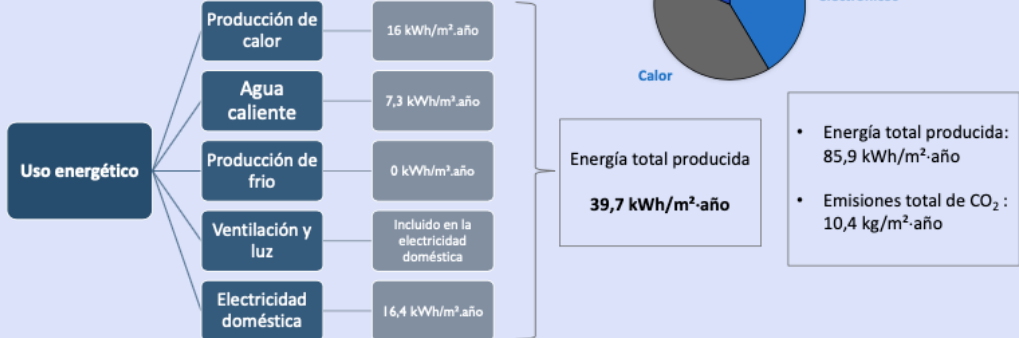
##### **VENTANAS**

- Ventanas de triple acristalamiento ( $U=0,86 \text{ W/ m}^2\text{-K}$ )

## 7. EJEMPLOS

### 7.2. Casa Pasiva Ebner (Austria 2014)

#### DATOS ENERGÉTICOS



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- 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=CELEX%3A32018L0844>)
- Manual de consumo Energético Casi Nulo = Aeice
- Detailed report of selected examples of Nearly Zero-Energy Buildings
- Zero Energy Building Definitions and Policy Activity - IPEEC Building Energy Efficiency Taskgroup (2018)
- USGBC (United States Green Building Council) ASMT
- DENA (German Energy Agency)
- Nearly zero energy buildings definitions across Europe - Buildings Performance Institute Europe (BPIE) (2015)
- Active for more comfort: Passive House - Passive House Institute (2018)

**CAPÍTULO III:  
CASOS DE ESTUDIO**



# EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

RECURSOS EDUCATIVOS ACCESIBLES DE CONDAP

## CASOS DE ESTUDIO

1

## CASO DE ESTUDIO 1

Medidas para reducir el consumo de energía en las viviendas y mejorar la eficiencia energética de una casa unifamiliar en función de su ubicación.



## CASO DE ESTUDIO 1

- **Diseño de una casa unifamiliar teniendo en cuenta todos los parámetros y conceptos previamente explicados en las diapositivas.**
- **Localizaciones:**
  - Valencia (España)
  - Vilnius (Lituania)
  - Bruselas (Bélgica)
- **Para cada localización se pide:**
  - La demanda requerida para la zona climática según la Directiva 2010/31/UE
  - Datos climatológicos del PVGIS
  - Orientación óptima (casa y paneles solares)
  - Otras medidas pasivas
  - Medidas activas

3

## CASO DE ESTUDIO 1

- La demanda requerida para la zona climática según la Directiva 2010/31/UE

	Zona Climática	Energía Demandada
Valencia (España)		
Vilnius (Lituania)		
Bruselas (Bélgica)		

- Datos climatológicos del PVGIS

	Máxima temperatura anual	Mínima temperatura anual	Máxima Irradiación Global Horizontal	Mínima Irradiación Global Horizontal
Valencia (España)				
Vilnius (Lituania)				
Bruselas (Bélgica)				

- Orientación óptima (casa y paneles solares)

Valencia (España)	Vilnius (Lituania)	Bruselas (Bélgica)

4

## CASO DE ESTUDIO 1

### ➤ Otras medidas pasivas

Elegir y justificar tres medidas pasivas que se ajusten mejor a cada país propuesto:

Valencia (España)	Vilnius (Lituania)	Bruselas (Bélgica)

5

## CASO DE ESTUDIO 1

### ➤ Medidas activas

	Valencia (España)	Vilnius (Lituania)	Bruselas (Bélgica)
Eficiencia del agua caliente			
Ahorro en el consumo de agua			
Sistema de climatización			
Ventilación			
Sistema de generación de energía			

6

## CASO DE ESTUDIO 1- SOLUCIÓN

➤ La demanda requerida para la zona climática según la Directiva 2010/31/UE

	Zona Climática	Energía Demandada
Valencia (España)	Zona Mediterránea	0-15 kWh/(m <sup>2</sup> /año) de energía primaria neta, normalmente con un uso de energía primaria de 50-65 kWh/(m <sup>2</sup> /año).
Vilnius (Lituania)	Zona Continental	20-40 kWh/(m <sup>2</sup> /año) de energía primaria neta, normalmente con un uso de energía primaria de 50-70 kWh/(m <sup>2</sup> /año).
Bruselas (Bélgica)	Zona Continental	20-40 kWh/(m <sup>2</sup> /año) de energía primaria neta, normalmente con un uso de energía primaria de 50-70 kWh/(m <sup>2</sup> /año).

➤ Datos climatológicos del PVGIS (\*Utilizando PVGIS datos mensuales, último año disponible)

	Máxima temperatura anual	Mínima temperatura anual	Máxima Irradiación Global Horizontal (Mensual)	Mínima Irradiación Global Horizontal (Mensual)
Valencia (España)	25.8 °C	12°C	235 kWh/m <sup>2</sup>	61.1 kWh/m <sup>2</sup>
Vilnius (Lituania)	18.5 °C	-6.2 °C	186 kWh/m <sup>2</sup>	8.95 kWh/m <sup>2</sup>
Bruselas (Bélgica)	19.5 °C	4.6 °C	162 kWh/m <sup>2</sup>	22.1 kWh/m <sup>2</sup>

➤ Orientación óptima

Fachada de la casa: Sur

	Valencia (España)	Vilnius (Lituania)	Bruselas (Bélgica)
Ángulo inclinación [°]:	36 (opt)	Ángulo inclinación [°]: 37 (opt)	Ángulo inclinación [°]: 37 (opt)
Ángulo de azimut [°]:	-1 (opt)	Ángulo de azimut [°]: -8 (opt)	Ángulo de azimut [°]: -7 (opt)

7

## CASO DE ESTUDIO 1- SOLUCIÓN

➤ Otras medidas pasivas

Elija y justifique tres medidas pasivas que se ajusten mejor a cada país propuesto – **RESPUESTA ABIERTA**

Valencia (España)	Vilnius (Lituania)	Bruselas (Bélgica)
Las paredes exteriores, el techo y el suelo deben tener una baja transmitancia térmica con un espesor de 15 a 18 cm. Se pueden utilizar materiales como el poliestireno expandido (EPS), el poliestireno extruido (XPS) o la lana de roca.	La estructura del techo consiste en un aislamiento de lana mineral. El aislamiento de lana mineral también se utiliza para aislar los muros y tiene un grosor de 35 cm. El suelo suele ser aislado con una capa de espuma de poliestireno extruido de 33 cm.	Las fachadas y el techo están aislados con 40 cm de poliestireno extruido, los cimientos son de madera con triple acristalamiento, y un panel deslizante evita el sobrecalentamiento en verano.
El recinto debe estar lo más sellado posible realizando una prueba de presión, o un blower test Door que garantice un nivel alto de estanqueidad en el edificio.	Las ventanas con un coeficiente de transferencia de calor de 0,73 a 0,84 W/m <sup>2</sup> ·K (dependiendo del tamaño de las ventanas) se instalan para cumplir las recomendaciones del concepto de casa pasiva. La protección contra el sobrecalentamiento en verano se realiza mediante persianas móviles y cortinas en el lado sur del edificio.	Hay extensos tejados verdes que proporcionan un hábitat natural para la biodiversidad. Además de este aspecto "verde", los edificios cumplen con el estándar pasivo. Para lograr este estándar, el proyecto se centra principalmente en el aislamiento. Un aislamiento de la fachada de 25 cm, un aislamiento del techo de 30 cm, todo esto enmarcado en un rendimiento alto, permiten la reducción de la pérdida de calor en un 70%.
La carpintería se instala con un alto rendimiento termoacústico. Estos productos tienen una transmitancia térmica muy baja y están hechos con vidrio multicapa relleno de gas inerte. El vidrio es de baja emisividad para reflejar el calor en el interior del edificio en invierno y mantenerlo en el exterior durante el verano.	Para asegurar la estanqueidad del edificio, se instalan capas protectoras contra el viento y se monta una capa interior hermética. Además, el edificio debe ser inspeccionado para detectar fugas de aire antes de la instalación de los acabados internos. En caso de detectar fugas, deben ser selladas.	El riesgo de sobrecalentamiento se reduce gracias a la adecuada colocación de balcones y espacios abiertos que aumentan la velocidad del aire obligando a la ventilación.

8

## CASO DE ESTUDIO 1- SOLUCIÓN

### ➤ Medias activas - RESPUESTA ABIERTA

	Valencia (España)	Vilnius (Lituania)	Bruselas (Bélgica)
Eficiencia del agua caliente	Para mantener la eficiencia del agua caliente se puede utilizar el aislamiento de la tubería o también el circuito de retorno para obtener un nivel de temperatura aceptable.	Se utiliza la proximidad de los sistemas de producción y de consumo con el fin de mantener la eficiencia del agua caliente.	Se utiliza un circuito de retorno para obtener un nivel de temperatura aceptable y disminuir el calor a aportar para calentar el agua.
Ahorro en el consumo de agua	Se pueden utilizar grifos eficientes como el monomando o el temporizado.	Para ahorrar el consumo de agua se podrían utilizar inodoros eficientes como el sistema de doble descarga o grifos eficientes como los temporizados.	Para aumentar el ahorro de consumo de agua se pueden utilizar inodoros eficientes como el que combina lavaboinodoros o tanques de menor volumen.
Sistema de climatización	Para el sistema de climatización se utilizan unidades de fan coil altamente eficientes.	En cuanto al sistema de climatización, en los sistemas de consumo podría utilizarse el suelo, las paredes y el techo radiante.	En lo referente al sistema de climatización, en los sistemas de consumo podría utilizarse el suelo, las paredes y el techo radiante.
Ventilación	El sistema más utilizado es el Sistema B: Admisión mecánica y extracción natural.	En cuanto al sistema de ventilación se puede destacar el sistema C: Admisión natural y extracción mecánica. Este dispositivo calienta el aire exterior entrante utilizando el calor del aire interior saliente.	Todas las casas deben tener una ventilación adecuada ya que el aire del interior debe ser saludable, de esta manera, se utiliza el Sistema B: Admisión mecánica y extracción natural.
Sistema de generación de energía	Debido a la gran irradiación de Valencia, se utiliza la energía solar térmica para obtener agua caliente sanitaria. También se utilizan bombas de calor para calentar o enfriar las habitaciones.	La biomasa representa la fuente más común de energía renovable en Lituania, y la mayor parte de la biomasa se utiliza como leña.	Los colectores solares se utilizan para obtener agua caliente doméstica combinada con calentadores de agua solares. Además, los colectores solares fotovoltaicos transforman directamente la luz a electricidad. Dado que el sol no brilla en todo momento, es conveniente utilizar un sistema de almacenamiento o estar conectado a la red para asegurar un suministro permanente.

## CASO DE ESTUDIO 2

Evaluación de los diferentes sistemas fotovoltaicos en el PVGIS modificando los parámetros correspondientes.

## CASO DE ESTUDIO 2

### 1. Medidas para disminuir el consumo de energía de una casa unifamiliar.

- El objetivo de esta práctica es rehabilitar una casa unifamiliar para disminuir su consumo de energía. Las medidas a implementar consisten en la reducción de las cargas internas y el suministro de electricidad a través de paneles solares.
- Las cargas internas se consideran como aparatos domésticos y dispositivos que consumen energía de la red. Las medidas relacionadas con las cargas internas consisten en la selección de los aparatos más eficientes, es decir, los que consumen menos energía.
- La siguiente tabla muestra los electrodomésticos más típicos de la casa unifamiliar en un día. Además, se proporciona su consumo de energía.

	nº	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	h/día	Consumo diario (Wh/día)
Iluminación: Halógenos (600 lumen)	4	40	160	4	640
Televisión 26"	1	150	150	4	600
Bomba de calor (2,6kW)	1	1000	1000	4	4000
Ordenador portátil	1	65	65	4	260
Nevera (capacidad neta 300L)	1	110	110	24	2640
Lavadora	1	550	550	1,5	825
Microondas	1	1200	1200	0,1	120
<b>CONSUMO TOTAL (Wh/día)</b>					<b>9085</b>

11

## CASO DE ESTUDIO 2

- Debe obtenerse:
  - Selección de equipos más eficientes (con menor consumo de energía) que reduzcan el consumo de las viviendas. Es posible que el consumo de energía se encuentre en kWh/año para algunos aparatos. En ese caso debe dividirse entre 365 días para calcular el consumo diario y también entre 24 para calcular la potencia.
  - El consumo total para comparar su cobertura con los diferentes ajustes del sistema fotovoltaico.

	nº	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	h/día	Consumo diario (Wh/día)
Iluminación: Halógenos (600 lumen)	4			4	
Televisión 26"	1			4	
Bomba de calor (2,6kW)	1			4	
Ordenador portátil	1			4	
Nevera (capacidad neta 300L)	1			24	
Lavadora	1			1,5	
Microondas	1			0,1	
<b>CONSUMO TOTAL (Wh/día)</b>					

12

## CASO DE ESTUDIO 2

### 2. Caso conectado a red

- Elija la base de datos de radiación solar de PVGIS-CMSAF (adecuada para los países europeos) y el silicio cristalino como tecnología fotovoltaica.
- Considere la potencia fotovoltaica máxima instalada [kWp] de 1,5kW y el 20% de la pérdida del sistema.
- Calcule el porcentaje de la demanda cubierta por día durante el mes más favorable y desfavorable de la irradiación global en los siguientes casos :
  - **CASO 1:** El **montaje fijo e integrado en el edificio** (los módulos están completamente integrados en la estructura de la pared o el techo de un edificio, sin movimiento de aire detrás de los módulos) con una pendiente y un acimut optimizados.
  - **CASO 2:** **Montaje fijo y autónomo** (los módulos están montados en un bastidor con aire que fluye libremente detrás de los módulos, lo que reduce las pérdidas debidas a la temperatura) con una pendiente y un acimut optimizados.
  - **CASO 3:** **Montaje de seguimiento de eje inclinado optimizado.**
- Calcule el coste de la electricidad fotovoltaica [por kWh] considerando un coste del sistema fotovoltaico de 1 euro/W instalado y una vida útil de 25 años. Introduzca el 1% de interés para considerar el mantenimiento del sistema.

13

## CASO DE ESTUDIO 2

### 2. Caso conectado a red

#### ▪ RESULTADOS

Valencia (España)						
	Máxima producción de energía diaria (kWh/día) <sup>1)</sup>	Mínima producción de energía diaria (kWh/día)	Porcentaje máximo de la demanda de energía cubierta <sup>2)</sup>	Porcentaje mínimo de la demanda de energía cubierto	Producción anual de energía fotovoltaica (kWh)	Coste del Sistema fotovoltaico (PV) (€/kWh)
<b>CASO 1</b>						
<b>CASO 2</b>						
<b>CASO 3</b>						-

- 1) Para calcular la producción de energía diaria a partir de la producción de energía mensual, divide entre el número de días de ese mes.
- 2) Para calcular el porcentaje de la demanda de energía cubierta, divida el consumo total por día entre la producción diaria de energía.

14

## CASO DE ESTUDIO 2

### 2. Caso conectado a red

#### Bruselas (Bélgica)

	Máxima producción de energía diaria (kWh/día) <sup>11</sup>	Mínima producción de energía diaria (kWh/día)	Porcentaje máximo de la demanda de energía cubierto <sup>21</sup>	Porcentaje mínimo de la demanda de energía cubierto	Producción anual de energía fotovoltaica (kWh)	Coste del Sistema fotovoltaico (PV) (€/kWh)
CASO 1						
CASO 2						
CASO 3						-

#### Vilnius (Lituania)

	Máxima producción de energía diaria (kWh/día) <sup>11</sup>	Mínima producción de energía diaria (kWh/día)	Porcentaje máximo de la demanda de energía cubierto <sup>21</sup>	Porcentaje mínimo de la demanda de energía cubierto	Producción anual de energía fotovoltaica (kWh)	Coste del Sistema fotovoltaico (PV) (€/kWh)
CASO 1						
CASO 2						
CASO 3						-

15

## CASO DE ESTUDIO 2

### 2. Caso conectado a red

#### ▪ PREGUNTAS Y CONCLUSIONES

- ¿Qué ciudad es la más y la menos adecuada para nuestra instalación? ¿Por qué?
- ¿A qué se debe la diferencia entre el porcentaje de demanda cubierta en los 3 casos? ¿En qué país es más relevante esta diferencia?
- ¿Es económicamente rentable la instalación fotovoltaica considerando una vida útil de 25 años para los paneles? Calcule los años necesarios para recuperar la inversión con el ahorro de energía en el CASO 1 teniendo en cuenta el siguiente supuesto:
  - Precios de la electricidad (impuestos incluidos) para los consumidores domésticos en la UE, primer semestre de 2019: España (0,2403 euros/kWh), Bélgica (0,2839 euros/kWh) y Lituania (0,1255 euros/kWh).
  - El mismo precio de nuestra instalación 1 euro/Winstalado sin costes de mantenimiento asociados.
  - El consumo de energía es de 5,5 kWh/día constantemente para todos los días del año.

16

## CASO DE ESTUDIO 2- SOLUCIÓN

- A pesar de ser una pregunta abierta, se espera que se logre un ahorro de energía del orden del 30 al 50%.

	nº	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	h/día	Consumo diario (Wh/día)
Iluminación: Halógenos (900 lumen)	4	6	24	4	96
Televisión 26"	1	36	36	4	144
Bomba de calor (2,6kW)	1	700	700	4	2800
Ordenador portátil	1	40	40	4	160
Nevera (capacidad neta 300L)	1	70	70	24	1680
Lavadora	1	450	450	1,5	675
Microondas	1	800	800	0,1	80
<b>CONSUMO TOTAL (Wh/día)</b>					<b>5635</b>

17

## CASO DE ESTUDIO 2- SOLUCIÓN

		Máxima producción de energía diaria (kWh/día) <sup>1)</sup>	Mínima producción de energía diaria (kWh/día)	Porcentaje máximo de la demanda de energía cubierto <sup>2)</sup>	Porcentaje mínimo de la demanda de energía cubierto	Producción anual de energía fotovoltaica (kWh)	Coste del Sistema fotovoltaico (PV) (€/kWh)
Valencia (España)	CASO 1	6,935	4,387	123,1%	77,9%	2150	0,046
	CASO 2	7,258	4,548	128,8%	80,7%	2240	0,044
	CASO 3	10,516	5,548	186,6%	98,5%	2970	-
Bruselas (Bélgica)	CASO 1	5,613	1,239	99,6%	22,0%	1360	0,072
	CASO 2	5,839	1,261	103,6%	22,4%	1400	0,070
	CASO 3	7,58	1,442	134,5%	25,6%	1790	-
Vilnius (Lituania)	CASO 1	5,645	0,494	100,2%	8,8%	1220	0,080
	CASO 2	5,871	0,5	104,2%	8,9%	1260	0,078
	CASO 3	7,903	0,558	140,2%	9,9%	1620	-

\* Estos valores dependen del ahorro de energía logrado, así que podrían ser un poco más grandes o más pequeños

18



## CASO DE ESTUDIO 2- **SOLUCIÓN**

### 2. Caso conectado a red

#### ▪ PREGUNTAS Y CONCLUSIONES

#### ➤ ¿Qué ciudad es la más y la menos adecuada para nuestra instalación? ¿Por qué?

Valencia es la más adecuada porque tiene las mejores condiciones climáticas y la menos adecuada es Vilnius porque tiene las peores condiciones climáticas.

#### ➤ ¿A qué se debe la diferencia entre el porcentaje de demanda cubierta en los 3 casos? ¿En qué país es más relevante esta diferencia?

El montaje menos eficiente es el montaje fijo e integrado en el edificio (CASO 1) debido a las pérdidas térmicas y a la incapacidad de cambiar la inclinación de los paneles, mientras que el montaje de seguimiento es el más eficiente debido a la posibilidad de captar más radiación solar. El montaje independiente es un caso intermedio. La diferencia entre la cobertura máxima y mínima es más notable cuando nos alejamos del Ecuador (debido a la esfericidad de la Tierra en cuanto a su inclinación con respecto al Sol) por lo que en Lituania la diferencia es mayor que en los demás países y por lo tanto los paneles solares son menos rentables.

19

## CASO DE ESTUDIO 2- **SOLUCIÓN**

### 2. Caso conectado a red

#### ▪ PREGUNTAS Y CONCLUSIONES

#### ➤ ¿Es económicamente rentable la instalación considerando una vida útil de 25 años para los paneles?

▪ Dinero ahorrado por año = Consumo de energía por día × Días al año × ( Precio de la red – Precio del PV CASO 1)

▪ Años para lograr la inversión =  $\frac{\text{Coste del sistema PV}}{\text{Dinero ahorrado al año}}$

➤ Valencia:  $5,5 \text{ kWh/día} \times 365 \text{ días/año} \times (0,2403 \text{ €/kWh} - 0,046 \text{ €/kWh}) = 390 \text{ € ahorro/año}$

▪ Años para lograr la inversión =  $1500 \text{ €} / 390 \text{ €} = 3,846 \text{ años}$

➤ Bruselas:  $5,5 \text{ kWh/día} \times 365 \text{ días/año} \times (0,2839 \text{ €/kWh} - 0,072 \text{ €/kWh}) = 425,4 \text{ € ahorro/año}$

▪ Años para lograr la inversión =  $1500 \text{ €} / 390 \text{ €} = 3,526 \text{ años}$

➤ Vilnius:  $5,5 \text{ kWh/día} \times 365 \text{ días/año} \times (0,1255 \text{ €/kWh} - 0,080 \text{ €/kWh}) = 91,341 \text{ € ahorro/año}$

▪ Años para lograr la inversión =  $1500 \text{ €} / 91,341 \text{ €} = 16,422 \text{ años}$

20

## CASO DE ESTUDIO 3

Cálculo del calor transmitido a través de una pared y su correspondiente ahorro de energía.

## CASO DE ESTUDIO 3

### CASO 3.1.

- La pared de una casa está formada por una capa externa de ladrillo de 10 cm ( $k = 0,69 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ ), seguida por un revestimiento de 1,25 cm ( $k = 0,048 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ ). La pared interior está compuesta por una capa de 1,25 cm de espesor ( $k = 0,744 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ ), que se encuentra separada del revestimiento por 10 cm de aire. La capa de aire tiene una conductancia de  $6,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ .
- La temperatura del ladrillo exterior es  $5 \text{ °C}$ , mientras que la superficie interna se mantiene a  $20 \text{ °C}$ .
- ¿Cuál es la tasa de pérdida de calor por unidad de área de pared?



## CASO DE ESTUDIO 3

### CASO 3.2.

- Años más tarde se realizan unos cambios en los muros:
  - La capa exterior de ladrillos permanece inalterada con 10 cm de espesor y  $k = 0,69 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ .
  - El revestimiento cambia de material a otro cuya conductividad es  $k = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  y su espesor se mantiene.
  - La pared interior cambia también a otro material cuya conductividad es  $k = 0,65 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  y con una capa de 1,30 cm de espesor, separada de la capa de revestimiento por una capa de aire de 10 cm. La conductividad de la capa de aire es de  $0,024 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ .
  - La temperatura exterior e interior permanece inalterada.

**2. ¿Cuál es la tasa de pérdida de calor por unidad de área de pared? ¿Ha mejorado o empeorado el aislamiento del muro? ¿A qué se debe esto?**

23

## CASO DE ESTUDIO 3

### CASO 3.3.

Para mejorar la estanqueidad de las paredes se introduce el poliestireno expandido como material aislante cuya conductividad es  $k = 0,032 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  y su espesor es de 6 cm.

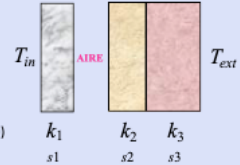
**3. Con los datos del ejercicio anterior y los nuevos: ¿Qué pasará con la tasa de pérdida de calor? ¿Cuál será su valor ahora? En este caso, ¿se ahorraría energía en la casa?**

24

## CASO DE ESTUDIO 3 - SOLUCIÓN

### CASO 3.1.

#### 1. ¿Cuál es la tasa de pérdida de calor por unidad de área de pared?



Con el fin de calcular la transferencia de calor a través de la pared se utiliza la "Ley de Fourier":

$$Q = U \cdot A \cdot dT = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot A \cdot dT$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{s_1}{k_1} + \frac{s_2}{k_2} + \frac{s_3}{k_3} \dots}$$

$q = \left(\frac{Q}{A}\right)$  Transferencia de calor por unidad de superficie  $\left(\frac{W}{m^2}\right), \left(\frac{J}{m^2 \cdot s}\right)$

$k$  = Conductividad térmica total del material  $\left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$

$s$  = Grosor del material (m)

$A$  = Área de transferencia de calor ( $m^2$ )

$R = \frac{s}{k}$  = Resistencia térmica  $\left(\frac{m^2 \cdot K}{W}\right)$

$U$  = Coeficiente de transferencia de calor o transmitancia térmica  $\left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right)$

$dT = T_1 - T_2$  = Gradiente de Temperatura – diferencia sobre el material ( $^{\circ}C, ^{\circ}F$ )

Con los datos proporcionados por el ejercicio, se puede identificar:

- **Pared interior:**  $k_1 = 0,744 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_1 = 1,25 \text{ cm}$ .
- **Capa de aire:**  $k_{air} = 0,024 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_{air} = 10 \text{ cm}$ .
- **Capa de revestimiento:**  $k_2 = 0,048 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_2 = 1,25 \text{ cm}$ .
- **Pared exterior:**  $k_3 = 0,69 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_3 = 10 \text{ cm}$ .
- **Temperatura interior:**  $T_{in} = 20 ^{\circ}\text{C}$ .
- **Temperatura exterior:**  $T_{ext} = 5 ^{\circ}\text{C}$ .

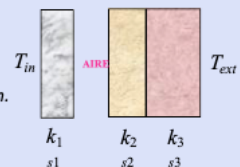
$$Q = U \cdot A \cdot dT = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot A \cdot dT$$

25

## CASO DE ESTUDIO 3 - SOLUCIÓN

### CASO 3.1.

#### 1. ¿Cuál es la tasa de pérdida de calor por unidad de área de pared?



- **Pared interior:**  $k_1 = 0,744 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_1 = 1,25 \text{ cm}$ .
- **Capa de aire:**  $k_{air} = 0,024 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_{air} = 10 \text{ cm}$ .
- **Capa de revestimiento:**  $k_2 = 0,048 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_2 = 1,25 \text{ cm}$ .
- **Pared exterior:**  $k_3 = 0,69 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ,  $s_3 = 10 \text{ cm}$ .
- **Temperatura interior:**  $T_{in} = 20 ^{\circ}\text{C}$ .
- **Temperatura exterior:**  $T_{ext} = 5 ^{\circ}\text{C}$ .

Para calcular la pérdida de calor por unidad de superficie, utilizando la ecuación de Fourier y los datos proporcionados:

$$Q = U \cdot A \cdot dT = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot A \cdot dT \quad \longrightarrow \quad q = \frac{Q}{A} = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot dT = \left(\frac{1}{s}\right) \cdot (T_1 - T_2)$$

$$q = \frac{Q}{A} = \left(\frac{1}{\frac{0,0125}{0,744} + \frac{0,1}{0,024} + \frac{0,0125}{0,048} + \frac{0,1}{0,69}}\right) \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}\right) \cdot (20 - 5)(^{\circ}\text{C}) = 0,218 \cdot 15 = 3,27 \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

La tasa de pérdida de calor por unidad de superficie obtenida es  $3,27 \left(\frac{W}{m^2}\right)$

26

## CASO DE ESTUDIO 3 - SOLUCIÓN

### CASO 3.2.

2. ¿Cuál es la tasa de pérdida de calor por unidad de área de pared? ¿Ha mejorado o empeorado el aislamiento del muro? ¿A qué se debe esto?

En primer lugar, para calcular la nueva tasa de pérdida de calor por unidad de superficie de pared, se deben reunir los datos proporcionados. Los nuevos son de color rojo:

- **Pared interior:**  $k_1 = 0,65 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_1 = 1,30 \text{ cm}$ .
- **Capa de aire:**  $k_{air} = 0,024 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_{air} = 10 \text{ cm}$ .
- **Capa de revestimiento:**  $k_2 = 0,035 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_2 = 1,25 \text{ cm}$ .
- **Pared exterior:**  $k_3 = 0,69 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_3 = 10 \text{ cm}$ .
- **Temperatura interior:**  $T_{in} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- **Temperatura exterior:**  $T_{ext} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Después de eso, la pérdida de calor por unidad de área, usando la ecuación de Fourier y los datos proporcionados:

$$q = \frac{Q}{A} = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot dT = \left(\frac{1}{R}\right) \cdot (T_1 - T_2) \longrightarrow q = \frac{Q}{A} = \left(\frac{1}{\frac{0,0130}{0,65} + \frac{0,1}{0,024} + \frac{0,0125}{0,035} + \frac{0,1}{0,69}}\right) \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}\right) \cdot (20 - 5)(^\circ\text{C}) = 0,213 \cdot 15 = 3,19 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right)$$

La nueva tasa de pérdida de calor por unidad de superficie obtenida es de  $3,19 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right)$ . Esto significa que el aislamiento de la pared ha mejorado debido a que la conductividad de dos capas (interior y revestimiento) ha disminuido y el grosor de la pared interior ha aumentado. Como resultado, la disminución de la conductividad de la pared y el aumento de su grosor mejoran el aislamiento de la pared y, por lo tanto, la casa ahorrará energía térmica.

27

## CASO DE ESTUDIO 3 - SOLUCIÓN

### CASO 3.3.

Para mejorar la estanqueidad de las paredes se introduce el poliestireno expandido como material aislante cuya conductividad es  $k = 0,032 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ .

3. Con los datos del ejercicio anterior y el nuevo: ¿Cuál sería el grosor de esta capa de poliestireno si la pérdida de calor deseable es de aproximadamente  $q = 7,5 \text{ (W/m}^2\text{)}$ ?

En primer lugar, se deben reunir los datos proporcionados. Los nuevos son de color rojo:

- **Pared interior:**  $k_1 = 0,65 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_1 = 1,30 \text{ cm}$ .
- **Capa de aire:**  $k_{air} = 0,024 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_{air} = 10 \text{ cm}$ .
- **Capa de revestimiento:**  $k_2 = 0,035 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_2 = 1,25 \text{ cm}$ .
- **Capa de poliestireno:**  $k_4 = 0,032 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_4 = ?$
- **Pared exterior:**  $k_3 = 0,69 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $s_3 = 10 \text{ cm}$ .
- **Temperatura interior:**  $T_{in} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- **Temperatura exterior:**  $T_{ext} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- **Tasa de pérdida de calor por unidad de superficie:**  $q = 7,5 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right)$

$$\frac{Q}{A} = \left(\frac{k}{s}\right) \cdot dT = U \cdot (T_1 - T_2) \longrightarrow q = \frac{Q}{A} = \left(\frac{1}{\frac{s_1}{k_1} + \frac{s_2}{k_2} + \frac{s_{air}}{k_{air}} + \frac{s_3}{k_3} + \frac{s_4}{k_4}}\right) \cdot (T_1 - T_2) \longrightarrow s_4 = k_4 \cdot \left[\left(\frac{T_1 - T_2}{q}\right) - \frac{s_1}{k_1} - \frac{s_2}{k_2} - \frac{s_{air}}{k_{air}} - \frac{s_3}{k_3}\right]$$

28

## CASO DE ESTUDIO 3 - SOLUCIÓN

### CASO 3.3.

Para mejorar la estanqueidad de las paredes se introduce el poliestireno expandido como material aislante cuya conductividad es  $k = 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{C}$ .

**3. Con los datos del ejercicio anterior y el nuevo: ¿Cuál sería el grosor de esta capa de poliestireno si la pérdida de calor deseable es de aproximadamente  $q = 7,5 \text{ (W/ m}^2\text{)}$ ?**

Introduciendo los datos en la fórmula anterior:

$$s_4 = k_4 \cdot \left[ \left( \frac{T_1 - T_2}{q} \right) - \frac{s_1}{k_1} - \frac{s_2}{k_2} - \frac{s_{air}}{k_{air}} - \frac{s_3}{k_3} \right] \rightarrow s_4 = 0,032 \cdot \left[ \left( \frac{20 - 5}{7,5} \right) - \frac{0,013}{0,65} - \frac{0,0125}{0,035} - \frac{0,1}{0,024} - \frac{0,1}{0,69} \right] = 0,04 \text{ m}$$

Finalmente, se obtiene el espesor necesario para obtener una pérdida de calor de  $7,5 \text{ (W/ m}^2\text{)}$ . El valor de esta capa de poliestireno es de 4 cm de espesor.

## **CAPÍTULO IV: EJERCICIOS**

## 4.1. PREGUNTAS DE OPCIÓN MÚLTIPLE

**[1] Indique cuáles de estas propuestas NO han sido aprobadas por el Parlamento Europeo:**

- a. Autoconsumo y comunidades energéticas
- b. Obligación de aumentar la eficiencia energética en un 15% para 2050
- c. Alcanzar una cuota del 35% de energía renovable para 2030

**[2] Uno de los requisitos para optar a los incentivos financieros en las restauraciones de edificios para mejorar la eficiencia energética o el ahorro de energía es: la obtención del Certificado de Eficiencia Energética.**

- a. Es necesario comparar los certificados emitidos antes y después de la reforma para ver la mejora
- b. Correcto
- c. Este certificado no es necesario

**[3] De acuerdo con la Directiva 2010/31/UE, en que zona climática los requisitos en las oficinas de consumo de energía deben estar entre 20-30 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, normalmente con un uso de energía primaria de 80-90 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 60 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de fuentes renovables in situ:**

- a. Zona Continental
- b. Zona Oceánica
- c. Zona Mediterránea

**[4] De acuerdo con la Directiva 2010/31/UE, en que zona climática la demanda de consumo energético de las viviendas debe estar entre 20-40 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, normalmente con un uso de energía primaria de 50-70 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 30 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de fuentes renovables in situ:**

- a. Zona Continental
- b. Zona Nórdica
- c. Zona Mediterránea

**[5] Complete la siguiente oración con una de las opciones:**

**" \_\_\_\_\_ son edificios con un nivel muy alto de eficiencia energética. La demanda de energía casi nula o muy baja debe cubrirse, en su mayor parte, con energía de fuentes renovables, incluida la energía de fuentes renovables producida in situ o en el entorno."**



- a. Edificios sostenibles
- b. Edificios de consumo casi nulo
- c. Edificios energéticamente eficientes

**[6] Las estrategias para implementar la construcción de energía neta cero a través de equipos de máquinas se denominan:**

- a. Estrategias pasivas
- b. Estrategias mecánicas
- c. Estrategias activas

**[7] Cuando hablamos de soluciones bioclimáticas en la proyección del edificio, la mejor orientación es:**

- a. Norte
- b. Sur
- c. Depende del hemisferio

**[8] La Transmitancia Térmica (U) es una propiedad física de la materia que mide la cantidad de energía que atraviesa un elemento en una unidad de tiempo, y cuyas unidades en el Sistema Internacional son:**

- a. W/mK
- b. W/m<sup>2</sup>K
- c. m<sup>2</sup>K/W

**[9] Seleccione cuál de estas soluciones bioclimáticas NO es una medida pasiva para los edificios de consumo casi nulo:**

- a. Estanqueidad
- b. Aislamiento acústico
- c. Impermeabilidad

**[10] Los huecos como puertas o ventanas son la zona más sensible para las pérdidas de temperatura y estanqueidad. ¿Cuál de los siguientes parámetros se utilizan para controlar esta situación?**

- a. Confort, normativa sanitaria, estanqueidad, aislamiento térmico y control solar
- b. Estética, normativa sanitaria, estanqueidad, aislamiento térmico y control solar

- c. Confort, normativa sanitaria, impermeabilización, aislamiento térmico y control del viento

**[11] A continuación, se presentan algunos posibles efectos de los puentes térmicos, indica cuál de ellos es verdadero:**

- a. Elimina el flujo térmico entre el interior y el exterior
- b. Peligro de condensación y moho
- c. Aumento de la humedad relativa (en verano) en el interior de la envoltura térmica

**[12] El diseño activo se centra...**

- a. ... directamente sobre la elección y el diseño de los sistemas de generación y consumo de energía
- b. ... conseguir el máximo confort interior
- c. ... en la reducción de energía a través del diseño arquitectónico

**[13] Especifica qué tipo de sistema de ventilación se muestra en la siguiente imagen:**

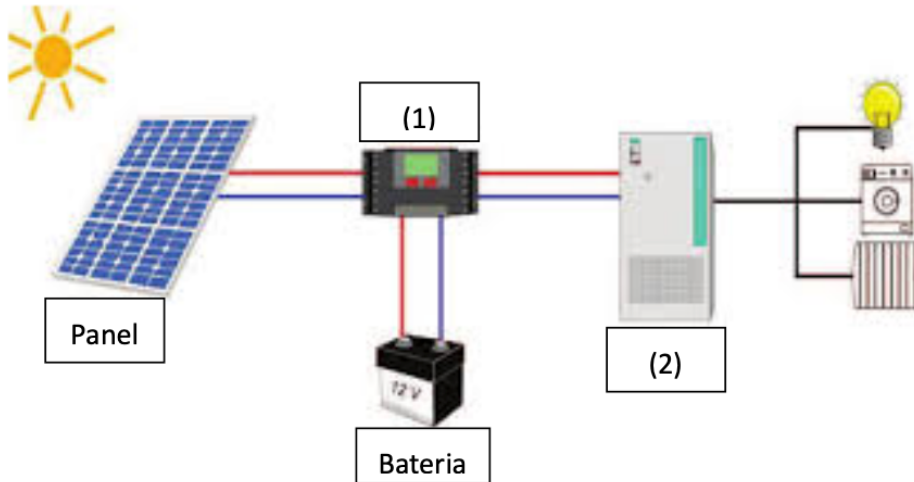


- a. Entrada natural y extracción mecánica
- b. Entrada y extracción natural
- c. Admisión mecánica descentralizada y extracción mecánica centralizada

**[14] En un sistema de ventilación que permite conectar los conductos de introducción y extracción con un sistema centralizado que regula los caudales de entrada y salida, funcionando de forma equilibrada y permitiendo la ventilación en todas las cabinas, este sistema de ventilación cuenta con:**

- a. Admisión mecánica centralizada y extracción mecánica centralizada
- b. Admisión mecánica descentralizada y extracción mecánica centralizada
- c. Entrada mecánica y extracción natural

**[15] Rellene los huecos con las siguientes opciones para completar los elementos de una instalación solar fotovoltaica:**



- a. (1) Regulador de carga (2) Acumulador
- b. (1) Inversor (2) Pantalla de datos
- c. (1) Regulador de carga (2) Inversor

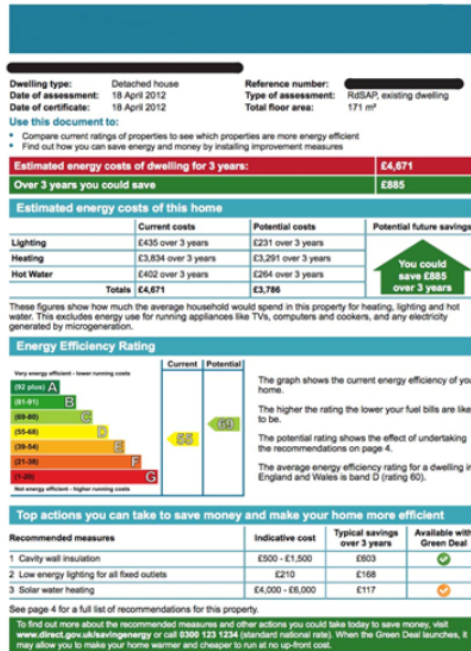
**[16] En los siguientes puntos se describen algunas ventajas de la instalación de un sistema de generación de energía renovable:**

- *Reducción del problema del CO<sub>2</sub>, con producciones de energía de libre emisión o respetando su ciclo natural.*
- *Reducción de los costos de transporte.*

**Podemos encontrar estos beneficios en:**

- a. Energía eólica
- b. La energía de la biomasa
- c. Ambas son correctas

**[17] La imagen siguiente muestra un ejemplo de un:**



- Factura de electricidad
- Certificado de rendimiento energético
- Auditoría energética

**[18] A continuación, se muestran los logos de algunas de las herramientas de software utilizadas para calcular el consumo de energía en los edificios:**



(1)



(2)



(3)

**Identifica cuál de las aplicaciones de las herramientas de software anteriores es la correcta:**

- Las principales aplicaciones de (2) incluyen: sistemas solares, edificios de bajo consumo de energía y sistemas de HVAC, sistemas de energía renovable, cogeneración y celdas de combustible
- El programa (1) calcula las cargas de calor y frío necesarias para mantener las condiciones de control, las condiciones en todo el sistema de aire acondicionado y las cargas, y el consumo de energía del equipo

- c. (3) es utilizado por las principales empresas de la industria para optimizar la eficiencia energética del edificio, la iluminación natural y el confort

**[19] Si hablamos de las principales herramientas complementarias para la gestión, podemos decir que:**

- a. El BMS se utiliza para la gestión de edificios y el EMS se utiliza para la supervisión de las instalaciones de energía en edificios e industrias
- b. El EMS se utiliza para la gestión de edificios y el BMS se utiliza para la supervisión de las instalaciones de energía en edificios e industrias
- c. Los sistemas BEMS son necesarios para desarrollar certificados de energía para edificios

**[20] Indique cuál de las siguientes frases relacionadas con la gestión de la energía a distancia es falsa:**

- a. Los principales elementos de la gestión de la energía a distancia son el sistema de vigilancia y el registrador de datos
- b. La gestión remota de la energía guarda la información para analizar y optimizar
- c. Esta tecnología se utiliza sólo para controlar la calefacción y el agua caliente

## **4.2. PREGUNTAS DE RESPUESTA CORTA**

**[1] ¿En qué tipo de edificio se refleja el funcionamiento conjunto de las energías renovables y las medidas de eficiencia?**

NZEB (Edificios de Balance de Energía Casi Nulo)

**[2] Incorporar soluciones bioclimáticas en la proyección del edificio o adaptar las soluciones bioclimáticas al diseño interior del edificio son diferentes métodos para introducir:**

Medidas pasivas de ECCN

**[3] La lana mineral, el poliestireno expandido o el vermicuto expandido son:**

Aislantes térmicos

**[4] ¿Qué prueba permite la detección de infiltraciones y el grado de sellado?**

El test de presurización

**[5] La propiedad física de los materiales que mide la cantidad de energía que pasa un elemento en una unidad de tiempo en  $W/m^2K$  es:**

Thermal transmittance

**[6] La instalación de sistemas de consumo más eficientes, la introducción de máquinas de generación o el aprovechamiento de la energía “gratis” de los sistemas de energía renovable son medidas de:**

Diseño activo

**[7] La minieólica se define como “El uso de los recursos eólicos mediante el uso de turbinas eólicas con potencia [kW] inferior a:**

100kW

**[8] ¿Qué tipo de tecnología de energía solar utiliza acumuladores?:**

Solar térmica

**[9] El software de referencia que es capaz de simular sistemas de transición con**

**una estructura modular y sus principales aplicaciones incluyen: sistemas solares (sistemas solares térmicos y fotovoltaicos), edificios de baja energía y sistemas de climatización, sistemas de energía renovable, cogeneración y pilas de combustible es:**

TRNSYS

**[10] ¿Qué documento tiene como objetivo principal servir como herramienta de información para los propietarios de edificios, inquilinos y actores inmobiliarios? Pueden ser una poderosa herramienta de mercado para crear la demanda de eficiencia energética en los edificios, apuntando a mejoras tales como un criterio de toma de decisiones en las transacciones inmobiliarias, y proporcionando recomendaciones para el costo-efectivo o rentable-óptimo mejora del rendimiento energético:**

Certificado de rendimiento energético (EPC)

**[11] Este sistema se utiliza para el seguimiento, análisis y monitoreo de instalaciones energéticas en edificios e industrias:**

EMS (Sistema de gestión de la energía)

**[12] El dispositivo electrónico que se instala en el panel eléctrico de las instalaciones a analizar y que se puede conectar al ordenador personal o a algún dispositivo para ver los datos grabados es:**

Registrador de datos o Datalogger

### 4.3. PREGUNTAS FRECUENTES

#### [1] ¿A qué hace referencia el consumo de energía primaria?


El consumo de energía primaria hace referencia al uso directo de la fuente, o el suministro a los usuarios sin transformación, de la energía bruta, es decir, la energía que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

#### [2] ¿En qué consiste una auditoría energética?

Se trata de un estudio de inspección y un análisis de los flujos de energía en un edificio. Puede incluir un proceso o sistema para reducir la cantidad de energía que entra en el sistema sin afectar negativamente a la salida. En los bienes inmuebles comerciales e industriales, una auditoría energética es el primer paso para identificar las oportunidades de reducir el gasto energético y la huella de carbono.

#### [3] ¿Cuáles son las zonas climáticas en Europa?

En el siguiente mapa puede verse a qué zona climática pertenece cada región.



Áreas del norte de Europa	Clima nórdico (inviernos fríos y veranos suaves y húmedos)
Áreas de Europa central y del este	Clima continental oriental (inviernos fríos y veranos calurosos y secos)
Áreas del oeste de Europa	Clima oceánico (inviernos suaves y veranos húmedos)
Áreas del sur de Europa y de Oriente Medio	Clima Mediterráneo

#### [4] ¿Cómo funciona la tecnología de Flujo de Refrigerante Variable (VRF)?

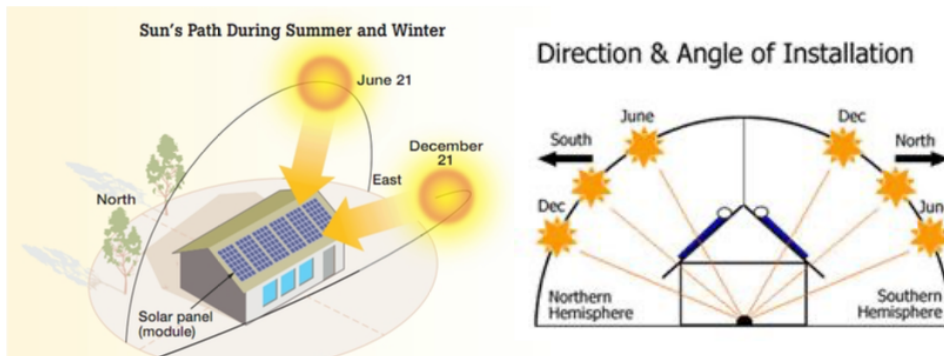
En un sistema de VRF, se pueden conectar varias unidades de fan coil de interior a una unidad de exterior. La unidad exterior tiene uno o más compresores que son accionados por un inversor, por lo que su velocidad puede variarse cambiando la frecuencia de la alimentación del compresor. A medida que cambia la velocidad del compresor, también lo hace la cantidad de refrigerante suministrado por el compresor. Cada unidad de ventiloconvector interior tiene su propio dispositivo de



medición que es controlado por la propia unidad interior o por la unidad exterior. A medida que cada unidad interior envía una demanda a la unidad exterior, la unidad exterior entrega la cantidad de refrigerante necesaria para satisfacer los requisitos individuales de cada unidad interior.

**[5] ¿Por qué el sur es la mejor orientación para los paneles fotovoltaicos en el hemisferio norte y la orientación norte en el hemisferio sur?**

La orientación de los paneles es importante para capturar un máximo de luz solar y por lo tanto producir un máximo de energía. En el hemisferio norte, los tejados orientados al sur reciben la mayor cantidad de luz solar debido a la trayectoria solar a lo largo del año, y por lo tanto la mayor cantidad de energía solar durante el día como se muestra en la primera imagen. Por otra parte, la inclinación del sol con respecto a una casa en el hemisferio sur es la contraria, por lo que los paneles fotovoltaicos deben orientarse hacia el norte según la segunda imagen.



**[6] ¿Qué supone la introducción de un circuito de retorno en un sistema de agua caliente sanitaria?**

La presencia de un circuito de retorno en un sistema de agua caliente tiene ventajas y desventajas. Entre las ventajas se encuentran, por ejemplo, el hecho de que ayuda a mantener la temperatura del agua circulante más caliente volviendo al depósito en cada ciclo, mejora la comodidad de los usuarios porque tienen agua disponible más rápidamente, ahorra energía y consumo de agua ya que evita desechar el agua previamente calentada. Como desventajas, la instalación de un circuito de retorno es más cara y compleja de diseñar, puede favorecer los procesos de corrosión cuando hay mezclas de metales en los circuitos (por ejemplo, acero galvanizado y cobre), si no se mantiene correctamente favorece la formación de una biocapa, la presencia de incrustaciones calcáreas puede reducir la circulación del agua y crear depósitos de agua estancada y a bajas temperaturas presentan altos riesgos. Por lo tanto, la instalación de un circuito de retorno es más cara y compleja de diseñar, puede

*favorecer los procesos de corrosión cuando hay mezclas de metales en los circuitos (por ejemplo, acero galvanizado y cobre), si no se mantiene correctamente favorece la formación de una biocapa, la presencia de incrustaciones calcáreas puede reducir la circulación del agua y crear depósitos de agua estancada y a bajas temperaturas presentan altos riesgos.*

### **[7] ¿Qué es un fan coil y cómo funciona?**

*El equipo de fan coil utiliza agua como elemento de refrigeración. Estas unidades reciben agua caliente o fría de un enfriador o caldera remota y la hacen circular a través de tubos o serpentines. El ventilador impulsa el aire y lo hace pasar a través de los tubos por donde circula el agua, produciendo así la transferencia de calor. Luego, el aire pasa a través de un filtro y finalmente hacia la habitación que está siendo climatizada, en forma de aire frío o calor dependiendo de las necesidades de las instalaciones.*

### **[8] ¿Cuál es la diferencia entre las turbinas de viento de eje vertical y horizontal?**

*El tipo de aerogenerador de eje vertical, las palas giran alrededor de un eje central vertical, presentando así tres ventajas fundamentales sobre las de eje horizontal:*

- La sujeción de las palas es fácil de diseñar y ejecutar.
- No se requiere ningún sistema de orientación para capturar la energía del viento.
- Fácil localización del tren de potencia, el generador y el transformador, a nivel del suelo.

*Se puede decir que el rendimiento de las turbinas eólicas de eje vertical es menos de la mitad que el de las turbinas eólicas de eje horizontal. Las turbinas eólicas de eje vertical más importantes son Darrieus y Savonius.*

*Las de eje horizontal se caracterizan porque las palas giran en una dirección perpendicular a la velocidad del viento. Se clasifican a su vez en turbinas eólicas lentas y rápidas, según la velocidad de rotación de sus rotores. Estas turbinas eólicas también se clasifican según la disposición del rotor, distinguiendo entre una disposición de barlovento (el viento afecta inicialmente al rotor y luego a la torre) o una disposición de sotavento (el viento afecta inicialmente a la torre y finalmente al rotor).*

*La configuración más utilizada en el sector de la energía en la disposición de barlovento y rotores de tres palas.*

### **[9] ¿Qué es la energía renovable?**

*Las fuente de energía renovable o los sistemas de energía renovables (RES) capturan la energía de los flujos de energía existentes, de los procesos naturales en curso, como el sol, el viento, el agua corriente, los procesos biológicos y los flujos de calor geotérmico.*

*La energía renovable proviene de un recurso energético que es reemplazado rápidamente por un proceso natural como la energía generada por el sol o el viento.*

### **[10] ¿Qué son los puentes térmicos?**

*Un puente térmico se produce cuando hay una brecha entre los materiales y las superficies estructurales. El calor que escapa sigue el camino de menor resistencia. El puente térmico se produce generalmente cuando hay una ruptura o penetración de la envoltura del edificio (por ejemplo, el aislamiento). Los puentes térmicos pueden ser causados por:*

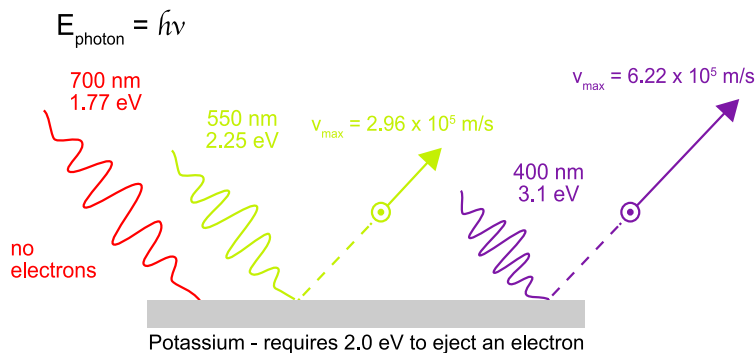
- *Las uniones entre la pared y el suelo.*
- *Las uniones entre la pared y el techo.*
- *Los agujeros en la envoltura del edificio para las tuberías y los cables*
- *Los huecos de las ventanas y las puertas.*
- *Los amarres de paredes de acero utilizados en la construcción de mampostería.*

*Los puentes térmicos deben evitarse siempre que sea posible. La planificación, el diseño y la construcción adecuados son esenciales para ayudar a identificar y remediar los puentes térmicos.*

### **[11] ¿Qué es el efecto fotoeléctrico?**

*El efecto fotoeléctrico es un fenómeno que se produce cuando la luz que brilla sobre una superficie metálica provoca la expulsión de electrones de ese metal. Se observó que sólo ciertas frecuencias de luz son capaces de causar la eyección de electrones. Si la frecuencia de la luz incidente es demasiado baja (luz roja, por ejemplo), entonces no se expulsan electrones, aunque la intensidad de la luz sea muy alta o haya brillado sobre la superficie durante mucho tiempo. Si la frecuencia de la luz es más alta (luz verde, por ejemplo), entonces los electrones eran capaces de ser expulsados de la superficie de metal, incluso si la intensidad de la luz era muy baja o si sólo brilló durante un corto tiempo. Esta frecuencia mínima necesaria para provocar la eyección de electrones se denomina frecuencia umbral.*

## Photoelectric effect



A medida que la frecuencia aumenta más allá del umbral, los electrones expulsados simplemente se mueven más rápido. Un aumento en la intensidad de la luz entrante que está por encima de la frecuencia del umbral hace que el número de electrones que son expulsados aumente, pero no viajan más rápido. El efecto fotoeléctrico se aplica en dispositivos llamados células fotoeléctricas, que se encuentran comúnmente en artículos de uso cotidiano como los paneles solares que utilizan la energía de la luz para generar electricidad.

### [12] ¿Cuál es la diferencia entre un circuito abierto o cerrado en los paneles solares térmicos?

La diferencia entre un circuito de calentamiento de agua de circuito abierto o cerrado es la siguiente:

- Circuito abierto: el agua potable es calentada por el sol en el colector y luego, es almacenada dentro del tanque. El agua circula continuamente a través del colector y del tanque debido al principio de termosifón.
- Circuito cerrado: El agua potable se almacena en el tanque que está rodeado por una camisa que se conecta al colector o colectores. Un líquido anticongelante es calentado por el sol, y de nuevo la circulación continua a través de la camisa y el colector es “alimentado” por el principio del termosifón. El calor se transfiere del líquido caliente de la camisa al agua potable del depósito.

Los sistemas de bucle cerrado son ligeramente menos eficientes que los sistemas de bucle abierto, ya que hay cierta pérdida de calor a través del intercambiador de calor. Su ventaja es que pueden utilizar un fluido resistente a la congelación, por lo que son más adecuados para las zonas propensas a las heladas.

### [13] ¿Cuál es la función del regulador de carga en los paneles solares? ¿Y la

### **función del inversor?**

*Para el correcto funcionamiento de la instalación, se utiliza un sistema de regulación de carga en la conexión entre los paneles solares y las baterías. Su misión es evitar situaciones de carga y sobredescarga de la batería para prolongar su vida útil.*

*Por otro lado, el inversor convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna. La corriente alterna debe ser la misma que la utilizada en la red eléctrica: 220V a 50 Hz. Es un elemento esencial en las instalaciones conectadas a la red.*

## 4.4. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN

Cada uno de los bloques debe ser completado en un tiempo máximo de 1 hora.

### *Bloque I - Edificio sostenible (conceptos y normas) & Principios de eficiencia energética (diseño pasivo)*

#### **1- Indica las normas que deben considerarse para los edificios sostenibles en relación con la energía primaria.**

- *En la mayoría de los países, las definiciones del ECCN se refieren a la energía primaria máxima como uno de los principales indicadores.*
- *La energía “primaria”/fuente incluye toda la energía necesaria para generar, transmitir y distribuir el consumo final de energía medido por los medidores de energía de los edificios. En algunos casos (por ejemplo, en los Países Bajos y en la región belga de Flandes), el uso de energía primaria del edificio se evalúa mediante un coeficiente no dimensional, comparando el uso de energía primaria del edificio con un edificio “de referencia” de características similares (por ejemplo, la geometría del edificio). En varios países (por ejemplo, el Reino Unido, Noruega y España) las emisiones de carbono se utilizan como indicador principal, mientras que en otros (por ejemplo, en Austria y Rumania) las emisiones de carbono se utilizan como indicador complementario del uso de energía primaria*
- *Para los edificios residenciales, la mayoría de las jurisdicciones apuntan a un uso de energía primaria inferior a 50 kWh/m<sup>2</sup>-y*
- *En el caso de los edificios no residenciales, los requisitos pueden ser más variados en el mismo país, según el tipo de edificio. En la mayoría de los países, las definiciones del NZEB se refieren a la energía primaria máxima como uno de los principales indicadores.*

#### **2- Explica tres soluciones bioclimáticas en la proyección de los edificios expuestos.**

*Compacidad: Se define como la relación entre la superficie de la envoltura exterior y el volumen que encierra. Los grandes edificios tienden a ser más compactos (0,2-0,5/m) y en climas fríos tienden a tener menores demandas de energía.*

*Protecciones solares: la energía solar, la cual es utilizada como fuente de energía pasiva en edificios, es una ventaja que puede convertirse en inconveniente en la época de verano. Estas protecciones se utilizan para conseguir la máxima captación solar en invierno y minimizar el sobrecalentamiento en verano.*

*Cubiertas y fachadas vegetales: la vegetación dota de protección contra el viento, humidificación natural de espacios y control solar, entre otros. Estas soluciones*

contribuyen a incrementar la inercia térmica del tejado y de las paredes, consiguiendo un buen rendimiento bioclimático del edificio. Además, se recupera parte de la vegetación que se perdió durante la construcción del edificio.

Invernaderos y galerías acristaladas: un invernadero es un espacio acristalado que se adosa a la construcción para mejorar la eficiencia energética. Los invernaderos producen sobrecalentamiento del aire utilizando la radiación solar incidente. Este aire puede ser introducido en el edificio para aumentar su temperatura en invierno y en verano debe ser ventilado para evitar sobrecalentamiento.

Ventilación y chimeneas solares: la ventilación es una estrategia para climas calientes y húmedos. Se sustituye el aire interior sobrecalentado por el aire exterior más frío. Al aumentar la velocidad del aire forzando la ventilación, se reduce la sensación de calor interior.

Muros Trombe: es un muro negro orientado, en función del hemisferio, hacia la posición del sol más favorable. Para su construcción, los materiales utilizados son aquellos que permiten absorber calor como masa térmica, por ejemplo: cemento, piedra o adobe.

### 3- ¿Cuál de los siguientes factores debe ser considerado en cuanto a edificios sostenibles?

- a. El diseño, la ubicación y la orientación del edificio, excluyendo las condiciones climáticas exteriores
- b. La instalación de iluminación incorporada (especialmente en no residenciales)
- c. Las dos son correctas

### 4- “En muchos casos, la energía renovable in situ será suficiente para que las necesidades energéticas externas se aproximen a cero.” Esta frase es:

- a. Cierto, pero solo si se utilizan estrategias activas
- b. Cierto, pero solo si se utilizan estrategias pasivas
- c. Falso en cualquier caso

### 5- ¿Cómo podemos introducir medidas pasivas en edificios de consumo casi nulo?

- a. Incorporando soluciones bioclimáticas en la proyección del edificio.
- a. Adaptando soluciones bioclimáticas al diseño exterior del edificio
- a. a) y b) son verdaderas

### 6- PVGIS es una aplicación web que permite al usuario obtener datos sobre la

**radiación solar y la producción de energía del sistema fotovoltaico (FV), en cualquier lugar de la mayor parte del mundo. ¿Cuáles de estas características están disponibles en PVGIS?**

- a. Aislamiento
- b. Location**
- c. Orientación

**7- La conductividad térmica ( $\lambda$ ) es la capacidad de transmitir calor medida a través de la magnitud conocida como coeficiente de conductividad térmica, cuyas unidades en el Sistema Internacional son:**

- a. W/mK**
- b. W/m<sup>2</sup>K
- c. m<sup>2</sup>K/W

**8- El grosor del material depende del presupuesto y del efecto de aislamiento térmico a conseguir, si quiere un material de baja densidad, baja capacidad de calentamiento y una aceptable resistencia a la compresión, elegirá:**

- a. Lana mineral (lana de roca)
- b. Poliestireno expandido**
- c. Vermicuto expandido

**9- En cuanto a la estanqueidad, un máximo de \_\_\_\_ cambios de aire por hora a una presión de \_\_\_\_ pascales (como se ha verificado con una prueba de presión in situ tanto en estado presurizado como despresurizado). Rellene los huecos:**

- a. 0.5 – 100
- b. 0.6 – 100
- c. 0.6 – 50**

**10- Un factor a considerar en el aislamiento acústico es el que mejora el aislamiento si se coloca un material absorbente entre las dos capas. Este factor es:**

- a. Factor másico
- b. Factor multicapa
- c. Factor de disipación**

**11- Los huecos se definen como zonas de cierre más sensibles a la temperatura y a las pérdidas de sellado, el parámetro más importante a controlar:**



- a. Aislamiento térmico y control solar
- b. Normas de salud
- c. Comfort

**12- ¿Cuál de estos términos es característico de los puentes térmicos integrados en los edificios?**

- a. Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas
- b. Uniones de techo con fachadas
- c. Placas frontales en las fachadas

## Bloque II - Fuentes de energía renovables (diseño activo)

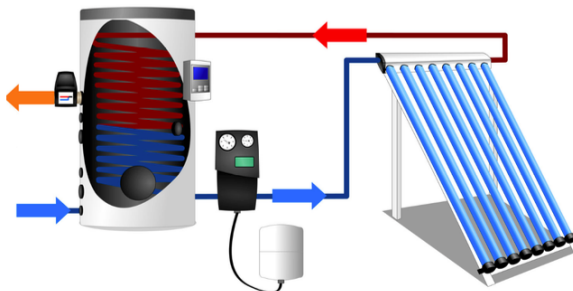
- 1. a) ¿Por qué se considera la energía renovable un tipo de diseño activo en un edificio? Por favor, enumere las diferentes fuentes de energía renovables utilizadas en un edificio y la fuente primaria de la que se extrae la energía.**
- b) En cuanto a la energía solar, ¿cuál es la diferencia entre la energía solar térmica y la energía fotovoltaica?**

*a. La energía renovable se considera un tipo de diseño activo en un edificio porque se centra directamente en la elección y el diseño de los sistemas de generación y consumo de energía. Se reduce el consumo externo de energía de un edificio mediante el uso de diferentes sistemas propios de generación.*

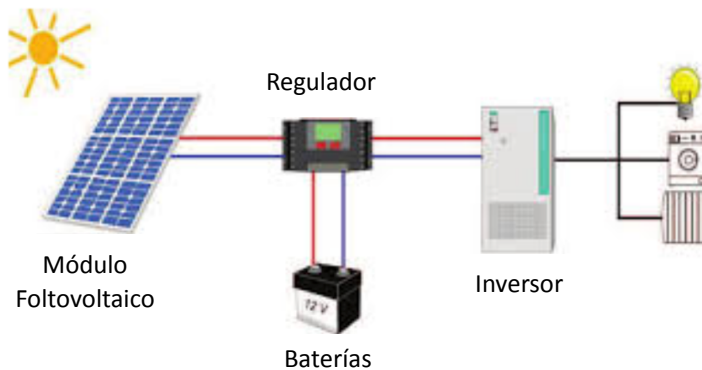
*Las diferentes fuentes de energía utilizadas en un edificio son:*

- *Energía eólica o mini-eólica, que extrae la energía mediante el uso de turbinas de viento.*
- *La energía solar utiliza la energía del sol y se divide en dos tipos dependiendo de la forma de la energía extraída: solar térmica o fotovoltaica.*
- *La bomba de calor es básicamente una máquina que transfiere el calor de un foco frío a uno caliente. Del foco frío se obtiene la energía contenida en el aire, suelo o agua para calentar las habitaciones utilizando un pequeño aporte de energía eléctrica, siendo ésta la principal ventaja sobre otros sistemas. Existen bombas de calor que utilizan el suelo como fuente de calor (geotérmicas) bombas de calor que utilizan el aire (aerotérmica).*
- *La energía de la biomasa consiste en la combustión de pellets (los más comunes), briquetas, leña o astillas. Su uso se centra en la calefacción y el agua caliente sanitaria.*

*b. En lo que respecta a la energía solar, la térmica solar se basa en el uso de la radiación solar para calentar un fluido de intercambio de calor (agua o aceite) que se transporta a un acumulador, que contiene agua para ser utilizada. Para ello, el sistema absorbente suele tener elementos pigmentados de negro, que facilitan la máxima captación de la radiación y los conductos están aislados térmicamente.*



Por otro lado, la energía solar fotovoltaica se basa en el “efecto fotoeléctrico” en el que ciertos materiales sensibles a la luz son capaces de emitir electrones cuando incide radiación solar sobre ellos. Los electrones liberados por varias células conectadas en serie se transforman en un flujo de corriente continua. El silicio es el material que mejor se comporta. Para mejorar el funcionamiento de este material, la superficie se recubre con una capa antirreflejante.



## 2. Explica los diferentes tipos de aerogeneradores y los diferentes sistemas operativos. ¿Cuáles son las principales ventajas de la mini eólica?

La energía eólica más utilizada en el edificio es la eólica de pequeña potencia, que se define como “El uso de los recursos eólicos mediante el uso de turbinas eólicas con una potencia inferior a 100 kW”. Hay diferentes tipos de turbinas eólicas de pequeñas potencia dependiendo de la orientación de su eje:

- Eje vertical. Los aerogeneradores de eje vertical más importantes son Darrieus (eje vertical de sustentación) y Savonius (eje vertical de arrastre).
- Eje horizontal. Las palas horizontales se caracterizan por girar en una dirección perpendicular a la velocidad del viento. Se clasifican a su vez en turbinas eólicas lentas y rápidas, según la velocidad de rotación de sus rotores.

Las instalaciones de minieólica pueden suministrar directamente la electricidad producida a la red o utilizarla para el autoconsumo:

- **Sistemas conectados a la red eléctrica:** los aerogeneradores suelen estar conectados a la red eléctrica cuando el marco de pago es lo suficientemente interesante y los procedimientos de conexión no son prohibitivamente caros y complejos.
- **Sistemas aislados:** por lo general se instalan cuando no hay un punto de

instalación cercano a la red en el edificio, y se abastecen sólo con energía eólica.

Las principales ventajas son:

- Producción de energía libre de emisiones de CO<sub>2</sub> u otros contaminantes.
- Producción local de electricidad que reduce o minimiza las pérdidas de energía en el transporte.
- Producción de energía donde la red eléctrica no ha llegado.
- Generación de energía con bajas velocidades de viento, a partir de 2,50 m/s.

### 3. En cuanto a la Energía Solar Fotovoltaica, ¿cuál de estos elementos no forma parte del sistema FV?

a. Paneles

b. Acumuladores

c. Inversores

### 4. Rellene los huecos con las palabras que faltan.

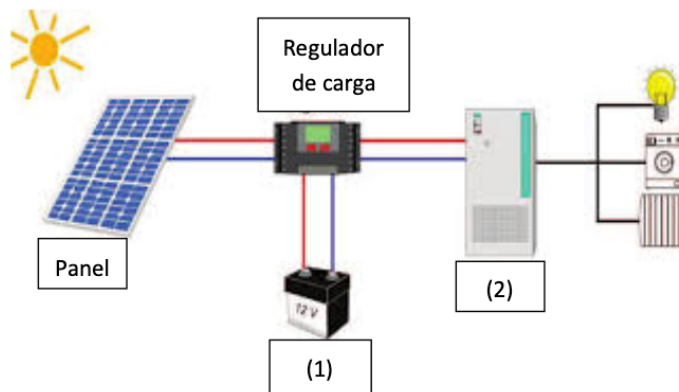
La bomba de calor es básicamente una máquina que transfiere el calor de un foco frío a uno caliente. Del foco frío se obtiene la energía contenida en el \_\_, \_\_\_\_ o \_\_\_\_ para calentar las habitaciones utilizando una pequeña contribución de energía eléctrica.

a. aire, suelo o agua

b. aire, fuego o agua

c. aire, carbón o agua

### 5. Completa los huecos con las siguientes opciones para los elementos de una instalación solar fotovoltaica:



- a. (1) Inversor (2) Acumulador
- b. (1) Registrador de datos (2) Inversor
- c. (1) Batería (2) Inversor

**6. El software PVGIS permite calcular la producción de energía del sistema fotovoltaico (FV) en cualquier lugar de la mayor parte del mundo. Hay tres tipos diferentes de sistemas fotovoltaicos. ¿Cuál de estos tipos no está disponible en el software?:**

- a. Funcionamiento del sistema FV con seguimiento
- b. Funcionamiento del sistema FV desconectado de la red/aislado.
- c. Funcionamiento del sistema FV aislado y con almacenamiento de energía en baterías.

**7. En cuanto a la energía solar térmica, existen sistemas de apoyo. ¿Cuál de estos no se utiliza para ese propósito?**

- a. Regulador de carga
- b. Caldera de biomasa
- c. Resistencias eléctricas dentro de los acumuladores

**8. ¿A qué tipo de generación de energía corresponde el diagrama de la siguiente imagen?**



- a. Aerotermia
- a. Geotermia
- a. Biomasa

**9. ¿Qué sistema de generación consiste en la combustión de pellets (el más común), briquetas, leña o virutas y su uso se centra en la calefacción y el agua caliente doméstica?**

- a. Geotermia
- b. Térmica solar
- c. Biomasa

**10. El Reglamento de Baja Tensión establece una potencia eólica máxima limitada de:**

- a. 100kW
- b. 10kW
- c. 500kW

**11. Con respecto al efecto fotoeléctrico, los electrones son liberados por varias células conectadas en serie y se transforman en un flujo de corriente continua. ¿Cuál es el material que tiene el mejor comportamiento a este efecto?**

- a. Cobre
- b. Silicio
- c. Aluminio

**12. La energía aerotérmica está almacenada en forma de calor en el medio ambiente y se extrae mediante una bomba de calor [1] o [2].**

- a. [1] aire-aire, [2] suelo
- b. [1] aire-agua, [2] suelo
- c. [1] aire-aire, [2] aire-agua

### **Bloque III – Marco legislativo europeo y certificación energética**

**1. ¿Qué es un certificado de eficiencia energética (CEE) de un edificio? ¿Cuándo se requieren y cuál es el período de validez? ¿Cuáles son las dos partes del certificado? Nombrar cinco de los servicios de construcción que se consideran en la certificación energética.**

*El CEE es un documento que sirve como herramienta de información sobre el rendimiento energético del edificio para propietarios, ocupantes y actores inmobiliarios. Se requieren Certificados de Eficiencia cuando se construye, vende o alquila un edificio o propiedad de más de 50m<sup>2</sup>.*

*Tienen una validez de diez años. Las dos partes del CEE son una calificación gráfica calculada sobre el rendimiento del edificio y recomendaciones con un indicador de la calificación potencial del edificio si se llevan a cabo estas medidas.*

*Los servicios de construcción considerados en el CEE pueden ser:*

- *El tamaño del edificio y sus diferentes áreas de actividad.*
- *Niveles de aislamiento en el edificio.*
- *Los sistemas que proporcionan calor al edificio.*
- *Cómo es la ventilación del edificio.*
- *Qué mantiene al edificio refrigerado.*
- *Cómo se proporciona agua caliente a los baños y cocinas.*
- *Sistemas o controles de gestión del edificio.*
- *Suministro eléctrico del edificio.*
- *Sistemas de iluminación del edificio.*
- *Presencia de generación de energía in situ.*

**2. ¿En qué consiste la implementación de BEMS (Building and Management System)? ¿Cuáles son las ventajas de introducir un BEMS?**

- 1. Diagnóstico y auditoría energética con medidas de mejora energética.*
- 2. Desarrollo de indicadores energéticos (emisiones de CO<sub>2</sub> nulas y consumo anual de energía primaria no renovable) y su evolución temporal.*
- 3. Control, registro y seguimiento del consumo y los costes energéticos.*
- 4. Ejecución de las medidas de mejora obtenidas en la auditoría.*
- 5. Medición y verificación de las medidas de mejora implementadas.*

Las ventajas de introducir un sistema de gestión BEMS son:

- Mejor control del consumo de energía.
- Mejor análisis de los costes energéticos.
- Mejor comprensión de las implicaciones ambientales de las instalaciones.

**3. ¿Cuál es la principal directiva en los ámbitos de la eficiencia energética de la certificación de la construcción y el rendimiento energético en la UE?:**

a. Directiva 2009/28/CE

b. Directiva 2010/31/EU

c. Directiva 2014/68/UE

**4. Seleccione en qué parámetro no se basa la clasificación del EPC:**

a. Consumo de energía en kWh / m<sup>2</sup>

b. Potencia instalada en Kw/ m<sup>2</sup>

c. Emisiones de CO<sub>2</sub> en kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>

**5. ¿Cuáles de las diferentes herramientas tecnológicas para gestionar la eficiencia energética del edificio se utiliza para el seguimiento, análisis y control de instalaciones energéticas en edificios e industrias?**

a. BMS

b. EMS

c. BE

**6. Identifica cuál de las siguientes opciones no es un indicador de eficiencia energética.**

a. Emisión anual de CO<sub>2</sub>

b. Consumo anual de energía primaria no renovable

c. Como se usa el edificio y por quién

**7. El dispositivo electrónico que se instala en el panel eléctrico de las instalaciones a analizar, se conoce por el nombre de:**

a. Registrador de datos o Datalogger

b. Regulador de carga

c. Anemómetro



**8. Seleccione la falsa afirmación con respecto a la gestión remota de energía:**

- a. La tecnología es utilizada para controlar el consumo de energía y para diferentes suministros.
- b. Puede resolver los modelos más sofisticados para flujos multifásicos, reacción química y combustión.
- c. Registre la información para analizarla y optimizar.

**9. El objetivo principal del CPE es:**

- a. Servir como herramienta de información para propietarios de edificios, ocupantes y actores inmobiliarios.
- b. Resaltar edificios que no cumplen con las regulaciones establecidas.
- c. Informe sobre cómo está hecho el edificio.

**10. El software energy+ se utiliza para:**



- a. Realizar un análisis detallado de las más modernas tecnologías de diseño de edificios utilizando las técnicas de simulación de uso de energía de edificios más sofisticadas de hoy en día.
- b. Resolver los modelos más sofisticados de flujos multifásicos, reacción química y combustión
- c. Calcular las cargas de calor y frío necesarias para mantener las condiciones de control, las condiciones en todo el sistema de aire acondicionado y las cargas, y el consumo de energía del equipo

## 4.5. EJERCICIOS ADICIONALES

### Lección 1

#### **[1] Identifica algunos de los problemas actuales de la Unión Europea en el sector de la construcción.**

*Algunos de los problemas actuales de la UE en el sector de la construcción son la elevada demanda de electricidad y energía primaria, las emisiones de CO<sub>2</sub>, las materias primas consumidas, el consumo de agua y la generación de residuos.*

### Lección 3

#### **[2] Explica el concepto de NZEB.**

*El concepto de NZEB refleja el hecho de que la energía renovable y las medidas de eficiencia trabajan juntas. Cuando se colocan en la construcción, la energía renovable reducirá la energía neta suministrada. En muchos casos, la energía renovable in situ no será suficiente para acercar las necesidades energéticas a cero, sin más medidas de eficiencia energética o una disminución significativa de los factores de energía primaria para las fuentes de energía renovable externas.*

### Lección 4

#### **[3] ¿Cómo podemos introducir mediciones pasivas en edificios de consumo casi nulo?**

*Incorporar soluciones bioclimáticas en la proyección del edificio o adaptar las soluciones bioclimáticas al diseño interior del edificio.*

#### **[4] Enumere los diferentes tipos de aislamiento térmico y dé un ejemplo de cada uno.**

*Los diferentes tipos de aislamiento térmico son:*

- Fibroso: Alta porosidad. Por ejemplo, una lana mineral.*
- Celular: Baja densidad, baja capacidad de calentamiento y aceptable resistencia a la compresión. Por ejemplo, un poliestireno expandido.*
- Granulado: Pequeñas partículas de materiales inorgánicos aglomeradas en formas prefabricadas o usadas sueltas. Por ejemplo, un vermicuto expandido.*

#### **[5] Explica para qué sirve la prueba de presurización o la puerta del ventilador y para qué se utiliza.**

*La prueba de presurización o la puerta del ventilador es un método utilizado en todo el mundo. Permite la detección de infiltraciones y el grado de sellado.*

**[6] ¿Cómo podemos reducir el consumo de energía de los sistemas de energía de un edificio?**

*La reducción del consumo de energía de los sistemas de energía de un edificio puede lograrse: reduciendo el consumo, instalando un consumo más eficiente o introduciendo máquinas o sistemas de generación más eficientes, y aprovechando la energía “gratuita” de los sistemas de energía renovable, con menores pérdidas.*

### *Lección 5*

**[7] ¿Qué es la energía minieólica y para qué tipo de edificios se utiliza? Pon un ejemplo.**

*La energía minieólica es la energía eólica más utilizada en los edificios, que se define como “El uso de los recursos eólicos mediante el uso de turbinas de viento con una potencia inferior a 100kW”. La limitación de 100kW está marcada por el Reglamento de Baja Tensión, que establece un máximo de esa potencia. A su vez, la regulación IEC 614000-2, limita el área de barrido del rotor a 200m<sup>2</sup>. Existen diferentes tipos de turbinas eólicas de pequeña potencia como el eje horizontal, el eje vertical de sostenibilidad (Darrieus) o el eje vertical de arrastre (Savonius).*

**[8] Describe el ciclo de calentamiento del agua en un sistema de generación térmica solar.**

*El sistema de generación térmica solar se basa en el uso de la radiación solar para calentar un fluido de transferencia de calor (agua o aceite) que se transporta a un acumulador para su uso. Para ello suelen tener elementos pigmentados de color negro, que facilitan la máxima captación de radiación como elementos absorbentes.*

### *Lección 6*

**[9] Indica los pasos a seguir para la correcta implementación del sistema BEMS.**

*La implementación de un sistema BEMS consiste en:*

- 1. Diagnóstico y auditoría energética con medidas de mejora de la energía*
- 2. Desarrollo de indicadores de energía y su evolución temporal*
- 3. Control, registro y vigilancia del consumo y los costos de la energía*
- 4. Ejecución de las medidas de mejora obtenidas en la auditoría*

*5. Medición y verificación de las medidas de mejora aplicadas*

**[10] Uno de los problemas que existe a la hora de implementar el sistema BEMS es el desconocimiento de este concepto, proponer una solución para superar esta barrera.**

*La necesidad de convencer al usuario sobre la utilidad de estos sistemas. Además, los instrumentos avanzados y analíticos aseguran que la gestión alcanzará los objetivos de sostenibilidad.*



Ingeniería y Tecnología

