

RIESGO DE SOBRECALENTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO



- Taller de trabajo es una metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica.
- Se caracteriza por la investigación, el aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo que, en su aspecto externo, se distingue por el acopio (en forma sistematizada) de material especializado acorde con el tema tratado teniendo como fin la elaboración de un producto tangible.
- Un taller es también una sesión de entrenamiento. Se enfatiza en la solución de problemas, capacitación, y requiere la participación de los asistentes.

19 de noviembre de 2019

[Auditor energético. Certificación energética. Guía de la edificación sostenible.](#)

Un estudio evalúa el riesgo de sobrecalentamiento de los edificios por el cambio climático.

El Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco ha presentado un estudio que analiza el riesgo de sobrecalentamiento y el confort térmico en un edificio de viviendas construido en 2014 y ubicado en Madrid, zona favorable por presentar un clima dual con alta demanda de frío y calor.

Desde la aparición de la primera directiva EPBD 2002/91/EC en 2002 (EPBD – Energy Performance of Buildings Directive), la estrategia de la UE se ha encaminado a aumentar la eficiencia energética de los edificios para disminuir la demanda energética a través de la limitación en el consumo. Estos cambios en la legislación se enmarcan dentro de un evidente escenario de calentamiento global debido en gran medida a las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Un informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) estima que las actividades humanas han causado un calentamiento global de aproximadamente 1,0°C con respecto a los niveles preindustriales y es probable que se llegue a un calentamiento global de 1,5°C entre 2030 y 2050 si continúa aumentando al ritmo actual.

Este cambio que está sufriendo el clima a nivel mundial, está teniendo lugar a un ritmo más rápido de lo previsto, según un informe de la Organización de las Naciones Unidas. Según la última revisión de la “EPBD – Energy Performance of Buildings Directive” firmada por los Estados Miembros de la Unión Europea,



actualmente en Europa el parque de edificios consume el 40% de la energía total europea y produce el 36% de las emisiones de CO2.



Los distintos países de la Unión, entre ellos España, tienen que incorporar a sus respectivas normativas ese concepto de EECN. Así lo hace el Código Técnico de la Edificación (CTE), que actualmente se encuentra en proceso de aprobación.



Una de las consecuencias del calentamiento global es el riesgo de sobrecalentamiento en las viviendas. Hasta el punto que debería ser uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar y proyectar un edificio, ya sea de viviendas plurifamiliar, unifamiliar o de oficinas.

Dicho diseño tiene que valerse de medidas pasivas de sombreado (control solar dinámico, etc.) entre otras, para combatir el riesgo de sobrecalentamiento y evitar de esta manera el uso excesivo de medidas activas (refrigeración y calefacción) para combatir sus consecuencias.

Cabe destacar que el fenómeno de sobrecalentamiento no es exclusivo de climas cálidos como el mediterráneo, sino que también se da en países del centro y norte de Europa, aunque cobra mayor relevancia en nuestra climatología ya que hay un alto grado de irradiación solar, especialmente desde mayo a septiembre donde las temperaturas nocturnas no permiten el enfriamiento gratuito nocturno.

Es por ello que en la última década se han desarrollado varios métodos para analizar el sobrecalentamiento y evaluar el confort térmico dentro de la vivienda.

- UNE-EN ISO 7730:2006 (RITE)
- Estándar Passivhaus
- CIBSE TM52

El Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco ha presentado un estudio que analiza el riesgo de sobrecalentamiento y el confort térmico en un edificio de viviendas construido en 2014 y ubicado en Madrid, zona favorable por presentar un clima dual con alta demanda de frío y calor. El estudio ha ratificado que el sistema de fachada ligera Passivhaus, con control solar dinámico y ventilación de alta eficiencia permite conseguir hasta un 38% de ahorro en calefacción y un 54% en refrigeración, y, en consecuencia, una menor emisión de CO2 a la atmósfera.

La presentación de este estudio, que es pionero en el sector, y que ha sido promovido por Knauf Insulation, Griesser y Zendher, ha tenido lugar durante la celebración de la 11ª Conferencia Española de Passivhaus (PEP), celebrada del 13 al 15 de noviembre en el Forum Evolución de Burgos.

Este informe, cuyos primeros estudios se remontan a 2018, compara, mediante una simulación dinámica en un mismo bloque de viviendas, dos escenarios distintos: el de un edificio base construido según el borrador de DB-HE 2018, del Código Técnico de la Edificación (CTE), y otro levantado con el sistema de



fachada ligera Passivhaus de Knauf y Knauf Insulation, control solar dinámico de Griesser y ventilación de alta eficiencia Zehnder.

La simulación refleja que el comportamiento del edificio mejorado con la fachada ligera certificada por el Instituto Passivhaus es notablemente superior que el EECN en base al CTE a lo largo de todo el año. Con esta solución, se solucionan, según el estudio, tres de los cinco principios básicos de este estándar de alta eficiencia energética: el aislamiento térmico, la hermeticidad al aire y la ausencia de puentes térmicos.

“Se han realizado una batería de 12 simulaciones dinámicas anuales, que permiten analizar las distintas posibilidades de usuarios con mayor o menor uso de ventilación natural y las diferencias entre viviendas en orientación Norte o Sur”, explica Juan María Hidalgo, autor del estudio y experto del Área de Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

Este informe ratifica, asimismo, que esta fachada desarrollada por Knauf y Knauf Insulation permite conseguir hasta un 38% de ahorro en calefacción y un 54% en refrigeración, y, en consecuencia, una menor emisión de CO₂ a la atmósfera durante la vida útil del edificio, y una mayor eficiencia energética.

“El diseño de un edificio en su fase más temprana teniendo en cuenta la orientación, la protección de huecos mediante medidas pasivas como el control solar dinámico y el aislamiento de la envolvente, es clave para evitar las consecuencias del sobrecalentamiento, que se traducen en un disconfort térmico y un elevado consumo energético en el interior de la vivienda”, destaca Oscar del Río, director general de Knauf Insulation Iberia.

PROTECCIÓN SOLAR

El control solar dinámico y la ventilación de alta eficiencia aplicada a este edificio de ocho alturas con 32 viviendas por planta más una baja, mejora el confort térmico tanto en primavera como en otoño.

Según Hidalgo, “la protección solar en los edificios construidos bajo el CTE en los climas de la península es actualmente uno de los aspectos más importantes para mantener el confort térmico. En los edificios EECN o Passivhaus es todavía más importante”. Sobre todo, continúa, “porque los EECN y Passivhaus tienen unos flujos de calor más pequeños y una ganancia incontrolada del sol que puede generar desequilibrios importantes y disconfort”. Es además, si cabe más importante para conseguir edificios resilientes frente al futuro clima más cálido en todo el Mediterráneo.

Arkaitz Aguirre, gerente de Griesser, apunta la importancia de promover la integración de las persianas graduables en los edificios EECN y Passivhaus, “ya que mejoran el rendimiento energético de la envolvente transparente favoreciendo el paso de luz natural al interior de los edificios”.



En este estudio esta protección solar evita el sobrecalentamiento consiguiendo una reducción media de ganancias solares del exterior de un 52% gracias a las ventanas y a su envolvente traslúcida. Se consigue una protección máxima del 96% en semanas cálidas.

Por su parte, Pablo Maroto, director técnico y de marketing de Knauf Iberia, afirma: "No hay duda de que hacer edificios más eficientes y confortables es el camino hacia una arquitectura más sostenible. Esto no implica un coste mucho mayor si tenemos en cuenta un retorno de la inversión corto. No debemos olvidar que pasamos más del 80% en entornos cerrados y tener en cuenta todos estos conceptos a la hora de proyectar un edificio, nos ayuda a tener un mayor confort térmico y más saludable si además utilizamos materiales adecuados junto con una correcta ventilación".

ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL

CONFORT TÉRMICO Y RIESGO DE SOBRECALENTAMIENTO EN VIVIENDAS PLURIFAMILIARES EECN

KNAUF



GRIESSER

KNAUFINSULATION

zehnder

Autores del Estudio

Los promotores del estudio son **Zehnder, Griesser, Knauf y Knauf Insulation.**

Se contactó con el Área de Térmica del **Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco** con el objetivo que ellos llevaran a cabo la simulación dinámica para el estudio y evaluación del confort térmico.

La elección de dicho laboratorio se debe a la larga experiencia que tiene en el ámbito del área térmica de la edificación, sus instalaciones y medios técnicos y humanos. Así como el reconocimiento que tiene dicho laboratorio **Juan María Hidalgo Betanzos, PhD Thermal Engineer and MSc. Architect** y su equipo, han sido los responsables de elaborar la simulación y el análisis de los resultados junto con las empresas promotoras.



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA
ETA ETXEBIZITZA SAIA

Etxebizitza Sailburuordetza
Etxebizitza eta Arkitektura Zuzendaritza
ETXEGINTZAREN KALITATEA KONTROLATZEKO
LABORATEGIA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA

Viceconsejería de Vivienda
Dirección de Vivienda y Arquitectura
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA
EDIFICACIÓN

Antecedentes

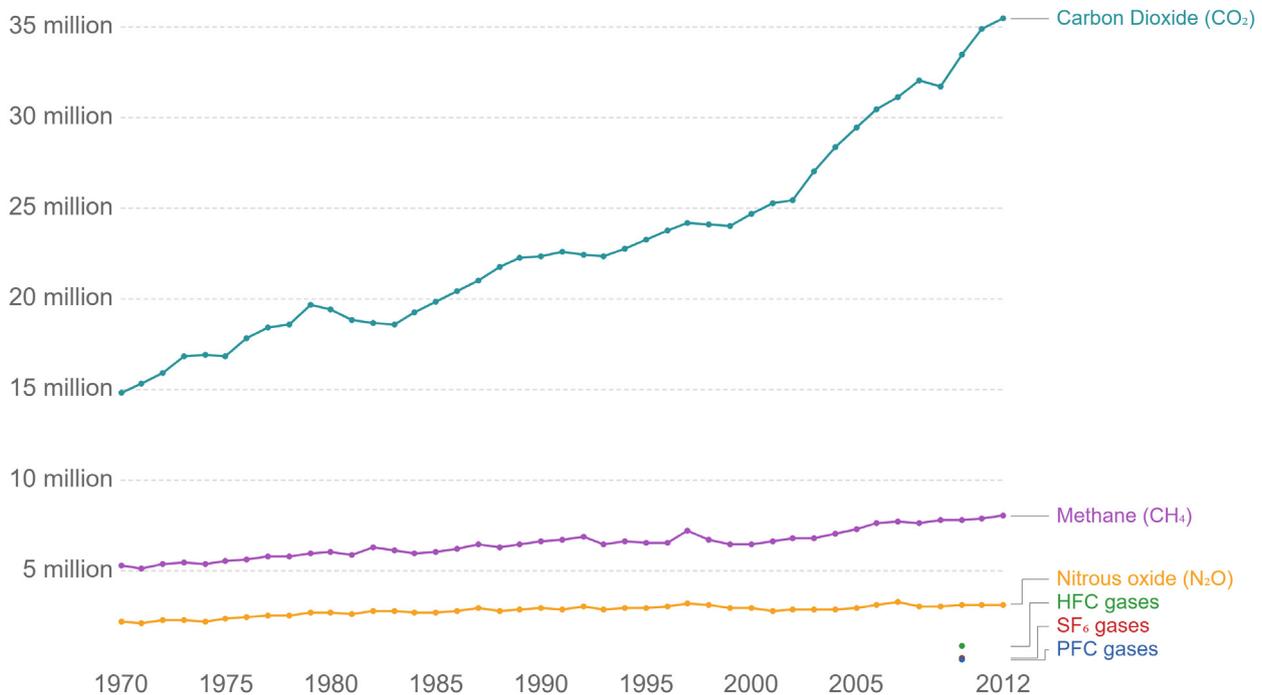
Desde la aparición de la primera directiva EPBD 2002/91/EC en 2002 (EPBD – Energy Performance of Buildings Directive), la estrategia de la UE se ha encaminado a aumentar la eficiencia energética de los edificios para disminuir la demanda energética a través de la limitación en el consumo.

Estos cambios en la legislación se enmarcan dentro de un evidente escenario de calentamiento global debido en gran medida a las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero.

Un informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) estima que las actividades humanas han causado un calentamiento global de aproximadamente 1,0°C con respecto a los niveles preindustriales y es probable que se llegue a un calentamiento global de 1,5°C entre 2030 y 2050 si continúa aumentando al ritmo actual. Este cambio que está sufriendo el clima a nivel mundial, está teniendo lugar a un ritmo más rápido de lo previsto, según un informe de la Organización de las Naciones Unidas.

Greenhouse gas emissions (CO₂e) by gas, World

Global greenhouse gas emissions by gas source, measured in thousand tonnes of carbon dioxide equivalents (kt CO₂e). Gases are converted to their CO₂e values based on their global warming potential factors. HFC, PFC and SF₆ are collectively known as 'F-gases'.



Source: World Bank - World Development Indicators (WDI)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY-SA

Figura 1. Emisiones de gases de efecto invernadero por gas

Antecedentes

Según la última revisión de la “EPBD – Energy Performance of Buildings Directive” firmada por los Estados Miembros de la Unión Europea, actualmente en Europa el parque de edificios consume el 40% de la energía total europea y produce el 36% de las emisiones de CO2.

Los distintos países de la Unión, entre ellos España, tienen que incorporar a sus respectivas normativas ese concepto de EECN. Así lo hace el Código Técnico de la Edificación (CTE), que actualmente se encuentra en proceso de aprobación. Una de las consecuencias del calentamiento global es el riesgo de sobrecalentamiento en las viviendas. Hasta el punto que debería ser uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar y proyectar un edificio, ya sea de viviendas plurifamiliar, unifamiliar o de oficinas.

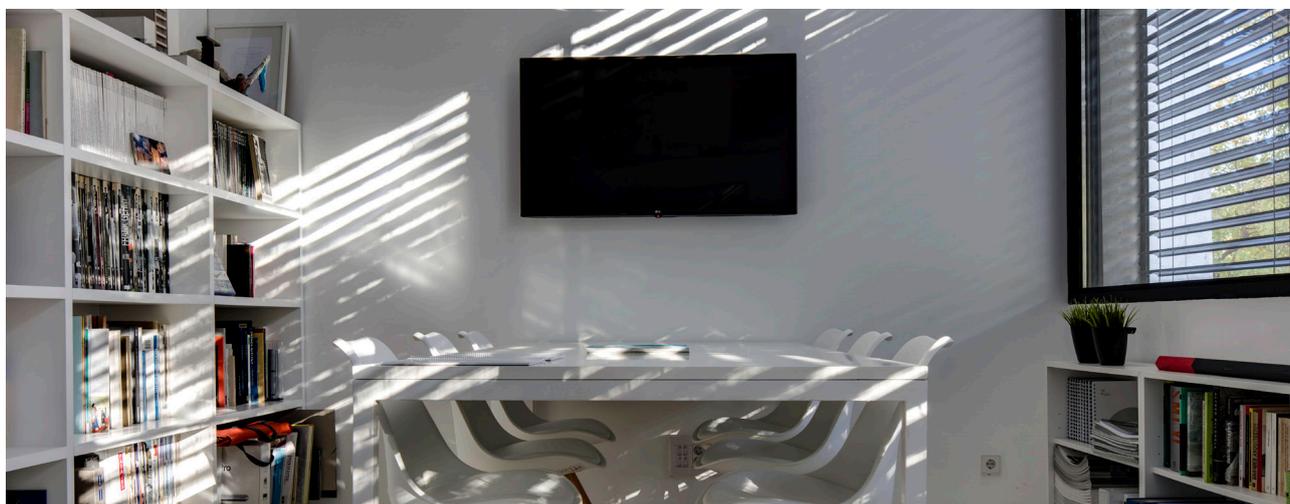
Dicho diseño tiene que valerse de medidas pasivas de sombreadamiento (control solar dinámico, etc.) entre otras, para combatir el riesgo de sobrecalentamiento y evitar de esta manera el uso excesivo de medidas activas (refrigeración y calefacción) para combatir sus consecuencias.

Cabe destacar que el fenómeno de sobrecalentamiento no es exclusivo de climas cálidos como el mediterráneo, sino que también se da en países del centro y norte de Europa, aunque cobra mayor relevancia en nuestra climatología ya que hay un alto grado de irradiación solar, especialmente desde mayo a septiembre donde las temperaturas nocturnas no permiten el enfriamiento gratuito nocturno.

Es por ello que en la última década se han desarrollado varios métodos para analizar el sobrecalentamiento y evaluar el confort térmico dentro de la vivienda.

- UNE-EN ISO 7730:2006 (RITE)
- Estándar Passivhaus
- CIBSE TM52

Para el presente Estudio se ha trabajado con los dos primeros.



Objetivos del Estudio

El objetivo del presente estudio es realizar una simulación dinámica del confort térmico y el riesgo de sobrecalentamiento en un edificio de viviendas plurifamiliar en clima D3 del CTE para realizar el posterior análisis y evaluación de este riesgo de sobrecalentamiento.

Se compararán las condiciones interiores de las siguientes viviendas:

- Edificio EECN con condiciones de diseño del borrador del DB-HE 2018
- Edificio EECN mejora utilizando:
 - Envoltente opaca mediante sistema de Fachada Ligera Certificada PH desarrollada por Knauf y Knauf Insulation.
 - Control solar dinámico de Griesser
 - Ventilación de alta eficiencia de Zehnder

Se elige la zona climática D3 (Madrid) por ser un clima dual con alta demanda de frío y calor.

La simulación se realiza en base horaria mediante la herramienta Design Builder que emplea el motor de cálculo EnergyPlus



Proyecto

En la etapa previa a la simulación, se definen los modelos y las condiciones que marcarán el comportamiento térmico del edificio y su respuesta al sobrecalentamiento:

1. Tipología de edificación
2. Cerramientos
3. Perfiles de ocupación
4. Ventilación
5. Control solar



Tipología de edificación

El modelo de edificio utilizado es real, construido en 2014 y actualizado como EECN según las condiciones del borrador de DB-HE 2018 y DB-HS3 actuales.

Éste se ha ubicado en una zona climatológica D3 (MADRID) por ser un clima dual con alta demanda de frío y de calor.

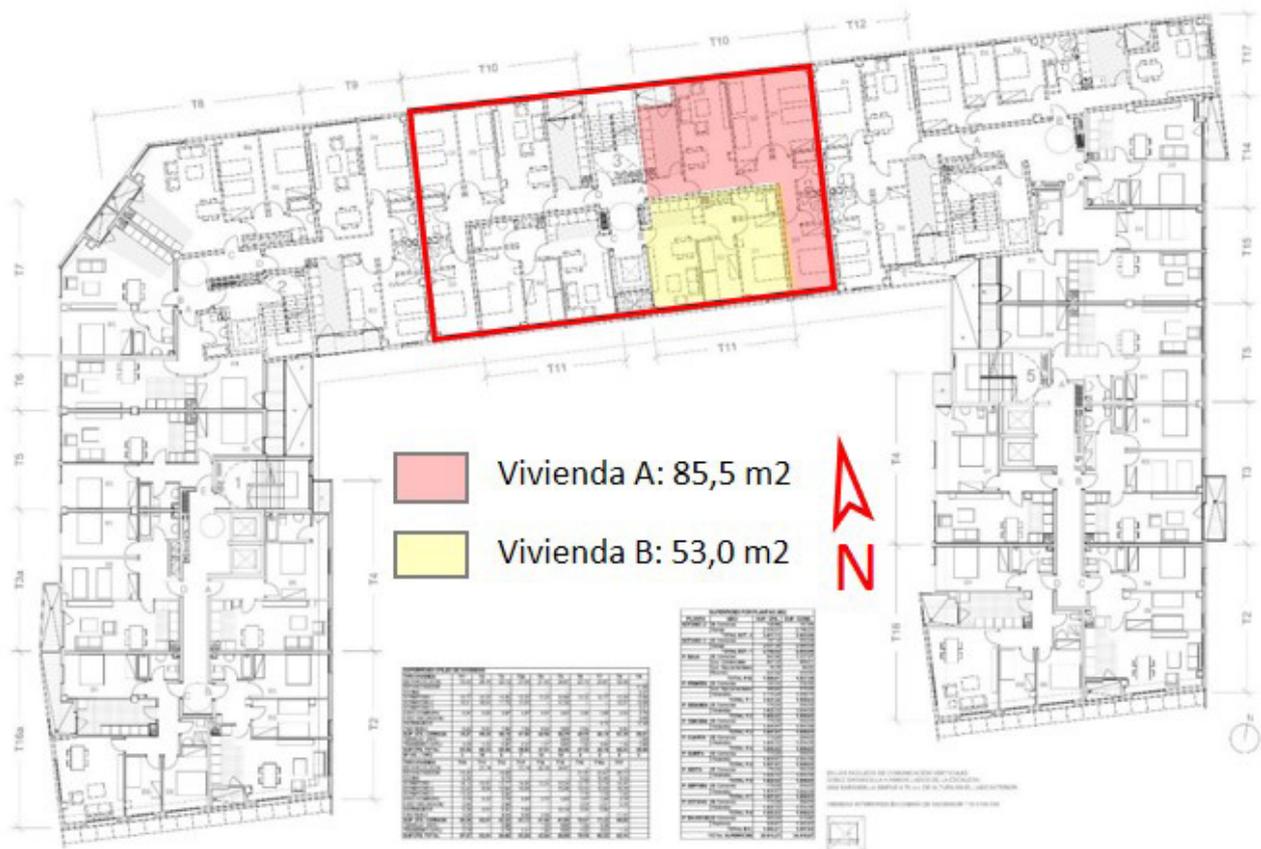


Figura 2. Sección en planta del edificio plurifamiliar con las viviendas objeto del estudio remarcadas

El Estudio se centra sobre dos viviendas del edificio:

Vivienda A: por ser la más desfavorable en climas de invierno (orientación Sur)

Vivienda B: por ser la más desfavorable en climas de verano (orientación Norte)

Las características del edificio son:

- 2.898 m² construidos
- 8 plantas de viviendas con una Planta Baja de locales comerciales
- 32 viviendas por planta
- Compacidad V/A = 4,1
- 30-35% de huecos en fachada
- Calefacción y ACS: Aerotermia individual con precalentamiento de ACS

2. Cerramientos

En la siguiente tabla (Tabla 1), se define la solución constructiva para cada uno de los cerramientos, así como su comportamiento térmico: U_w (W/m²K) transmitancia térmica, Ψ (W/mK) puentes térmicos.

Cerramientos	Edificio base CTE EECN	Edificio EECN mejorado solución fachada ligera certificada
Fachadas	U_w : 0,257 W/m ² K Fachada prefabricada de hormigón + lana mineral	U_w : 0,111 W/m ² K Fachada ligera certificada PH
Medianeras	Igual	U_w : 0,519 W/m ² K Ladrillo hueco doble + trasdosado con lana mineral
Forjados	Igual	U_w : 0,424 W/m ² K Hormigón armado + lana mineral
Vidrios	Igual	U_g : 1,757 W/m ² K U_g (factor solar): 0,593 Vidrio 4-16-6 Bajo Emisivo
Forjado inferior y superior plantas 1ª y 8ª	Igual	U_w : 0,220 W/m ² K Hormigón armado + lana mineral
Marcos de ventana	Igual	U_w : 1,650 W/m ² K PVC
Puentes térmicos Ψ(W/mK)	Forjados: 0,244 Forjado inf. +cubierta: 0,340 Pilar: 0,234 Jamba: 0,198 Alfeizar: 0,170 Dintel: 0,358	Forjados: 0,140 Forjado inf. +cubierta: 0,140 Pilar: 0,080 Jamba: 0,030 Alfeizar: 0,080 Dintel: 0,090

Tabla 1. Soluciones constructivas y características térmicas

- 3. Perfiles de ocupación
- 4. Ventilación
- 5. Control solar

Las siguientes consideraciones son de especial importancia ya que, junto con la tipología de cerramientos, determinarán los resultados del Estudio.

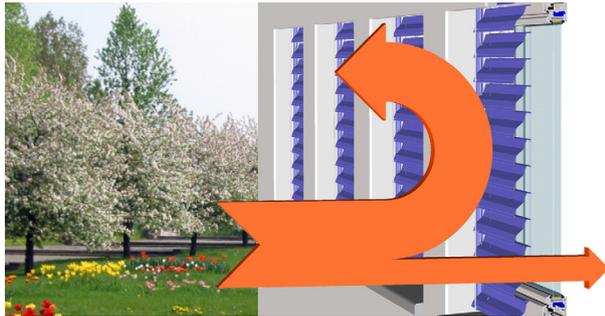
	Edificio base CTE EECN	Edificio EECN mejorado solución fachada ligera certificada PH
Perfiles de ocupación	Igual	Actividad residencial estándar. Condiciones IDEA (CALENER)
Ventilación mecánica	VMC-RC bypass verano 70% estacional. Caudales CTE DBHS3 actualizado	Zehnder ComfoAir 200. VMC-RC bypass verano 90% estacional. Caudales CTE DB-HS3 actualizado
Ventilación natural	Igual	3 escenarios de apertura de ventanas de noche para refrescar en verano: - Baja (0,3 ACH*) - Media (1,5 ACH) - Alta (4 ACH)
Persianas-control solar	30% bajadas. Actividad residencial estándar. Condiciones IDEA (CALENER)	Griesser Lamisol 70 automática. Controlada por sol y temperatura

*ACH – Air Changes per Hour

Tabla 3. Condiciones de simulación

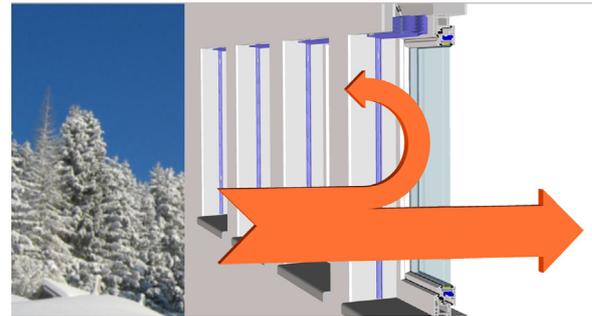
5. Control solar

Los sistemas de control solar dinámicos y automatizados mejoran el rendimiento energético de la envolvente transparente.



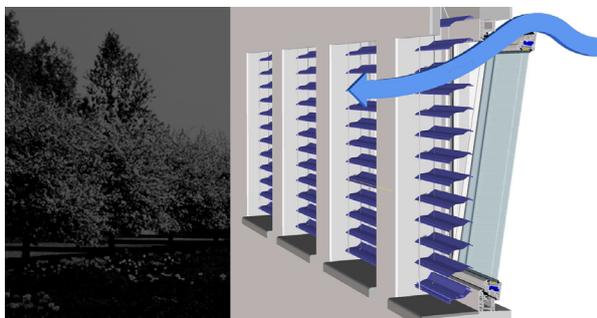
Día verano

Las persianas graduables permiten el paso de luz natural al interior a la vez que evitan la radiación directa del sol sobre la envolvente transparente.

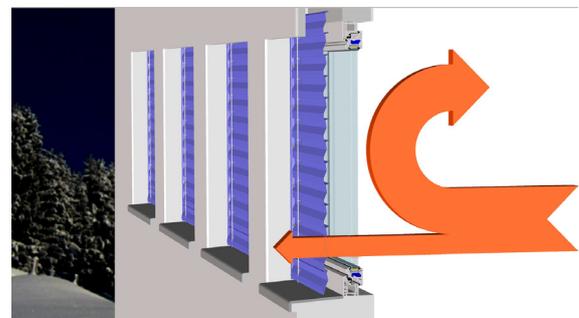


Día invierno

La radiación directa del sol sobre la envolvente transparente calienta el edificio.



Verano noche: En posición abierta pueden apoyar al sistema de ventilación para lograr un mayor aporte de enfriamiento gratuito.



Invierno noche: En posición cerrada reducen las pérdidas de calor por la envolvente transparente.

Resultados

Casos de estudio

Una vez definidas todas las variables se puede empezar a realizar la simulación dinámica.

Los resultados se obtienen para las 12 simulaciones que presenta el Estudio.

Aunque solamente se analiza en detalle los Casos 2 y 5 ya que son los más representativos con usuarios promedio de la población española.

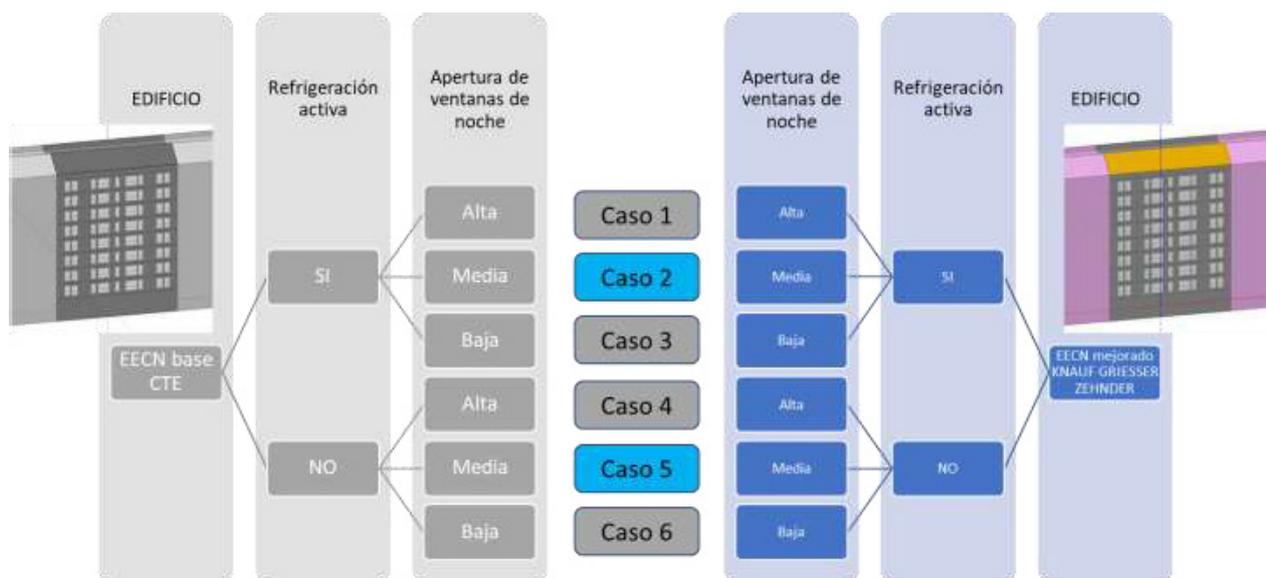


Figura 6. Casos de estudio

De esta manera, el confort térmico se ha evaluado según los criterios de confort de la norma ISO 77301 indicada por el RITE y según el límite de 25°C del *Passivhaus Institut*.

Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados para los 6 casos de estudio:

Casos 1-3 con refrigeración activa 4-6 sin refrigeración activa	Ahorro en calefacción (% sobre €)	Ahorro en refrigeración (% sobre €)	Mayor protección solar anual Reducción de ganancias solares (media anual)	Evaluación confort según ISO 7730 - RITE		Evaluación confort según el estándar Passivhaus Disminución de horas por encima de 25°C
				Disminución en horas fuera de la zona de confort en VERANO (Reducción del discomfort)	Disminución en horas fuera de la zona de confort en OTOÑO (Reducción del discomfort)	
1 - Aerotermia + VMC-RC + Alta ventilación nocturna	37,4 %	53,5 %	52,3 %	96,1 % (de 267h a 11h)	94,4 % (de 188h a 11h)	51,9 % (de 1.389h a 669h)
2 - Aerotermia + VMC-RC + Media ventilación nocturna	37,5 %	50,0 %	52,3 %	95,9 % (de 466h a 19h)	93,1 % (de 239h a 17h)	48,9 % (de 1.781h a 910h)
3 - Aerotermia + VMC-RC + Baja ventilación nocturna	37,6 %	43,6 %	52,3 %	91,1 % (de 113h a 100h)	92,7 % (de 413h a 30h)	37,2 % (de 2.796h a 1.756h)
4 - Aerotermia + VMC-RC + Alta ventilación nocturna	37,4 %	Casos sin refrigeración activa	52,3 %	47,5 % (de 833h a 437h)	94,3 % (de 192 a 11h)	40,5 % (de 1.722h a 1.025h)
5 - Aerotermia + VMC-RC + Media ventilación nocturna	37,5 %	Casos sin refrigeración activa	52,3 %	44,3 % (de 1.246 a 694h)	93,0 % (de 243 a 17h)	35,1 % (de 2.155h a 1.399h)
6 - Aerotermia + VMC-RC + Baja ventilación nocturna	37,6 %	Casos sin refrigeración activa	52,3 %	38,5 % (de 1.943 a 1.196h)	93,2 % (de 368 a 25h)	28,6 % (de 2.821h a 1.374h)

Tabla 4. Resumen resultados para todos los casos de estudio

Resultados

A continuación, se presenta un análisis de los resultados de la tabla anterior:

- Los valores numéricos son una comparativa entre la vivienda mejorada con la fachada ligera certificada PH y la vivienda en base al CTE. Ejemplo. El ahorro en calefacción del Caso 1 es de un 37,4% de la vivienda mejorada con respecto a la vivienda en base al CTE.
- Las columnas 5 y 6, evaluación del confort térmico en función de ISO 7730 - RITE, indican el % de horas de disconfort de calor que se logran eliminar. Ejemplo. En la columna 5 (VERANO) para el Caso 1, con la vivienda mejorada se consigue reducir un 96,1% las horas en las que la vivienda está dentro del disconfort térmico.
- La columna 4, "Mayor protección solar anual" en función de ISO 7730 - RITE, indica la cantidad de ganancia solar (KWh/m²) que se logra eliminar. Ejemplo. Para todos los casos, se consigue reducir en un 52,3% los KWh/m² de ganancias solares que tiene cada vivienda de media a través de la envolvente traslúcida: las ventanas.
- La columna 7, "Evaluación confort según el estándar Passivhaus", indica la cantidad de horas que se consiguen eliminar donde la vivienda está por encima de los 25°C que el estándar establece como límite del confort térmico. Explicación. Para cumplir con el requisito de confort térmico que marca el estándar Passivhaus, solamente el 10% de las horas totales anuales (876h) pueden estar por encima de 25°C.



Resultados

Actualmente, solamente el Caso 1 cumpliría con el confort térmico que marca el estándar Passivhaus ya que el número de horas por encima de los 25°C es menor a 876.

¿A qué se debe esto?

Esto es así porque la simulación dinámica se ha hecho con la temperatura consigna de refrigeración que marca el RITE: 25-26°C.

Si esta temperatura consigna se cambiase a 24°C los casos que cumplirían serían los Caos 1, 2 y 3. Es cierto que el consumo de refrigeración aumentaría, pero siempre sería menor a 15 Kwh/m² año.

La simulación dinámica refleja que el comportamiento del edificio mejorado con la **fachada ligera certificada Passivhaus** es notablemente superior al edificio en base al CTE a lo largo de todo el año.



Resultados

De los casos 2 y 5 analizados en detalle en este Estudio, se han obtenido las siguientes gráficas:

- Temperatura
- Heat Balance
- System Loads
- Total fresh air

A continuación, se analizan las gráficas más representativas para el usuario:

System Loads

Caso 2 con refrigeración activa

Edificio EEEN base del CTE

Año tipo, vivienda más desfavorable de verano (vivienda B)

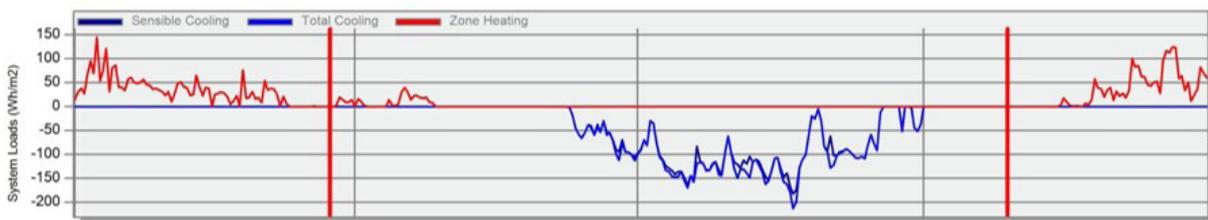


Figura 7. Cargas térmicas edificio EEEN en base a CTE

Caso 2 con refrigeración activa

Edificio EEEN mejorado con la fachada ligera certificada Passivhaus

Año tipo, vivienda más desfavorable de verano (vivienda B)

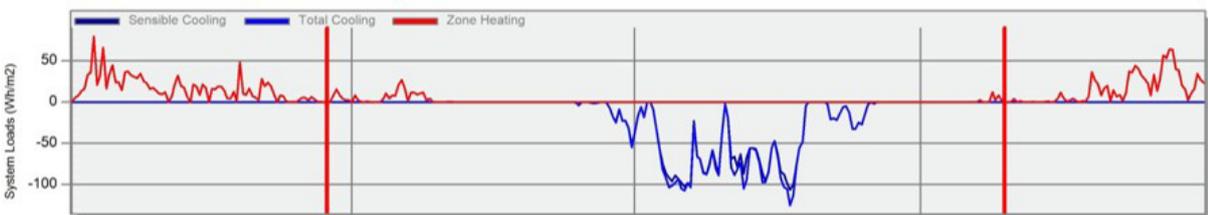


Tabla 3. Condiciones de simulación

Lo que se puede observar es la diferencia de escala de las cargas (eje ordenadas). En la primera gráfica la escala es hasta 150 W/m² y en la segunda hasta 50W/m².

Las cargas de calefacción y refrigeración con el edificio mejorado son la mitad que las cargas del edificio según CTE. Esto supone un ahorro de un 38% en calefacción y un 52% en refrigeración (para el caso 2).

Resultados

Temperatura

En esta gráfica se indica:

- **Línea azul:** Air temperatura – temperatura del aire interior de la vivienda
- **Línea roja:** Radiant temperature – temperatura de suelos, techos y paredes
- **Línea verde:** Operative temperature – temperatura media de las dos anteriores, la que siente el usuario
- **Línea azul oscuro:** Outside temperatura – temperatura exterior

Caso 2 con refrigeración activa

Edificio EECN base del CTE

Año tipo, vivienda más desfavorable de verano (vivienda B)

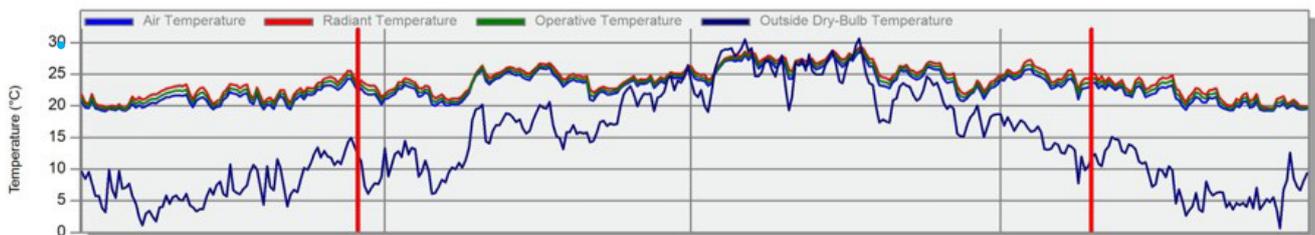
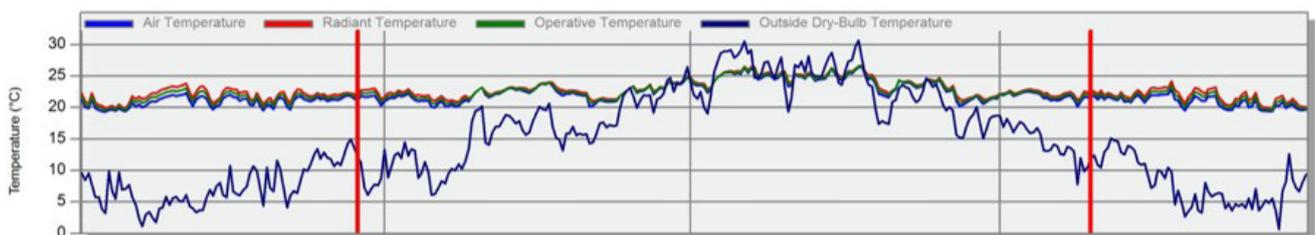


Figura 9. Temperaturas edificio EECN en base a CTE

Caso 2 con refrigeración activa

Edificio EECN mejorado con la fachada ligera certificada Passivhaus

Año tipo, vivienda más desfavorable de verano (vivienda B)



Se puede observar que en el edificio EECN mejorado con la fachada ligera certificada la temperatura en el interior de la vivienda (línea verde) se mantiene constante a lo largo del año y en los meses de verano apenas pasa de los 25°C de manera puntual; mientras que en el edificio en base al CTE fluctúa durante todo el año y casi llega a los 30°C en los meses de verano.

Esto lo que genera en el usuario es una sensación de desconfort térmico y que haga uso de la refrigeración con el consecuente aumento del consumo de energía.

Conclusiones

Las conclusiones que se extraen de los resultados de los 6 casos de estudio son:

- Temperaturas interiores más frescas sin necesidad de refrigeración activa.
Promedio de 1-2°C menos, hasta 4-5°C al mediodía.
- Mayor confort en primavera y otoño. La protección solar automática regula mejor los días soleados.
El edificio EECN base del CTE requiere abrir las ventanas para ventilar de noche también durante primavera y otoño.
- Reducción del 38 % de gasto en calefacción.
Ahorro en consumo y menor potencia necesaria.
- Mejor confort térmico, un 54,1 % menos de horas cálidas.
- Mejor protección solar que evita el sobrecalentamiento.
Reducción media de ganancias solares exterior por las ventanas del 52 %.
Protección máxima del 96 % en semanas cálidas.
- Para los **Casos 1, 2 y 3** con refrigeración activa, se puede concluir de manera adicional:
- Reducción del 44-54 % de refrigeración.
Esto no solamente implica un fuerte ahorro en el consumo sino poder disponer de un equipo de clima una escala menor, con menor potencia instalada (valor fijo de la factura de la luz) y que ocupe menos espacio.
- Mejor confort térmico: un 97% menos de horas cálidas.

Conclusiones

El diseño de un edificio en su fase más temprana teniendo en cuenta la orientación, la protección de huecos mediante medidas pasivas como el control solar dinámico y el aislamiento de la envolvente opaca entre otros, será clave para evitar las consecuencias del sobrecalentamiento: desconfort térmico en el interior de la vivienda, elevado consumo energético con las elevadas emisiones de CO₂ que lleva asociado.

Implementar las medidas en fase de ejecución será mucho más complicado, costoso y no tendrán los resultados ni eficacia deseados.

Si en el diseño y ejecución de la vivienda, no se aplica de manera conjunta un aislamiento continuo en toda la envolvente opaca, la colocación de medidas que eviten la incidencia directa de la radiación solar y un sistema de ventilación de alta eficiencia, la demanda energética y por lo tanto el consumo, aumentará muy notablemente con el fin de conseguir unas condiciones de confort térmico habitables en el interior de la vivienda.

En vista del panorama de incremento de temperatura a nivel global y por la ubicación geográfica de España en el globo, se hace obligatorio que ya a partir de ahora se tengan en cuenta las medidas expuestas en este estudio si se quiere reducir la demanda y el consumo energético del sector de la construcción.

ESQUEMA MODELO DE CONFORT TÉRMICO **ISO 7730**

Anexo I

Modelo de confort térmico: ISO 7730

Este modelo de confort está basado en el equilibrio de la temperatura y la humedad relativa del aire para que las personas estén cómodas.

Este método de analizar el confort térmico establece unas categorías con distintos límites de T y HR en la vivienda, y en función de eso se clasifican.

La T y HR se utilizan para calcular el parámetro clave denominado Voto Medio Previsto (PMV en inglés) en cada hora y para cada vivienda. Según estos valores hay diferentes categorías:

- **Categoría 1:** óptima (Categoría 1: óptima (se utiliza para personas sensibles, como guarderías, residencias y hospitales).
- **Categoría 2:** aceptable (se utiliza en obra nueva, establecido en RITE).
- **Categoría 3:** disconfort (aceptable sólo para obras de rehabilitación).
- **Categoría 4:** exceso de disconfort (valores fuera de todos los anteriores límites).

Para el presenta Estudio se han utilizado las categorías definidas como obra nueva que son la 1 y la 2 con un $PMV \leq 0,5$.

Los pasos son:

- Simular cada vivienda y obtener las T y HR por hora.
- Calcular el PMV y definir la categoría de cada hora.
- Contar el nº de horas en cada categoría, en:
 - Total anual
 - Verano
 - Otoño

Los límites de la categoría 2, aceptable, para verano e invierno son:

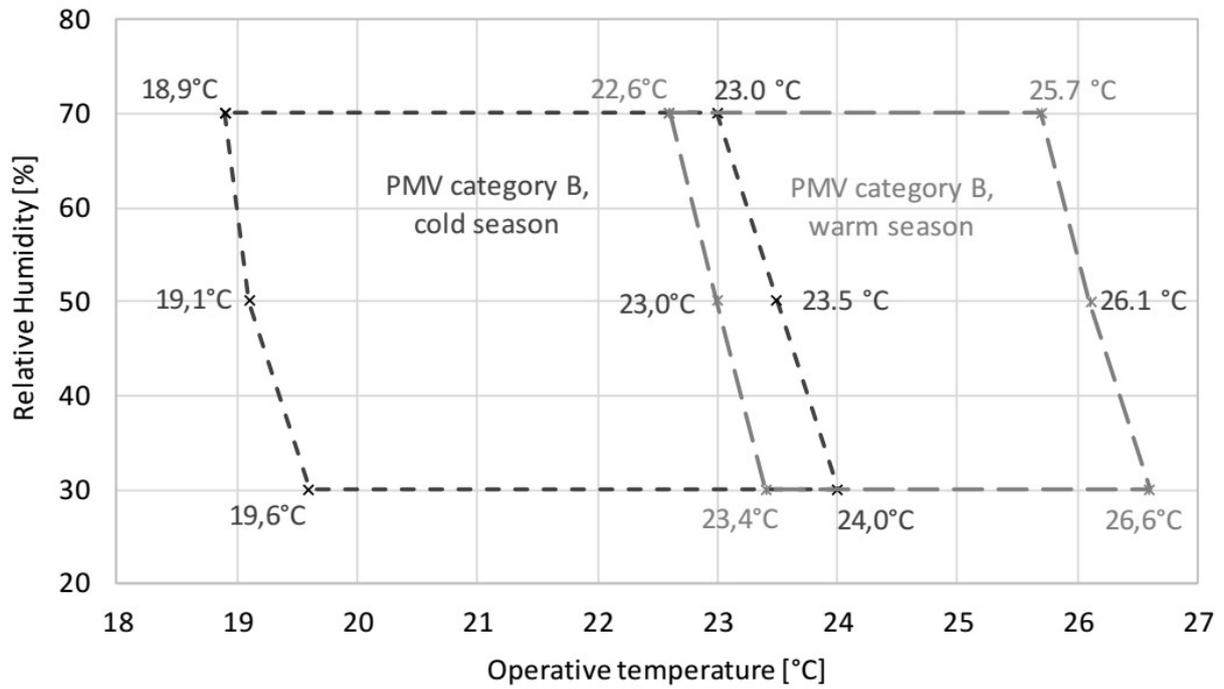


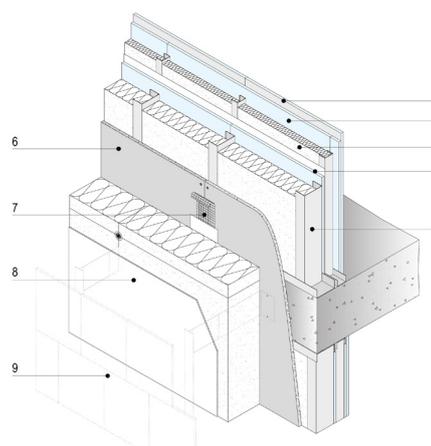
Figura 11. Límites de confort aceptable, modelo UNE-EN:ISO 7730:2006

Soluciones técnicas

FACHADA LIGERA CERTIFICADA PASSIVE HOUSE

Knauf y Knauf Insulation han desarrollado la primera fachada certificada por el Instituto Passivhaus del mercado.

Con la conjunción de las placas de Knauf (Aquapanel), los aislamientos de Knauf Insulation (Ultracoustic Plus y Naturoll 032) y dos membranas, se solucionan 3 de los 5 principios del Passivhaus: #1 Excelente aislamiento térmico, #2 Hermeticidad al aire y #5 Ausencia de puentes térmicos.



COMFOAIRQ DE ZENDHER

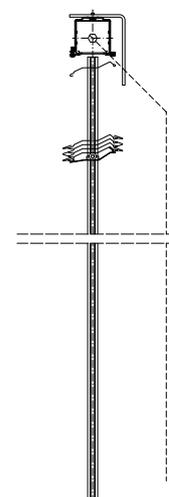
ComfoAirQ son unidades de ventilación con recuperación de calor de alto rendimiento – hasta un 96%- que garantizan aire de calidad, sin polvo y una humedad adecuada. Se trata de un sistema completo que integra unidades de ventilación, silenciadores, distribución de aire etc. con un diseño elegante y tecnología inteligente. Actualmente existen tres modelos diferentes que varían en función de la superficie a ventilar.



PERSIANAS GRADUABLES DE GRIESSER LAMISOL® III

La persiana graduable Lamisol se integra en un capialzado sin registros. Es una solución de control solar dinámico orientada al estándar Passivhaus de eficiencia energética. La forma de sus lamas la hacen ideal para su integración en proyectos residenciales por su alto grado de oscurecimiento. Estas persianas impiden la absorción de la radiación térmica en verano, favoreciendo una agradable temperatura ambiente en el interior de las viviendas, sin impedir el paso de la luz natural al interior de la vivienda. En cambio en invierno su sistema de de forma automatizada permiten el paso

de la energía solar hacia el interior ahorrando costes en calefacción. La gran optimización de los recursos naturales, que logra esta solución de Griesser, ayuda por lo tanto, a aumentar el confort térmico dentro de las viviendas a la vez que reduce el impacto negativo en el medioambiente.



Colaboradores

GRIESSER

Líder del mercado en protección solar desde 1882 – automáticamente.

Empresa familiar suiza, fundada en 1882, fabricante líder del mercado de la protección solar en Europa. Ofrecemos soluciones confortables y eficientes desde el punto de vista energético para la envolvente transparente. Una marca líder en productos duraderos y en servicios puntuales y competentes.

Knauf es una multinacional alemana, líder mundial en la fabricación de placas de yeso laminado y productos para la construcción en seco y uno de los principales fabricantes de materiales de aislamiento térmico y acústico. Dispone en la actualidad de más de 220 compañías repartidas por todo el mundo, 70 fábricas y 28 000 empleados.

Sostenibilidad, innovación y formación

Knauf fabrica **productos respetuosos con el medio ambiente** y, además, se compromete con la sostenibilidad a lo largo de **todo su ciclo de vida**: desde la extracción de las materias primas hasta el reciclaje y reutilización de sus productos. Knauf promueve además una reflexión constante en la sociedad sobre la sostenibilidad. Su **ICongreso Internacional de Sostenibilidad: 30 visiones**, reunió a expertos mundiales que debatieron sobre el futuro, suscribiendo su **#ManifiestoSostenible** un pacto por hogares más saludables y sostenibles.

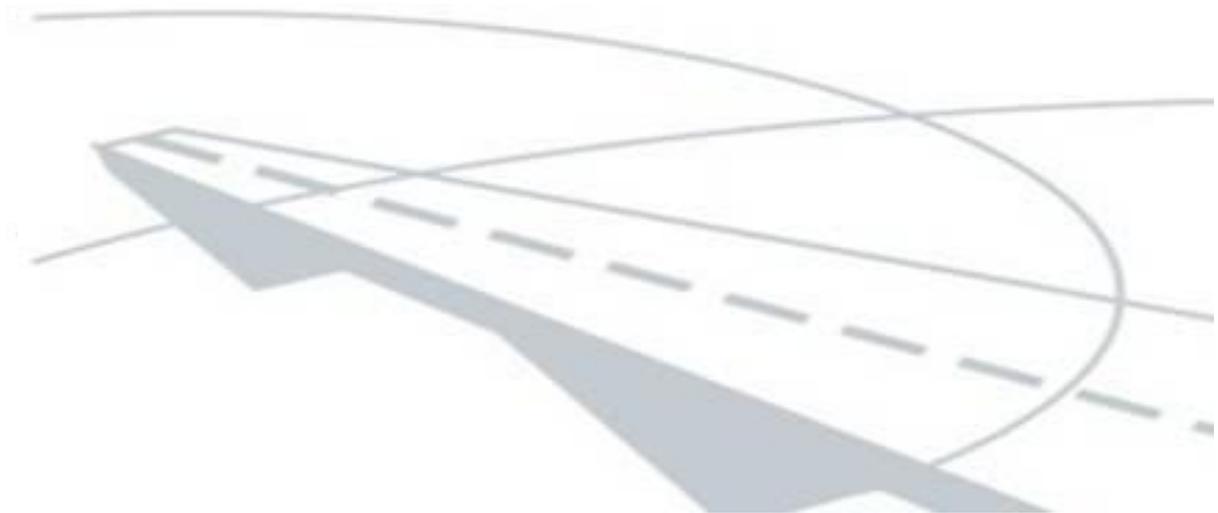
Su compromiso con la sociedad va más allá, ofreciendo cursos de formación gratuitos, tanto teóricos como prácticos, a sus distribuidores e instaladores, en su espacio **Knauf Akademie**.

Knauf Insulation representa una de las compañías de más rápido crecimiento y más respetable en el sector de fabricantes de aislamiento de lana mineral a nivel mundial. Nuestra misión es **desafiar** el pensamiento convencional y **crear** soluciones innovadoras de aislamiento según la manera en qué vivimos y construimos el futuro, con el **cuidado** de las personas que los fabrican, los proyectan, los instalan y del mundo del que todos dependemos.

Zehnder Group desarrolla, produce y comercializa radiadores de diseño, sistemas de ventilación, soluciones de climatización radiante y de purificación de aire. Es líder en sus segmentos de mercado. Zehnder Group tiene 14 fábricas en todo el mundo y sociedades comerciales en toda Europa, USA-Canadá y China. En el mercado español opera con sus marcas Runtal y Zehnder.

Runtal, marca de alta gama de Zehnder Group, es sinónimo de diseño, innovación tecnológica y servicio de calidad. Comercializa radiadores de diseño para interiores exigentes en viviendas, espacios profesionales y comerciales.

Zehnder es la marca de excelencia técnica en soluciones de clima interior saludables, confortables y energéticamente eficientes.



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE EDIFICACIÓN SOSTENIBLE

Gestión energética de edificios.





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	13
PARTE PRIMERA.	14
Edificación sostenible.	14
Capítulo 1. Edificación sostenible.	14
1. Desarrollo Urbano Sostenible	14
2. Sostenibilidad en la edificación.	17
a. La Construcción sostenible, la construcción del futuro.	17
b. Aspectos a considerar en la construcción sostenible.	18
c. Requisitos que deberían cumplir los edificios sostenibles.	19
d. Edificios y sostenibilidad.	20
3. El Impacto Ambiental de los edificios.	20
a. Efecto de materiales.	20
b. Utilización de materiales reciclables.	22
c. Reciclaje de materiales.	22
d. Minimización de los consumos energéticos en la utilización de las construcciones.	22
e. Consumo energético en los edificios.	23
4. Impacto en la planificación de la Localización	23
5. La calidad en la edificación.	24
6. Evaluación medioambiental de los edificios.	24
a. Edificio ecológico.	24
b. Soluciones bioclimáticas	25
1. Optimización de la radiación solar	25
2. Los puentes térmicos	26
3. Fachada doble	26
4. Ventilación e iluminación natural	26
TALLER DE TRABAJO	28
Parámetros arquitectónicos de ahorro en la edificación sostenible	28
1. Edificio compacto.	28
2. Orientación del edificio.	29
3. Color de fachadas.	29
4. Cerramientos exteriores y aislamiento térmico	30
5. Zonas envolventes del edificio o puentes térmicos.	30
a. Puentes térmicos.	30
b. Huecos.	31
c. Estanqueidad	32
d. Protectores solares con movilidad.	32
6. Ventilación mecánica y recuperación de calor	33
a. Ventilación mecánica.	33
b. Reutilización de calor residual. Recuperación de calor.	35
7. Proyecto de ventilación mecánica.	36
8. Instalación de un intercambiador de la temperatura del subsuelo.	39
9. Sensación térmica experimentada y control mediante sistemas activos de calefacción y refrigeración.	40



10. Fuentes de calor principales en una casa pasiva.	43
a. La incidencia de la radiación solar.	43
b. Las cargas internas de calor.	43
c. Otras fuentes de calor.	43
11. Soluciones a la refrigeración	45
a. Bomba de calor (reversible)	45
b. Free cooling	45
c. Geotermia	45
d. Atomizador de agua. Sistema adiabático.	46
12. Software para la calificación de edificaciones sostenibles.	46
TALLER DE TRABAJO	48
Modelo de vivienda de bajo consumo.	48
➤ Consideración de los aspectos energéticos en la fase del diseño del proyecto	48
➤ Forma compacta del edificio	48
➤ Aislamiento térmico reforzado	48
➤ Limitación de los puentes térmicos	48
➤ Estanqueidad al aire	48
➤ Empleo eficaz de la energía solar pasiva	48
➤ Instalaciones térmicas eficientes y fáciles de utilizar	48
➤ Sanitarios de bajo consumo de agua	48
➤ Equipamientos eléctricos de bajo consumo energético	48
➤ Elegir materiales reciclables cuya producción y colocación necesiten poca energía	48
TALLER DE TRABAJO	50
Fases de la edificación sostenible.	50
1. Adecuación del diseño a las condiciones climáticas y ambientales de la zona.	50
2. Adecuación del diseño a las condiciones climáticas y ambientales de la zona.	50
3. Selección de materiales y sistemas constructivos ambientalmente correctos.	51
4. Uso de energías renovables y eficiencia energética en las instalaciones de servicios.	51
5. Mantenimiento preventivo de edificios.	51
6. Deconstrucción y valorización de residuos.	52
TALLER DE TRABAJO	53
Una nueva profesión: el gestor medioambiental en las grandes empresas.	53
TALLER DE TRABAJO	56
Las ventajas de la edificación sostenible en el master plan de los grandes proyectos inmobiliarios.	56
Ejemplo de edificación y urbanismo sostenible para distrito Castellana Norte de Madrid	56
TALLER DE TRABAJO	63
Mejoras Energéticas en Edificios. La renovación energética en edificios existentes como modelo de negocio	63
TALLER DE TRABAJO	65
La construcción sostenible.	65
Sistemas de Calificación energética. BREEAM. LEED	65
Análisis de los materiales de construcción	65
Las etiquetas ecológicas	65
La gestión de los residuos de construcción.	65
Materiales reutilizables.	65
Materiales cerámicos	65



Aislamiento a base de fibras minerales. _____	65
Impacto ambiental en la edificación. Construcción sostenible _____	65
TALLER DE TRABAJO _____	92
Certificado de calificación energética BREEAM _____	92
TALLER DE TRABAJO _____	95
Certificado de calificación energética LEED _____	95
TALLER DE TRABAJO _____	103
Esquemas de edificación sostenible. _____	103
TALLER DE TRABAJO _____	117
Fichas técnicas en las fases de la edificación sostenible. _____	117
Planificación urbanística _____	118
Energías renovables _____	118
Orientación del edificio en razón de la temperatura. _____	118
Infiltración de las aguas pluviales _____	118
Alcantarillado separado para las aguas pluviales y las aguas residuales _____	118
Sistemas de pequeña escala para el tratamiento de aguas grises y/o fecales _____	118
Comprobar que el edificio y su entorno no generan un gradiente de temperatura _____	118
Alumbrado público para reducir el consumo energético y la contaminación lumínica _____	118
Contenedores para la recogida de los residuos reciclables _____	118
Edificación _____	118
Exigir evaluaciones y/o certificaciones de la sostenibilidad de dicho diseño _____	118
Espacios soleados, zonas abalconadas y galerías acristaladas como zonas activas intermedias de almacenamiento de calor _____	118
Aprovechar la inercia térmica de los materiales _____	118
Sistemas de sombreado que permitan regular la intensidad del sol que entra en las distintas zonas de la vivienda _____	118
Orientación de las diferentes zonas del edificio en razón de temperatura _____	118
Certificado de eficiencia energética del edificio _____	118
Chimeneas solares para permitir la ventilación natural _____	118
Uso de luz natural mediante una adecuada distribución de la luz dentro del edificio _____	118
Sistemas de refrigeración _____	118
Ventilación mínima y sistemas de ventilación natural cruzada _____	118
Productos cerámicos con esmaltes libres de metales pesados _____	118
No uso de pinturas que contengan minio o sustancias crómicas _____	119
No uso de metales pesados en materiales y revestimientos de tejados, fachadas e instalaciones _____	119
Reutilizar los residuos de construcción y de demolición como material de relleno _____	119
Acristalamiento apropiado para minimizar las pérdidas de calor del edificio _____	119
Sistemas de sombreado que permitan regular la intensidad del sol que entra en las distintas zonas de la vivienda _____	119
Aislamiento de los marcos de ventanas y similares que evite las pérdidas de calor a través de los mismos _____	119
Sistemas de calefacción de alto _____	119
Chimeneas concéntricas de recuperación energética en las instalaciones de calderas estancas para la producción de _____	119
Termostatos programables para regular los sistemas de calefacción y refrigeración _____	119
TALLER DE TRABAJO _____	373
Caso real: inmobiliaria patrimonial con certificación LEED en todos sus edificios. _____	373
Ventajas de imagen por el compromiso con la edificación sostenible y el medio ambiente. _____	373
Garantía de construcción sostenible de alta calidad. _____	373
PARTE SEGUNDA _____	438
El Código técnico de la edificación (CTE) _____	438



Capítulo 2. El Código técnico de la edificación (CTE) y el Certificado de Eficiencia Energética.	438
HE 1: Limitación de la demanda energética	439
HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas	439
HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	439
HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	439
HE5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.	440
TALLER DE TRABAJO	441
Actualización del documento básico DB HE ahorro de energía del código técnico de la edificación	441
Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.	441
La actualización del Documento Básico de Ahorro de energía, DB-HE	441
TALLER DE TRABAJO	512
Proceso de edificación sostenible de un edificio industrial.	512
1. Aspectos generales.	512
a. Climatología de la zona, aspectos relativos al entorno, zona de uso.	512
b. Estudio del consumo de energía.	512
c. Estudio de aguas pluviales.	513
d. Calidad del ambiente interior (ruido, humedad y luminosidad).	513
2. Aspectos concretos de la nave.	514
a. Distribución de superficies.	514
b. Zonas ajardinadas.	515
c. Climatización en base al consumo energético.	515
d. Análisis de la demanda energética (C.T.E. H.E.1) Y LIDER	516
e. Necesidades térmicas (R.I.T.E) y agua caliente sanitaria (C.T.E. H.E.4)	516
f. Iluminación (CTE HE 3)	517
g. Diseño de sistemas de calefacción y refrigeración (CALENER G.T.) RITE	517
h. Sistemas de generación energética renovables.	518
i. Emisiones de energía primaria, final y CO2	518
3. Declaraciones Ambientales de Productos de la Construcción (DAPc)	518
Cubierta plana con forjado colaborante y zona ajardinada	519
HORMIGÓN ARMADO	519
Aislante lana de roca	520
Aislante EPS	520
4. Calidad del ambiente interior	522
a. Calidad acústica	522
b. Calidad térmica e higroscópica.	523
c. Calidad lumínica	523
5. Análisis eficiencia coste	523
6. Conclusiones de eficiencia energética	523
a. Aislamientos térmicos ajustados a los valores límite del Código Técnico H.E. 1	523
b. Sistema de iluminación eficiente, superando el VEEI exigido por el Código Técnico C.T.E. H.E. 3	524
c. Sistema de calefacción.	524
d. Refrigeración con planta enfriadora de agua con compresor eléctrico y recuperador de calor.	524
e. Sistema de agua caliente sanitaria mediante placas termosolares.	524



TALLER DE TRABAJO	525
BIM 6D medioambiental. Green BIM.	525
1. La sexta dimensión del BIM y la eficiencia energética.	525
2. Aplicaciones de la simulación energética.	526
Motores de simulación energética	526
Entornos de análisis energético	526
Extensiones o plugins de análisis energético	526
3. La sexta dimensión del BIM. Concepto de ingeniería de valor (Value Engineering).	527
4. Modelo BIM certificado.	530
TALLER DE TRABAJO	532
BIM aplicado a la climatización.	532
1. Ubicación del proyecto.	532
2. Requerimientos de la instalación.	532
a. Calidad térmica del ambiente	532
b. Exigencias de calidad del aire interior	532
c. Ventilación	533
d. Filtración	533
e. Descarga y recirculación de aire	533
f. Aislamiento térmico de redes de conductos.	533
3. Definición del sistema de climatización	534
4. Modelado arquitectónico y estructural en base a BIM	534
a. Estructura	534
Programa BIM > Estructura -> Sistema de Vigas	534
b. Suelo	534
Programa BIM > Arquitectura -> Construir -> Suelo.	535
c. Cubiertas	535
Programa BIM > Arquitectura -> Construir -> Cubierta.	535
d. Muros interiores	535
e. Falso techo	535
f. Puertas y ventanas	535
g. Entorno	535
5. Modelado de la instalación de climatización con BIM.	535
a. Estudio de las necesidades térmicas con BIM	535
Programa BIM > Analizar -> Espacios y Zonas -> Zonas.	535
Programa BIM > Analizar -> Informes y Tablas de Planificación -> Tablas de planificación/Cantidades.	536
Programa BIM > Analizar -> Informes y Tablas de Planificación -> Cargas de calefacción y refrigeración.	536
b. Justificación de los cálculos del estudio de cargas	537
c. Dimensionado de los dispositivos utilizados.	537
d. Creación de conductos y tuberías en BIM.	538
e. Pérdidas de carga de conductos y tuberías.	538
f. Información sobre el estudio de pérdidas de presión BIM	539
Programa BIM > Analizar > Informe y tablas de planificación > Información de pérdida de presión en tuberías.	539
g. Tablas de cantidades necesarios de cada material.	539
Programa BIM > Analizar > Informe y tablas de planificación > Tabla de planificación/Cantidades.	539
PARTE TERCERA	540
Tecnología de Instalaciones de Edificación.	540



Capítulo 3. Geotecnia y Geotermia en la Edificación.	540
1. Antecedentes históricos de de la explotación de energía geotérmica.	540
2. ¿Qué es la geotermia?	541
a. Geotermia de alta y media temperatura	541
b. Geotermia de baja temperatura.	542
3. Clases de energía geotérmica.	542
a. Energía Geotérmica de Alta Entalpía.	542
b. Energía Geotérmica de Baja Entalpía.	542
4. Ventajas ecológicas	543
TALLER DE TRABAJO	544
Análisis preliminar de instalaciones geotérmicas.	544
1. Estudio preliminar de temperaturas en subsuelo previo a perforaciones geotérmicas.	544
2. Análisis de viabilidad económica de perforaciones geotérmicas.	545
Rentabilidad de proyectos de cimentación termoactiva: caso práctico	548
TALLER DE TRABAJO.	549
¿Cuándo es rentable? Depende de la longitud del intercambiador geotérmico.	549
TALLER DE TRABAJO.	551
Las condiciones geológicas y los métodos de perforación más idóneos para la instalación geotérmica elegida.	551
TALLER DE TRABAJO	553
Geotermia en la edificación. Energía geotérmica en edificios y viviendas.	553
1. Energía geotérmica superficial en el ámbito de la edificación.	553
2. Intercambiadores de calor subsuelo / superficie.	553
3. Calefacción y refrigeración de edificios.	554
4. Circuitos de energía geotérmica en edificios.	555
a. Equipo de bombeo y acondicionamiento.	555
b. Sistema cerrado de tuberías.	555
5. Circuitos de energía geotérmica en urbanizaciones o barrios.	555
TALLER DE TRABAJO	557
Primer edificio universitario de España que ha conseguido la certificación LEED Platino con una instalación geotérmica de 40 pozos de 125 metros de profundidad.	557
1. Energía geotérmica	557
2. Razones que justifican en LEED Platino.	557
Sitios Sustentables (24 puntos)	558
Calidad del Ambiente Interior (19 puntos)	558
Eficiencia en el Uso del Agua (11 puntos)	558
Energía y Atmósfera (33 puntos)	558
Materiales y Recursos (13 puntos)	558
Innovación en el Diseño (6 puntos)	558
Capítulo 4. La edificación solar pasiva.	561
1. Energía Solar	561
2. Energía Solar Térmica	562



3. Energía Solar Fotovoltaica _____	564
4. Energía solar y Código Técnico de la Edificación CTE. _____	566
5. Aplicaciones de la energía solar en edificios. _____	567
a. Agua caliente sanitaria (A.C.S.). _____	568
b. Calefacción solar. _____	568
c. Climatización de piscinas. _____	569
6. Conexión a red eléctrica general o aislada. _____	569
TALLER DE TRABAJO _____	571
¿Qué es un colector solar? _____	571
TALLER DE TRABAJO _____	572
Edificación sostenible en la sede de Telefónica (distrito c). _____	572
Capítulo 5. Biocombustibles. Biomasa. _____	576
1. Biocombustibles. _____	576
2. Bioetanol _____	577
3. Lípidos naturales. Biodiesel. _____	579
4. Algas. _____	580
Capítulo 6. Cogeneración. _____	582
1. Sistemas de Cogeneración _____	582
2. Microgeneración _____	585
3. Trigeneración o energía proveniente del calor residual. _____	587
Capítulo 7. Cubiertas. Aislamiento térmico de cubiertas. _____	590
1. Sobrecalentamiento de la cubierta en verano. _____	590
Mejorar el aislamiento térmico mínimo exigido por la normativa, obtener valores de K. ____	590
2. Multifuncionalidad de la cubierta. Paneles fotovoltaicos. _____	591
Estudiar la posibilidad de utilizar un sistema de cubierta multifuncional. _____	591
3. Acabados y aislamientos de cubiertas (plana / inclinada). _____	592
a. Acabados de cubierta _____	592
b. Aislamiento de cubiertas _____	592
c. Recubrimiento exterior en cubierta inclinada _____	593
d. Recubrimiento exterior en cubierta horizontal _____	594
4. Impermealización de cubiertas. _____	595
TALLER DE TRABAJO _____	597
La envolvente térmica en los edificios. _____	597
1. La envolvente térmica en los edificios. _____	597
2. Puente térmico. _____	598
3. Las termografías. _____	599
4. Análisis energético de la envolvente de un edificio. _____	599
TALLER DE TRABAJO _____	605
UNE-EN ISO 10211 Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Cálculos detallados. _____	605
Conductividades térmicas de los materiales _____	605
Resistencias superficiales _____	605



Temperaturas de contorno _____	605
Conductividad térmica de las capas cuasi-homogéneas _____	605
Conductividad térmica equivalente de las cámaras de aire _____	605
Determinación de la temperatura en un local adyacente no calefactado _____	605
Determinación de la transmitancia térmica lineal _____	605
Determinación de la transmitancia térmica lineal en uniones muro/suelo para plantas bajas	605
Determinación de la temperatura de la superficie interior a partir de cálculos tridimensionales.	605
Determinación de la temperatura de la superficie interior a partir de cálculos bidimensionales.	605
Coefficientes de acoplamiento térmico y del factor de ponderación de la temperatura para más de dos temperaturas de contorno. _____	605
TALLER DE TRABAJO. _____	610
Impermeabilización. Materiales impermeabilizantes y su aplicación. Las normas UNE. _____	610
TALLER DE TRABAJO. _____	612
Refrigeración magnética. Cambios de temperatura en materiales por magnetismo. _____	612
Capítulo 8. Aislamiento térmico de fachadas. _____	614
1. Aislamiento de fachadas _____	614
2. Fachadas ventiladas _____	615
3. Cerramientos exteriores _____	617
a. Muro de cerramiento exterior _____	617
b. Revestimiento exterior. _____	618
c. Aislamiento de paredes exteriores _____	619
4. Estanqueidad de aire. Carpintería exterior. _____	620
a. Permeabilidad estanqueidad al aire. _____	620
b. Ventanas. _____	621
c. Aislamiento acústico _____	622
5. Tabiquería interior. _____	622
a. Tabiques de obra. _____	622
b. Tabiques prefabricados. _____	623
c. Paredes prefabricadas. _____	624
6. Impermeabilizaciones _____	625
7. Sellados _____	627
a. Juntas _____	627
b. Sellado de fisuras. _____	629
c. Pastas sellantes. _____	629
TALLER DE TRABAJO _____	631
Fachadas ventiladas y fachadas cerámicas. _____	631
Capítulo 9. Eficiencia energética en sistemas de ventilación. _____	636
1. Certificación de la calidad de aire interior. _____	636
2. Calidad del aire interior y ventilación (IAQ) _____	636
Capítulo 10. Eficiencia energética de la iluminación. _____	643
1. Cálculo de energía utilizada por edificios. _____	643
2. Diseño y optimización de la iluminación. _____	648
TALLER DE TRABAJO _____	652
Fachadas iluminadas LEDS. _____	652
Capítulo 11. Domótica y telegestión. _____	654



1. Domótica.	654
2. Domótica y ahorro energético.	654
3. Seguridad.	655
4. Telegestión y Accesibilidad.	656
a. Controladores.	656
b. Sensores y actuadores.	657
4. Telegestión.	659
TALLER DE TRABAJO	662
La integración de automatización y redes IP a través de plataformas de gestión energética. Sistemas de iluminación y climatización. Informes de incidencias y consumos.	662
Capítulo 12. Instalaciones de fontanería y saneamiento.	664
1. Fontanería.	664
2. Patologías en la fontanería y la red de saneamiento (origen y lesión).	665
3. Obstrucciones	669
a. Obstrucciones en fontanería	669
b. Obstrucciones en saneamiento	670
4. Roturas e infiltraciones de agua.	670
TALLER DE TRABAJO	673
Esquemas en patologías de fontanería y saneamientos.	673
PARTE CUARTA	675
Declaraciones Ambientales de Productos de la Construcción (DAPc)	675
Capítulo 13. Declaraciones ambientales de producto y la certificación ambiental.	675
1. Declaraciones Ambientales de Productos de la Construcción (DAPc) UNE-EN 15804.	675
2. Normativa UNE de sostenibilidad en la construcción.	677
UNE-EN 15942:2013. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Formato de comunicación negocio a negocio.	677
UNE-CEN/TR 15941:2011 IN. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Metodología para la selección y uso de datos genéricos.	677
UNE-EN 15804:2012+A1:2014. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.	677
UNE-EN 15643-1:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Parte 1: Marco general.	677
UNE-EN 15643-2:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Parte 2: Marco para la evaluación del comportamiento ambiental.	677
UNE-EN 15643-3:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Parte 3: Marco para la evaluación del comportamiento social.	677
UNE-EN 15643-4:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Parte 4: Marco para la evaluación del comportamiento económico.	677
UNE-EN15978:2012. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo.	677
UNE-EN 16309+A1:2015. Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento social de los edificios. Métodos de cálculo.	677
3. Catálogo de normas ISO de sostenibilidad de edificios.	677
ISO / TS 12720: 2014 Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil - Directrices sobre la aplicación de los principios generales en la norma ISO 15392	677



ISO 15392: 2008 Sustentabilidad en la construcción de edificios - Principios generales	677
ISO 16745: 2015 Rendimiento medioambiental de los edificios - Medición de carbono de un edificio - Etapa de utilización	677
ISO / DIS 16745-1 Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil - Medición de carbono de un edificio durante la etapa de uso - Parte 1: Cálculo, reporte y comunicación	677
ISO / DIS 16745-2 Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil - Medición de carbono de un edificio durante la etapa de uso - Parte 2: Verificación	677
ISO / NP 20887 Diseño para adaptabilidad de Edificios	677
ISO 21929-1: 2011 Sostenibilidad en la construcción de edificios - Indicadores de sostenibilidad - Parte 1: Marco para el desarrollo de indicadores y un conjunto básico de indicadores para los edificios	677
ISO / TS 21929-2: 2015 Sostenibilidad en la construcción de edificios - Indicadores de sostenibilidad - Parte 2: Marco para el desarrollo de indicadores para obras de ingeniería civil	677
ISO 21930: 2007 Sostenibilidad en la construcción de edificios - Declaración ambiental de productos de construcción	677
ISO 21931-1: 2010 Sostenibilidad en la construcción de edificios - Marco para los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de las obras de construcción - Parte 1: Edificios	677
ISO / WD 21931-2 Sostenibilidad en la construcción de edificios - Marco para los métodos de evaluación del desempeño ambiental de las obras de construcción - Parte 2: Obras de ingeniería civil	677
ISO / TR 21932: 2013 Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil - Revisión de la terminología	677
Relaciones Internacionales ISO/TC 59/SC 14	678

TALLER DE TRABAJO **679**

ISO 52000 para la eficiencia energética en la construcción. PNE-EN ISO 52000-1 Eficiencia energética de los edificios. Evaluación global de la eficiencia energética de los edificios. **679**

1. Métodos de cálculo para calefacción y refrigeración, rendimiento de elementos de construcción, indicadores de rendimiento energético, calificaciones y certificados. **679**

ISO 52000 contiene un método integral para evaluar el rendimiento energético 679
¿Qué es la ISO 52000? 680

2. Ventajas de la ISO 52000-1, Rendimiento energético de los edificios - Evaluación general de EPB **681**

TALLER DE TRABAJO **682**

¿Qué es una DAP (Declaraciones Ambientales de Producto) o EPD (etiqueta energética ISO)? **682**

2. Normas internacionales: ISO y CEN **682**

ACV: ISO 14040 y 14044. 682

DAP: ISO 14025 (general) e ISO 21930 (construcción) + normas CEN 682

3. Ejemplos DAP con programa EPD productos fabricados en España. **682**

TALLER DE TRABAJO **688**

Declaraciones Ambientales de Producto, DAP, (Environmental Product Declaration, EPD) ISO (entre otras la ISO 14025, ISO 21930, ISO 15804). **688**

1. Declaraciones Ambientales de Producto, DAP, (Environmental Product Declaration, EPD). **688**

2. Principales características de una DAP **689**

3. Verificación y validez de una DAP, norma EN 15804. ISO 14025 e ISO 21930. **689**

4. Contenido de un DAP. **689**

TALLER DE TRABAJO **748**



Ventajas del DAP para ofertar en obras que se certifiquen bajo sistemas de evaluación ambiental. Hormigón prefabricado. _____ **748**

TALLER DE TRABAJO _____ **753**

Declaración ambiental DAP de producto de la plancha de aislamiento térmico de espuma de poliestireno extruído (xps) _____ **753**

Información relacionada con el programa _____ 753

Información relacionada con el producto _____ 753

Información relacionada con el desempeño ambiental _____ 753

Interpretación de los resultados _____ 753

Diferencias respecto a versiones anteriores de la epd _____ 753

Verificación _____ 753

Referencias _____ 753

TALLER DE TABAJO _____ **776**

Declaración Ambiental de Productos largos de acero no aleado para construcción laminados en caliente procedentes de horno eléctrico: barras corrugadas. EN ISO 14025:2010 EN 15804:2012 _____ **776**

Información general _____ 776

Producto _____ 776

Análisis de ciclo de vida _____ 776

Verificación _____ 776

TALLER DE TABAJO _____ **789**

Declaración Ambiental de Producto Declaración Ambiental de Producto Cemento Blanco TIPO II EN ISO 14025:2010 EN 15804:2012 _____ **789**

Información general _____ 789

Producto _____ 789

Análisis de ciclo de vida _____ 789

Verificación _____ 789

TALLER DE TRABAJO _____ **802**

Tendencias en la edificación española en el uso de la Declaración Ambiental de Producto (DAP). _____ **802**



¿QUÉ APRENDERÁ?



- **El impacto ambiental de los edificios.**
- **Parámetros arquitectónicos de ahorro en la edificación sostenible.**
- **Sistemas de Calificación energética. BREEAM. LEED**
- **Declaraciones Ambientales de Productos de la Construcción (DAPc)**



PARTE PRIMERA.

Edificación sostenible.

Capítulo 1. Edificación sostenible.



1. Desarrollo Urbano Sostenible