CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL. MÁXIMA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Dpto. Energética Edificatoria – CENER

Inés Díaz Regodón idiaz@cener.com

Madrid, 7 de noviembre de 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO | MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Gobierno de Navarra

CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

índice

01	Eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación
02	Medidas de reducción de la demanda
03	Estudio de eficiencia energética de cubiertas

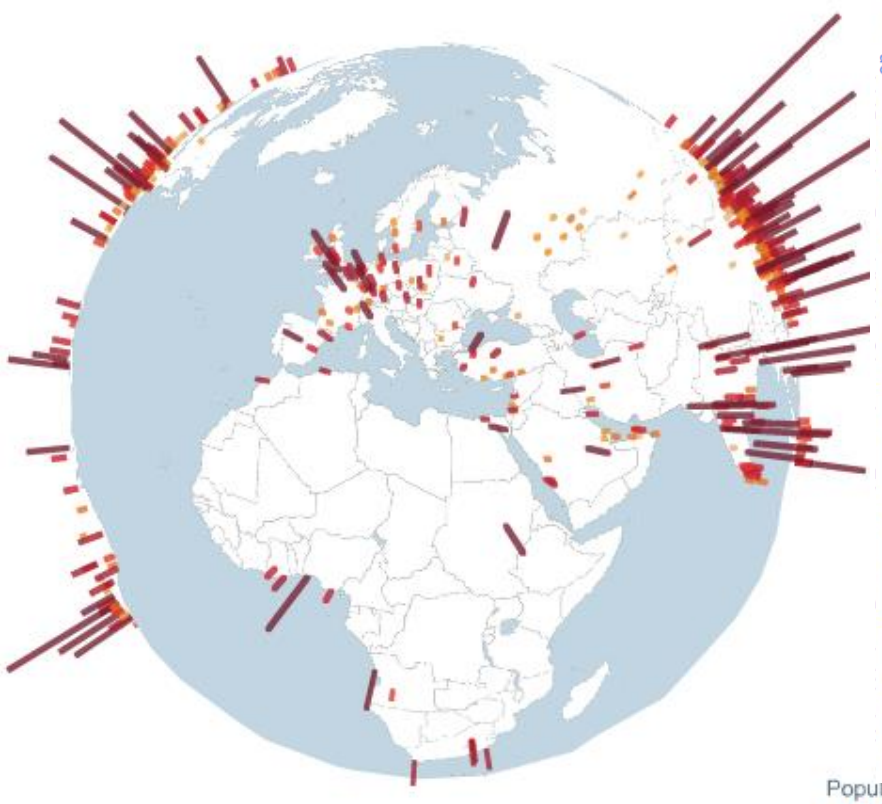
CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

índice

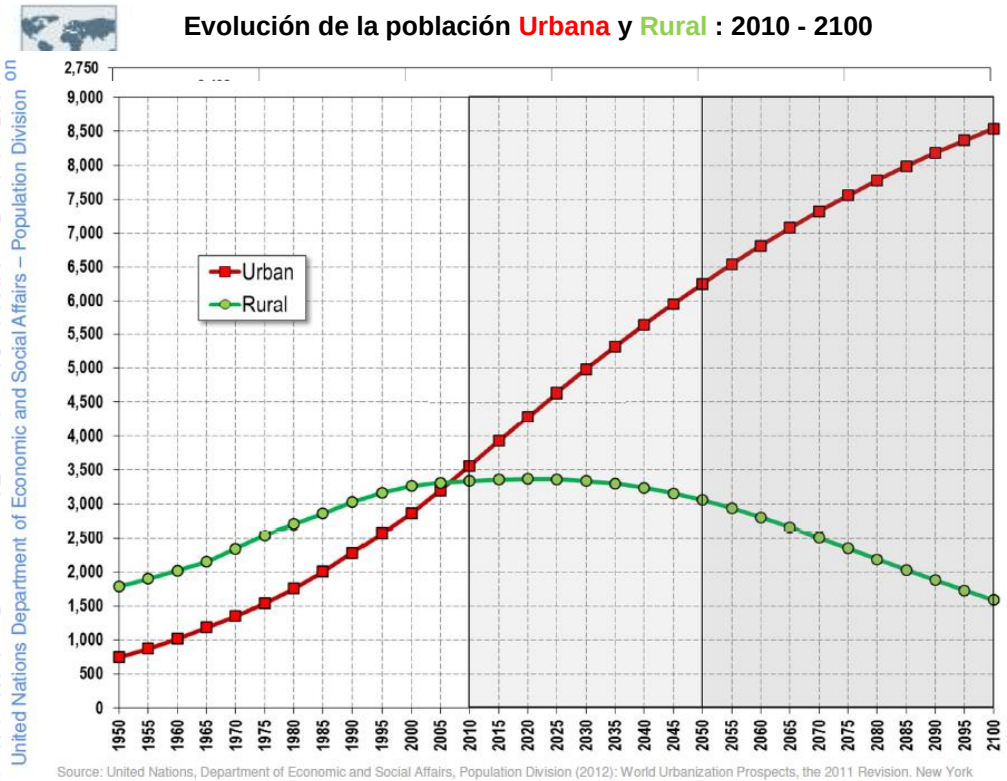
01	Eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación
02	Medidas de reducción de la demanda
03	Estudio de eficiencia energética de cubiertas

Escenario demográfico hasta 2050. Densificación de las ciudades

Hoy en día habitamos la tierra 7.374 millones de personas. Las previsiones de la ONU sitúan la población mundial para el año 2050 por encima de los 9.000 millones de habitantes.



Fuente: McKinsey & Company: Global cities of the future



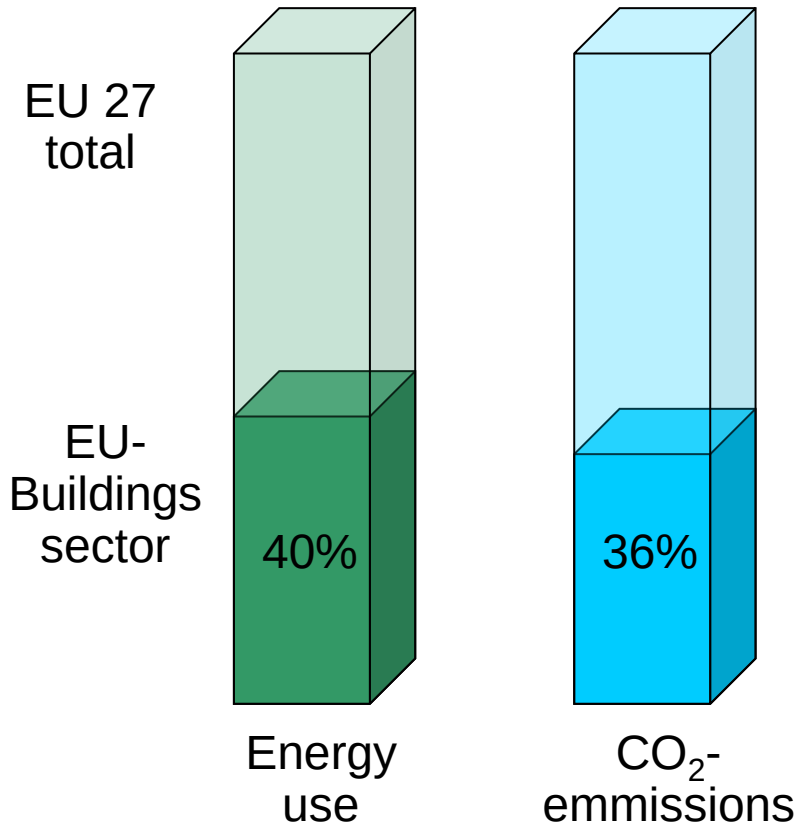
CENER CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO · MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat

Gobierno de Navarra

¿Porqué focalizar en los edificios?



Los edificios son responsables de:

- 40% del consumo de energía primaria en la UE
- 36% emisiones de CO2
- Sector de la Construcción: 9% del PIB de la UE, 8% de los empleos en la UE.

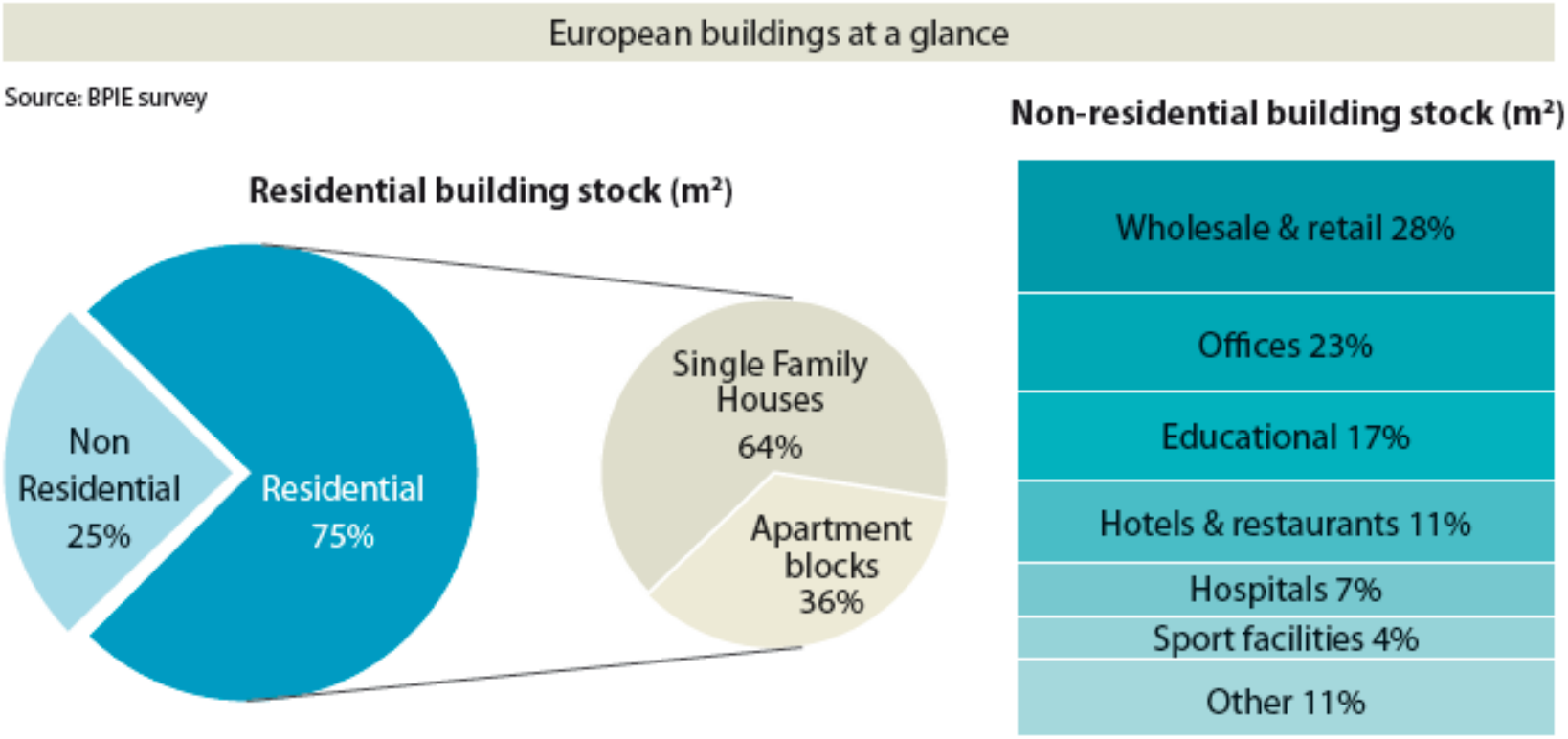
Beneficios:

- Enorme potencial de ahorro de energía.
- Capacidad de generar o mantener 2 millones de puestos de trabajo.
- Reducir la factura de energía y mejorar las condiciones de confort.
- Invertir en eficiencia energética activa la actividad económica.

Source: IA recast EPBD, SEC(2008) 2864, Annex 5; IA for Ecodesign/Energy Labeling; Ecorys 2010; Eurostat

Parque inmobiliario en Europa

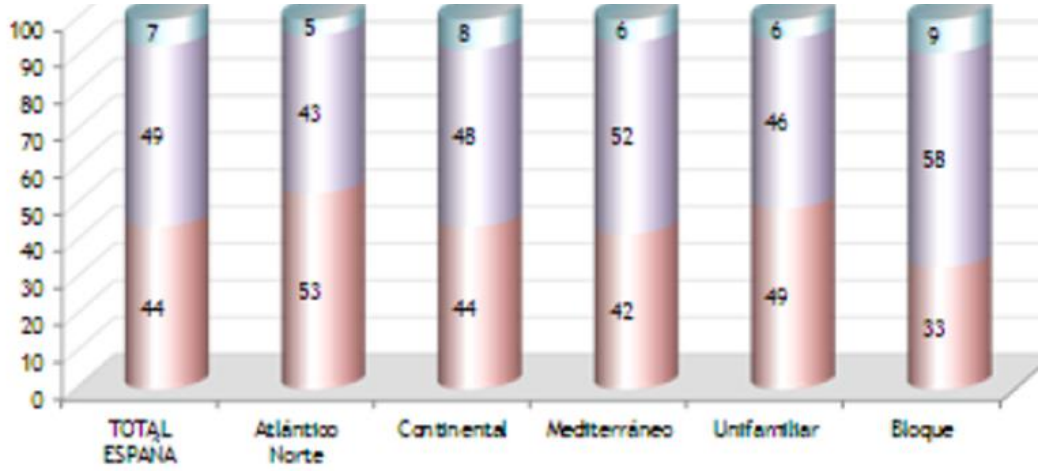
- Los edificios de viviendas suponen el 75% del parque inmobiliario en Europa, de los cuales, el 64% son viviendas unifamiliares y el 36%, viviendas en bloque.



Source: Buildings Performance Institute Europe (BPIE) report: Europe's buildings under the microscope.

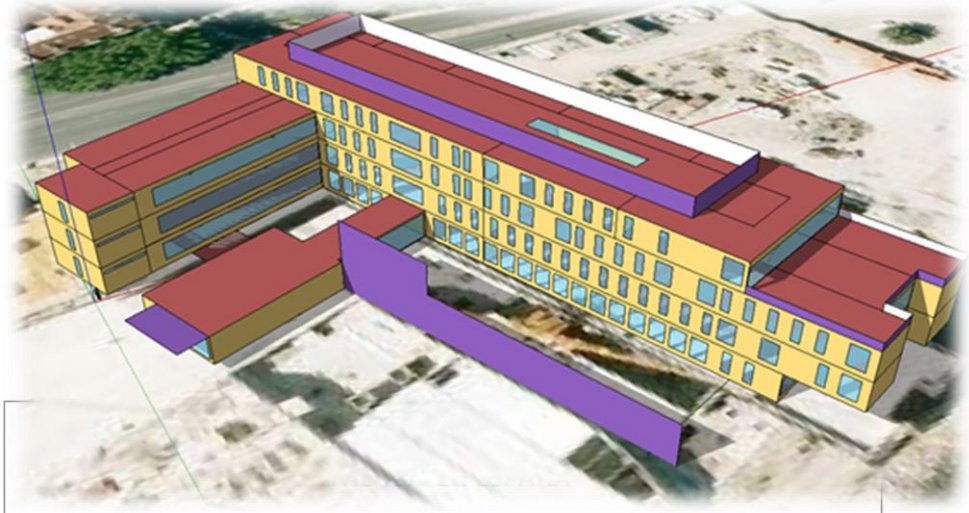
Parque inmobiliario en España

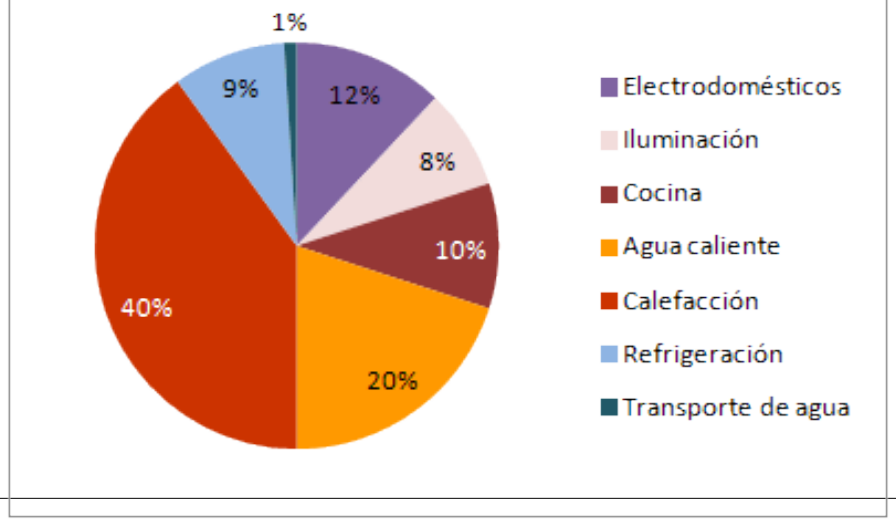
- El parque inmobiliario en España se sitúa en torno a los 25 millones de viviendas El 70% bloques de vivienda y 30% unifamiliares.
- El nº de viviendas realmente ocupadas de forma continua es de 18 millones, de los cuales, el 92% son habitadas por sus propietarios.
- Sólo el 7% de esos 17 millones ha sido construido con criterios de eficiencia energética (posteriores al CTE-2006)



Fuente: IDAE. PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España 2011

Distribución del consumo enérgético en viviendas





CLAVES para reducir las emisiones en el sector residencial y servicios:

- Construcción de edificios nuevos bajo el estándar de “Edificio de energía casi nulo” o incluso “Edificio Positivo”.
- Rehabilitación Energética de edificios y barrios.
  - Rehabilitaciones profundas de edificios
  - Sustitución de calderas
  - Nuevos sistemas e infraestructuras urbanas
- Mejora de la eficiencia energética
  - Sistemas de gestión y control de la energía
  - Iluminación eficiente
- Integración a gran escala de las energías renovables
    - Solar Térmica, Fotovoltaica, Biomasa, Eólica, Geotérmica,…
    - Generación distribuida. Recuperación de calor residual urbano

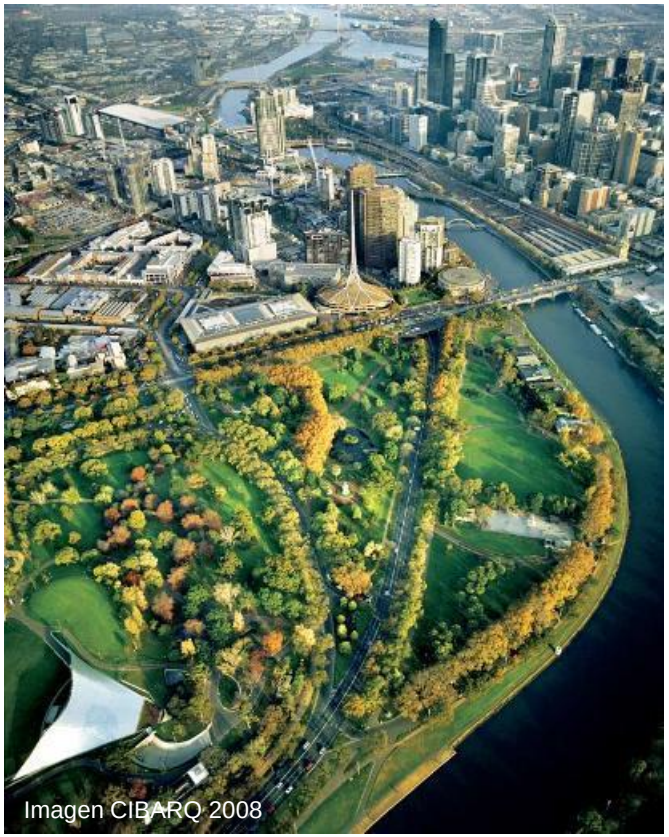


Imagen CIBARQ 2008

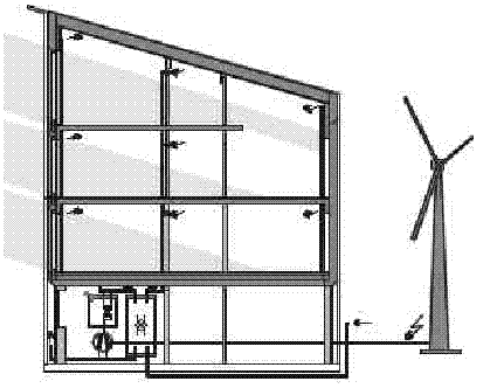
Contexto normativo : Eficiencia energética en edificación

Contexto	Fecha	Documento	Designación
EUROPEO	2002	Energy Performance of Buildings Directive 2002/91/CE	EPBD
ESPAÑOL	2006-07	CTE, RITE	
ESPAÑOL	2007	RD47/2007	
EUROPEO	2009	Directiva 2009/31/UE	RED
EUROPEO	2010	Energy Performance of Buildings Directive 2010/31/UE (recast)	EPBD
EUROPEO	2012	Directive 2012/27/EU on energy efficiency	EED
ESPAÑOL	2013	RD 235/2013 Certificación de la eficiencia energética de los edificios	
ESPAÑOL	2013	ORDEN FOM/1635/2013. Actualización del CTE DB HE	CTE DB HE 2013
ESPAÑOL	2017	Orden FOM /588/2017. Actualización del CTE DB HE	
ESPAÑOL	2018	Proyecto de RD modificación CTE	
EUROPEO	2018	Energy Performance of Buildings Directive (EU) 2018/844	EPBD

Contexto normativo : Eficiencia energética en edificación

- Directiva EPBD 2010/31/UE eficiencia energética (edificios de consumo de energía casi nulo NZEB)

Edificio de energía casi nulo (NZEB) 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



- EDIFICIOS NUEVOS: para 2021(En 2019 los ocupados propiedad de autoridades públicas)
- EDIFICIOS EXISTES: No se marcan plazos concretos. Políticas y objetivos "para estimular la transformación de edificios que se reformen en edificios NZEB.
- Los Estados miembros elaborarán planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.

Energía procedente de fuentes renovables
Energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás.

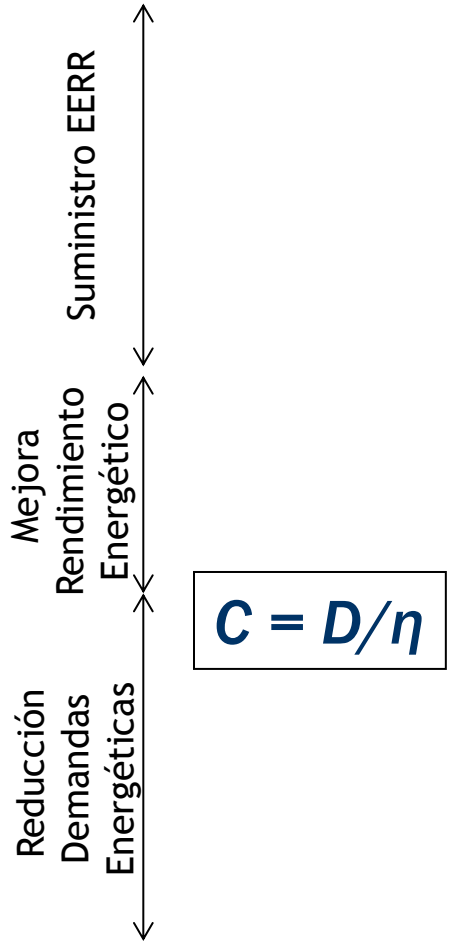
Certificación energética
Certificado reconocido por un Estado miembro, o por una persona jurídica designada por este, en el que se indica la eficiencia energética **de un edificio o unidad de este**, calculada con arreglo a una metodología adoptada de conformidad con el artículo 3.

Rehabilitación Energética!

NZEB!

Aproximación ECO-LÓGICA a los NZEB

Sistemas de control y gestión de la energía

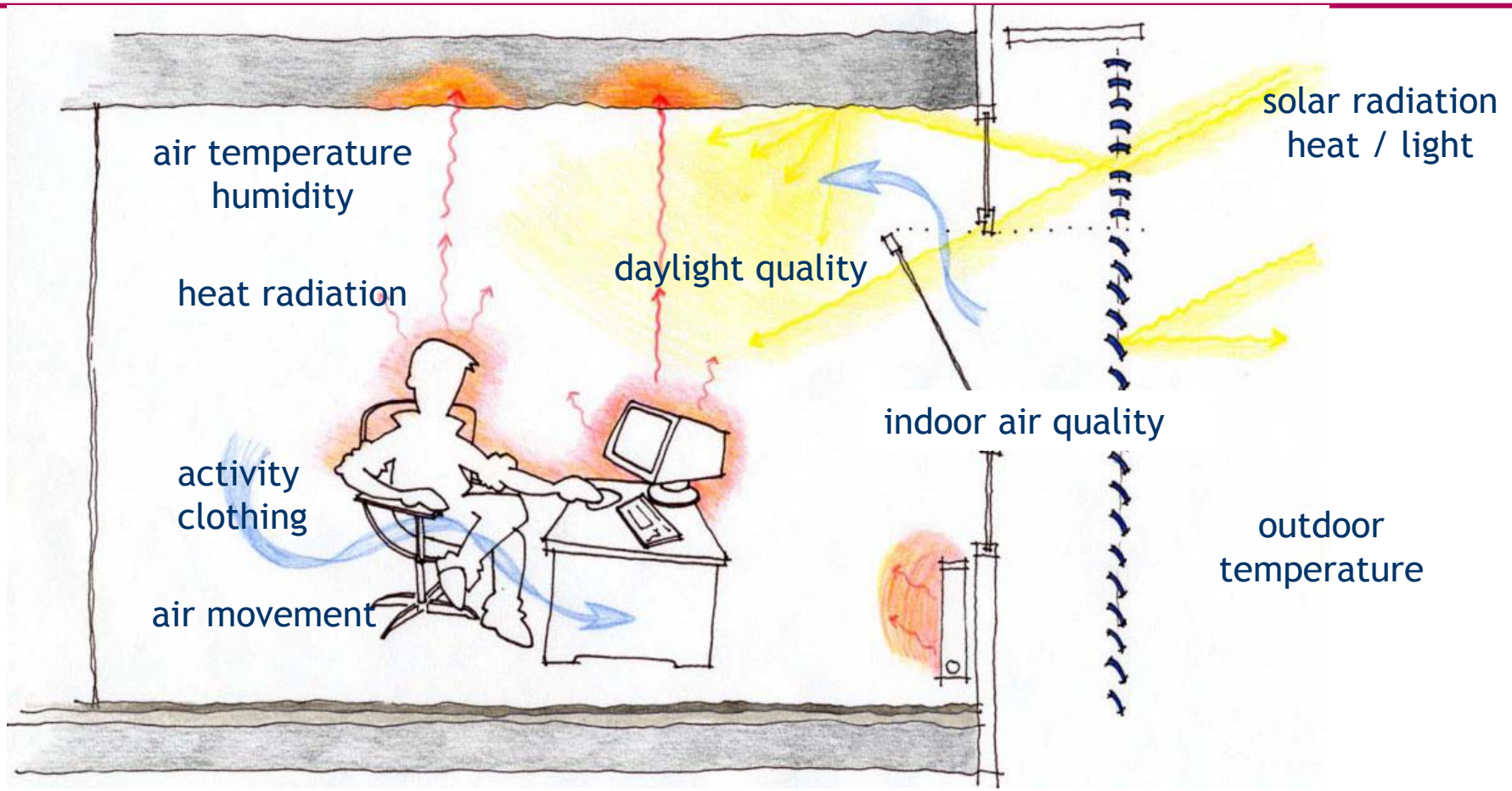


CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

índice

01	Eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación
02	Medidas de reducción de la demanda
03	Estudio de eficiencia energética de cubiertas

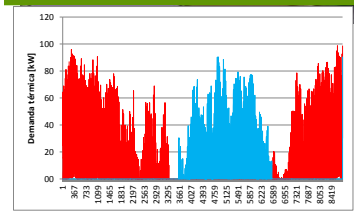
Demanda energética



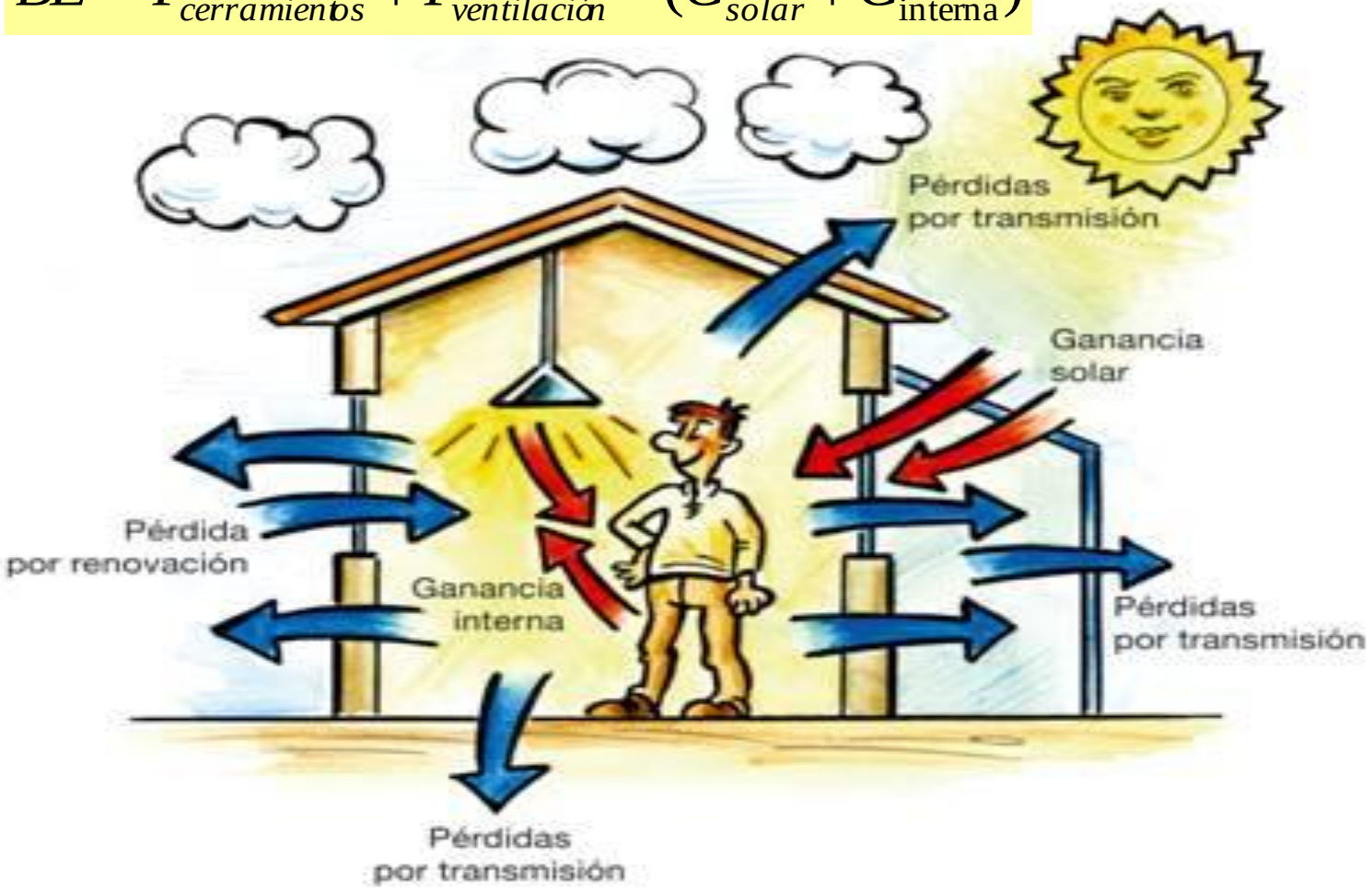
A grandes rasgos, la **'demanda energética'** de un edificio es la energía que éste requiere para que en su interior un usuario pueda disfrutar de unas determinadas condiciones de confort (kWh/m²año).

Balance energético

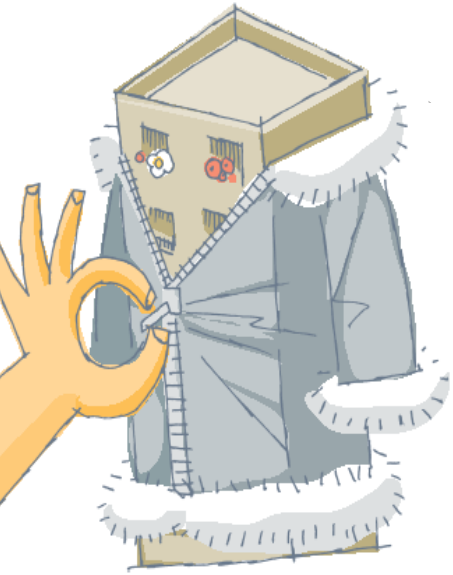
$$BE = P_{cerramientos} + P_{ventilación} - (G_{solar} + G_{\text{interna}})$$



Herramientas de simulación



Estrategia general de reducción de la demanda



EN INVIERNO: PÉRDIDAS- GANANCIAS

Limitar las pérdidas (aislamiento)
Promover ganancias (acceso solar, inercia)

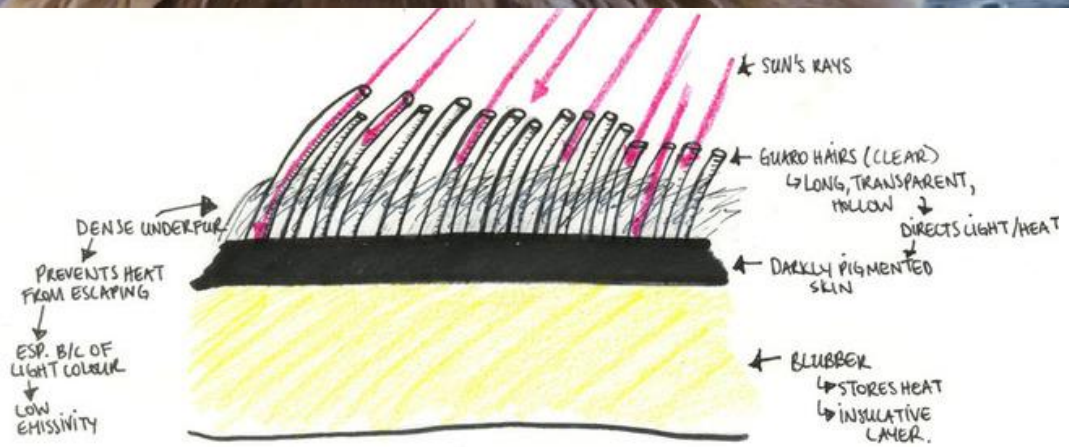
EN VERANO: GANANCIAS- PÉRDIDAS

Limitar ganancias (control solar)
Promover pérdidas (ventilación)

Aislamiento térmico

En climas fríos, el aislamiento es la mejor medida coste-efectiva para reducir el consumo energético en los edificios (calefacción).

Aislamiento **λ < 0,10 W/mK**



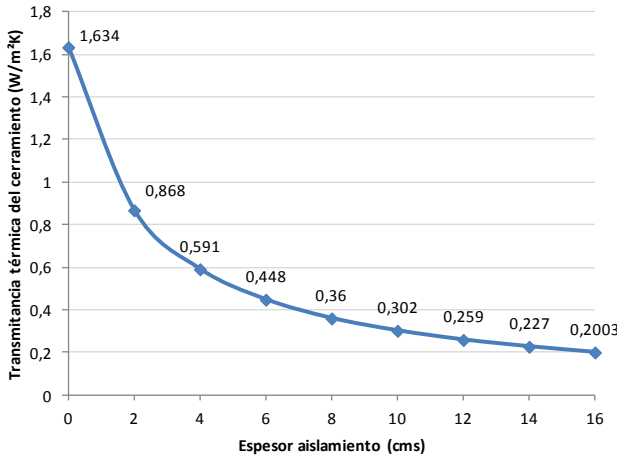
Aislamiento térmico

- Comportamiento del aislamiento térmico

NO aislamiento

2 cm

4 cm



8 cm

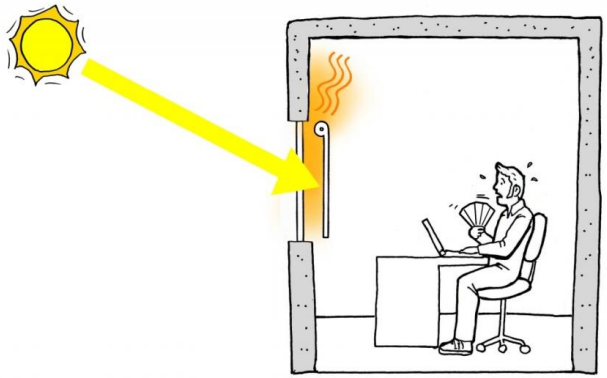
El incremento lineal del aislamiento no supone un incremento lineal de la reducción de la demanda. Por tanto existirá un espesor de aislamiento límite a partir del cual el ahorro económico proporcionado por el mismo no resulte rentable frente a su coste.

Vidrio aislante

El vidrio aislante, más conocido como doble acristalamiento o unidad de vidrio aislante (UVA), se refiere a dos o más hojas de vidrio selladas por los bordes con un espaciador perimetral que crea una cavidad intermedia formando una misma unidad.

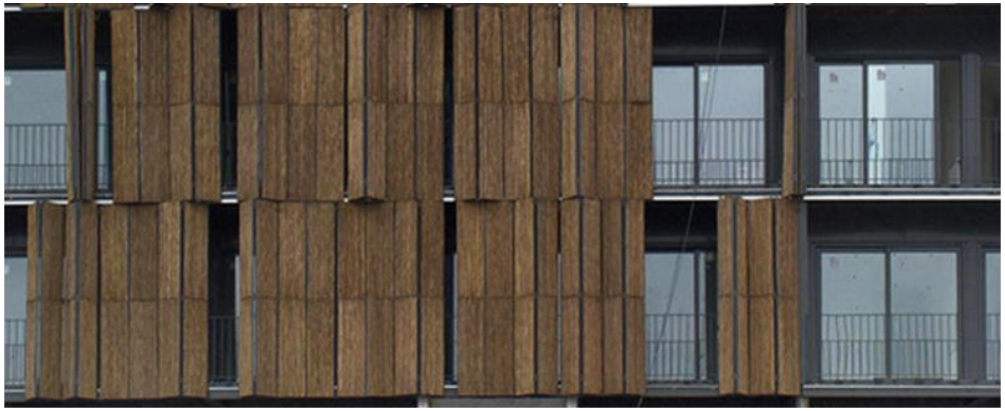
Para **mejorar el comportamiento conductivo térmico** de un acristalamiento pasivo podemos interponer cámaras de aire seco, colocar capas bajo emisivas (con la introducción de depósitos metálicos en la cara interna de la cámara en el vidrio interior), con una cámara al vacío o rellenando la cámara con gases u otros productos.

Protecciones solares



Protecciones solares interiores

Protecciones solares exteriores. Sede de CENER



Protecciones solares exteriores. Viviendas social es en Madrid

Protecciones solares

Lucernarios

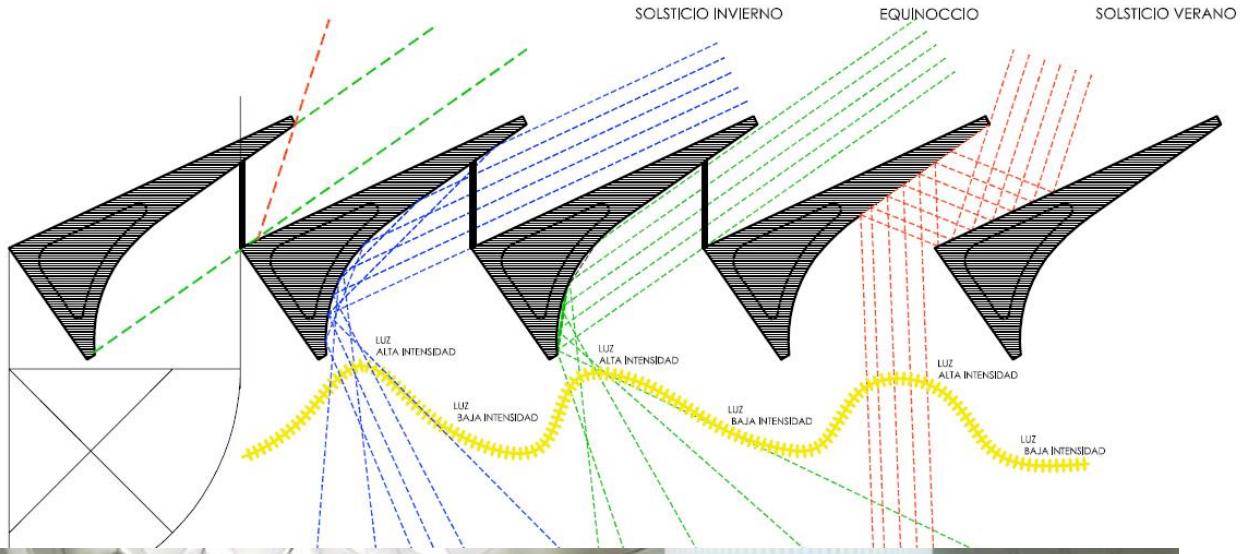


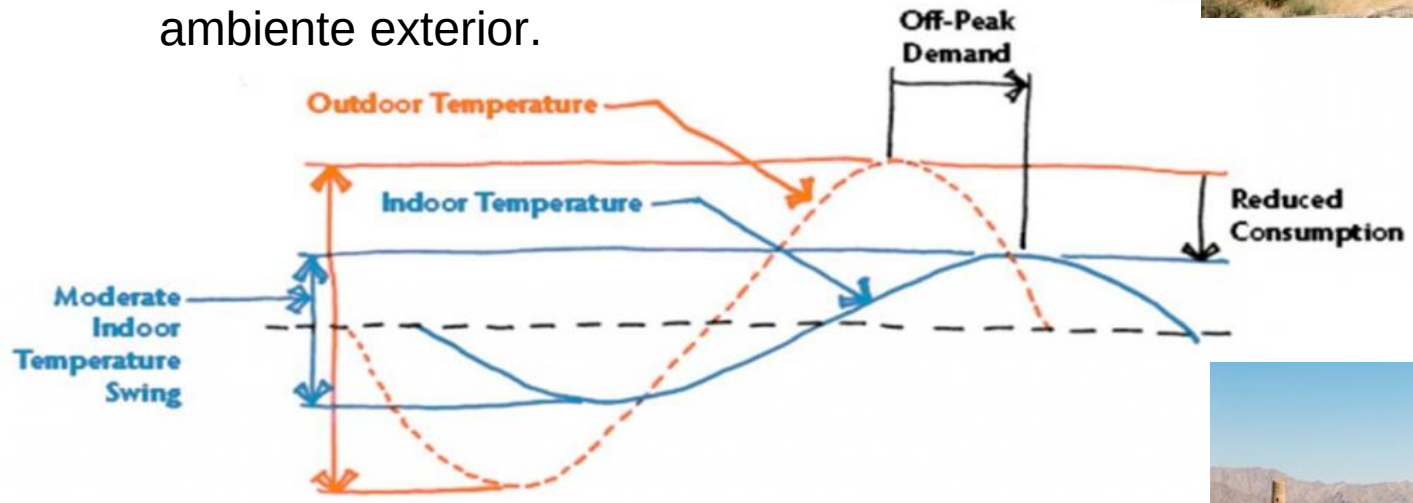
Imagen: Agencia andaluza de la energía de Sevilla. Ruiz Larrea &Asociados.

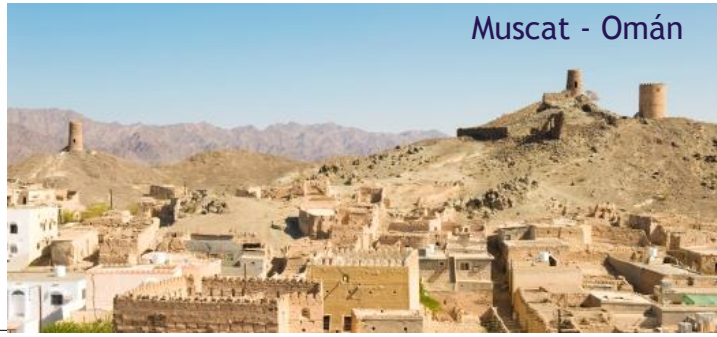
Inercia térmica

Los gruesos muros con elevada inercia térmica contribuyen a alcanzar el confort térmico en los espacios interiores.

La evolución libre de la temperatura en el interior de los edificios con alta inercia térmica tiende a acercarse a la temperatura media del ambiente exterior.

Guadix- España

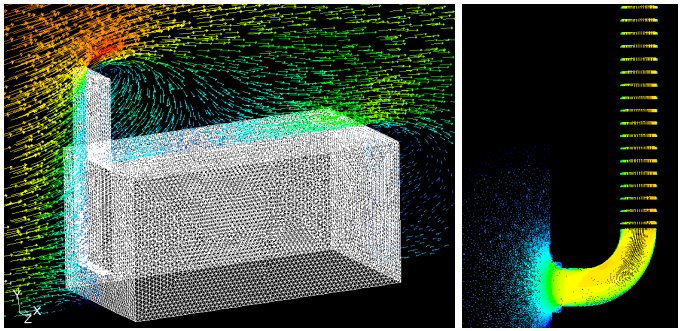


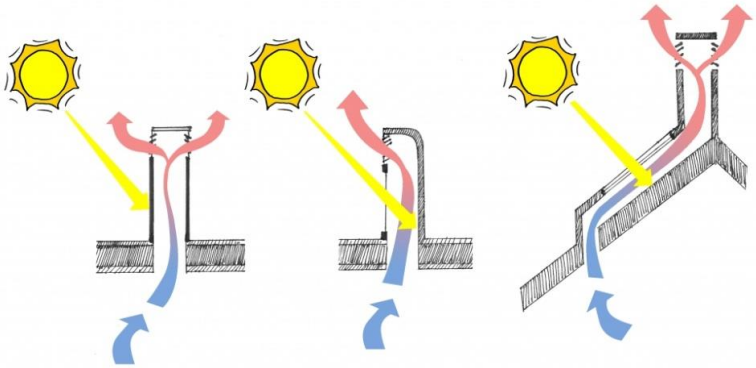


Muscat - Omán

Ventilación pasiva

Chimeneas solares con control de la ventilación natural





Proyecto de monitorización de chimenea solar. CENER

Chimeneas solares. Viviendas social es en Madrid

Ventilación pasiva

Ventilación + Enfriamiento evaporativo

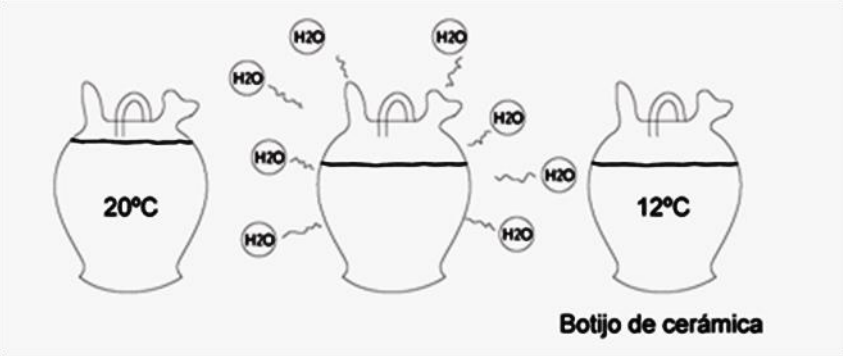
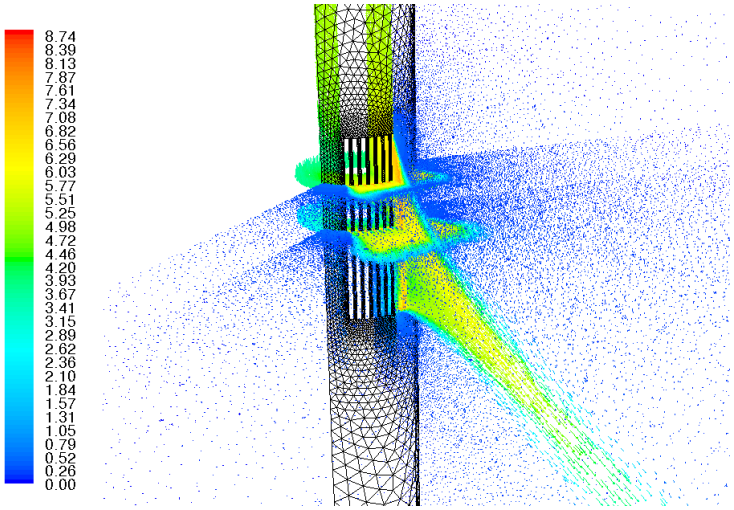


Imagen: Pabellón de España Expo 2008, Zaragoza. Mangado &Asociados S.L



1 gr de agua / s

=

2.5 kW cooling

=

1 m³ air/s
Lowering 2,2 ºC

Cubierta inclinada microventilada

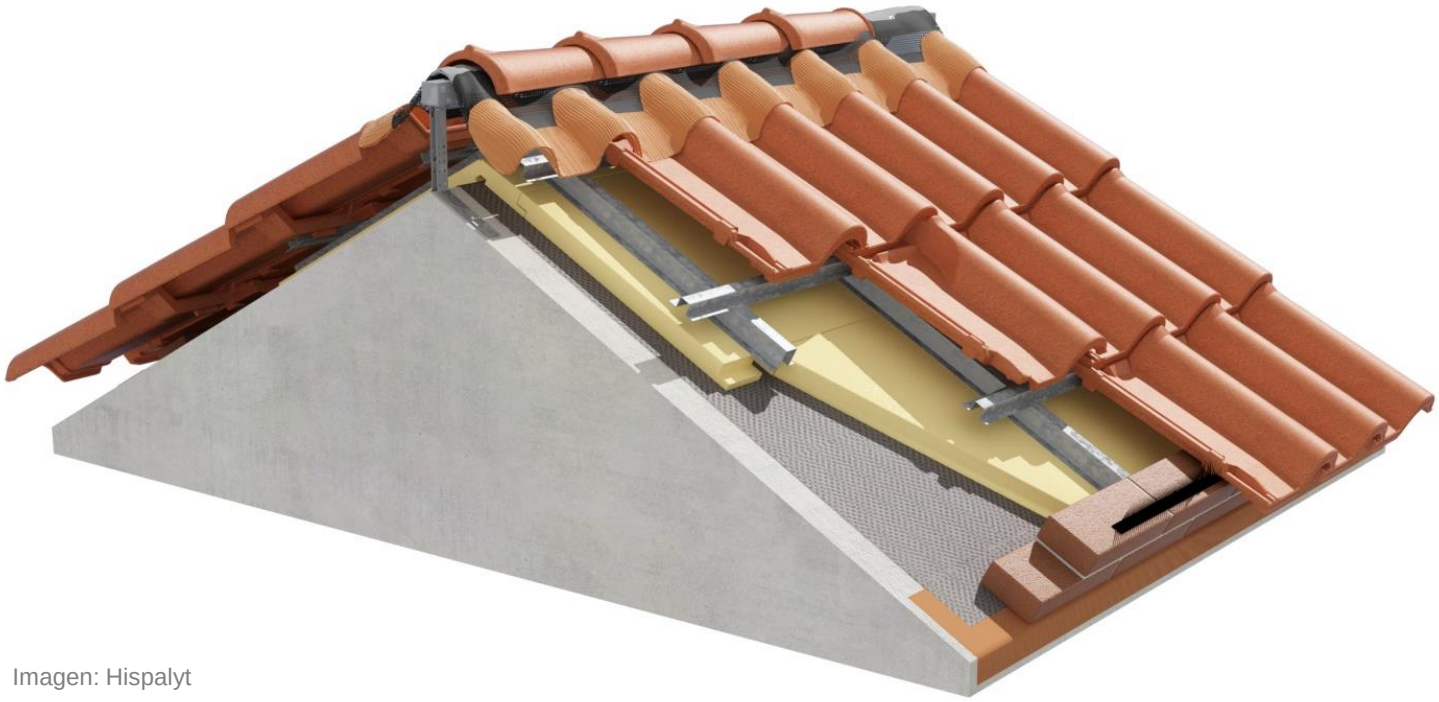


Imagen: Hispalyt

Cubierta con montaje en seco de las tejas cerámicas empleando para ello clavos, tornillos, clips, ganchos o grapas para su fijación, bien sobre un soporte discontinuo (rastreles), o bien sobre un soporte continuo (placas onduladas, etc.).

Cubierta inclinada microventilada

Cubierta inclinada LIGERAMENTE VENTILADA (por efecto de la microventilación de la cubierta de teja)

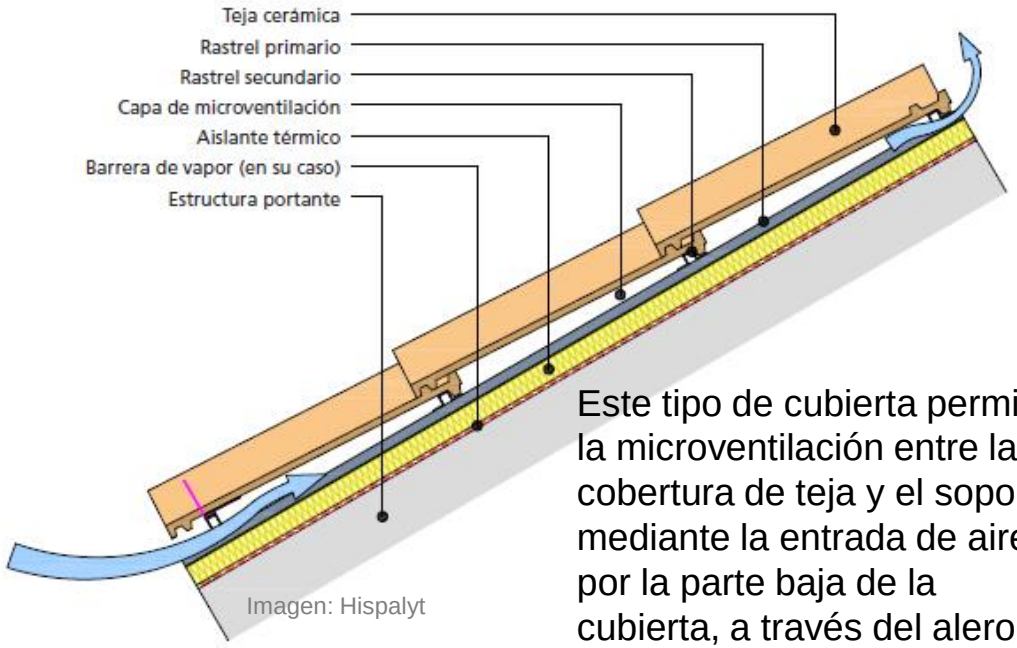
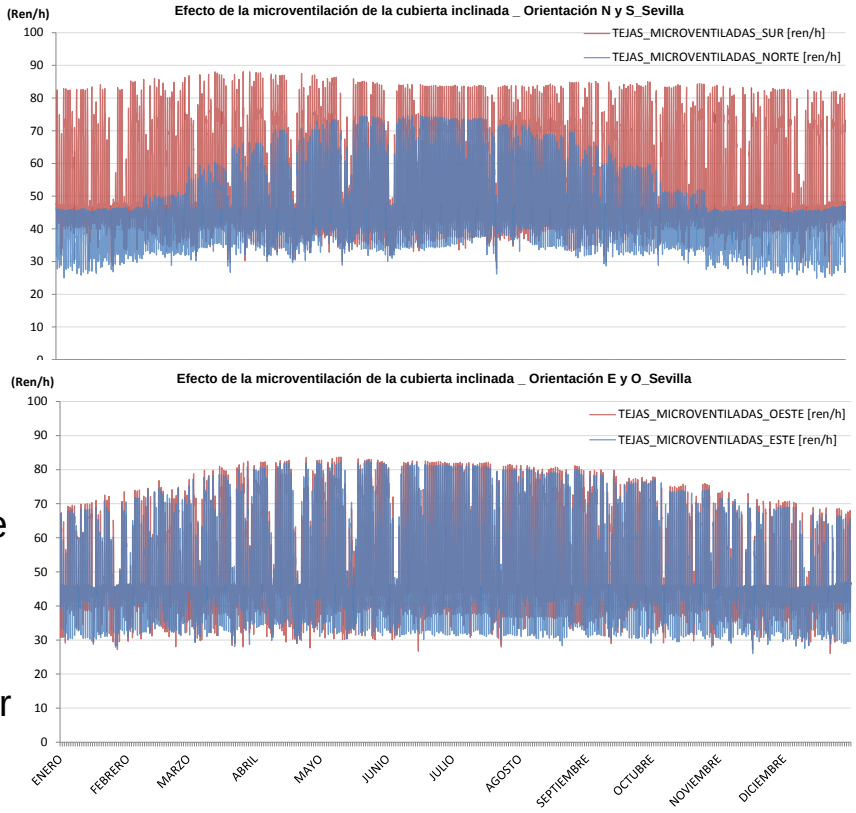


Imagen: Hispalyt

Evita además condensaciones bajo la teja, eliminando los problemas de heladicidad y aparición de mohos en la teja.

Este tipo de cubierta permite la microventilación entre la cobertura de teja y el soporte mediante la entrada de aire por la parte baja de la cubierta, a través del alero y las limahoyas, y su salida por la parte alta de la misma, a través de la cumbrera y las limatesas.



Fuente: Estudio de eficiencia energética de cubiertas. Promotejado-CENER

Cubierta inclinada muy ventilada

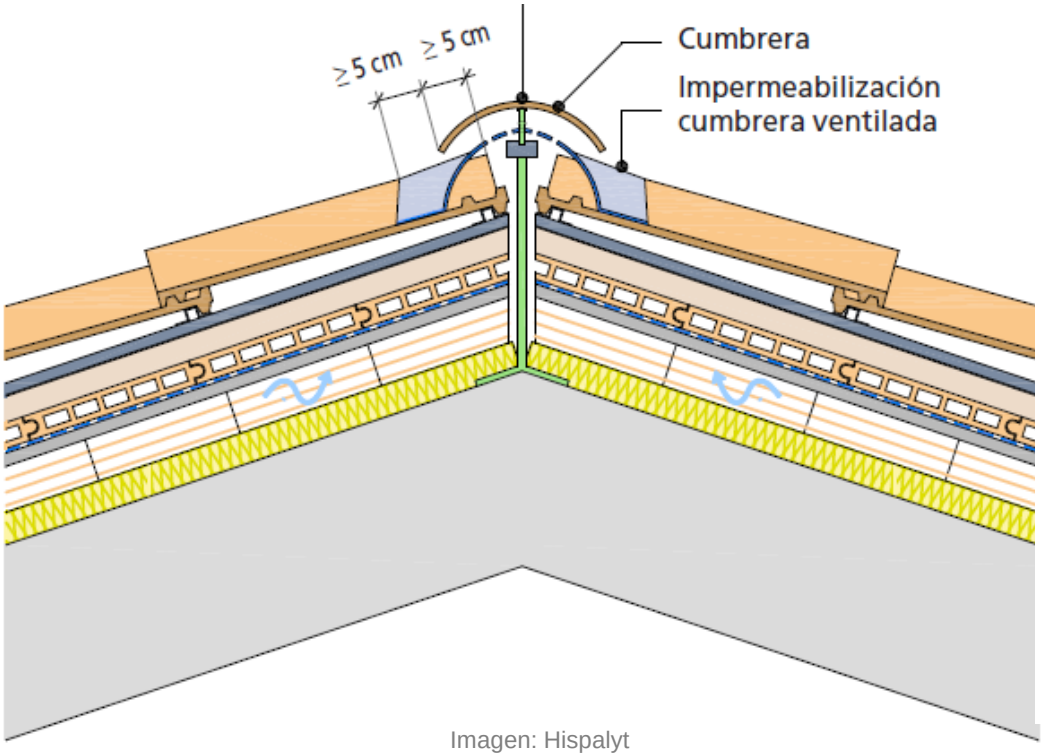


Imagen: Hispalyt

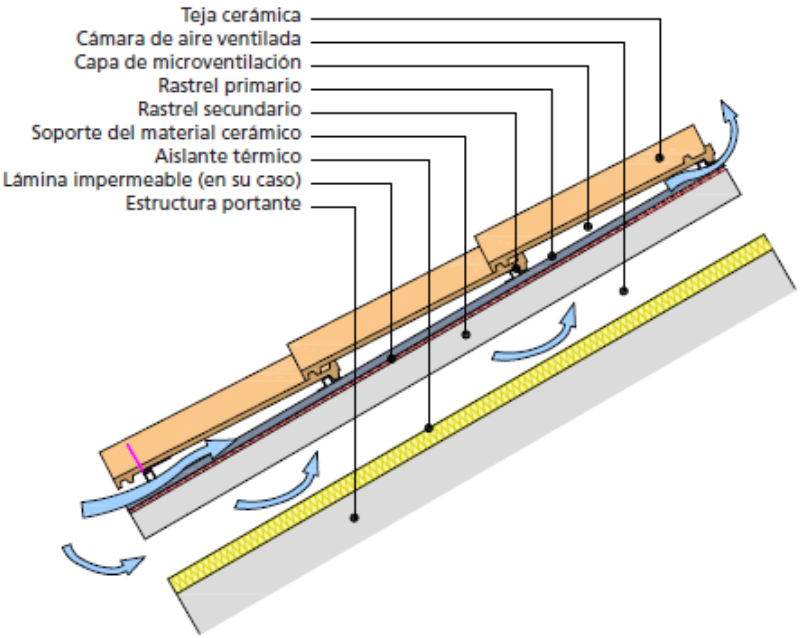


Imagen: Hispalyt

Cubierta compuesta por varias capas separadas por una cámara de aire ventilada intermedia. Esta cubierta puede presentar además microventilación bajo la cobertura de teja siempre que la fijación de las tejas se realice es seco.

CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

índice

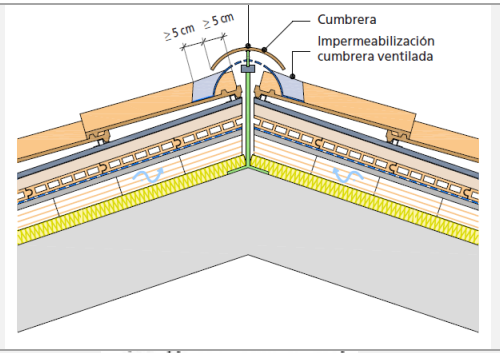
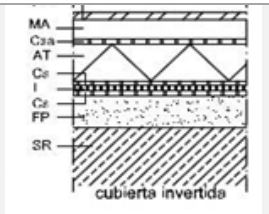
01	Eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación
02	Medidas de reducción de la demanda
03	Estudio de eficiencia energética de cubiertas

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO | MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
Ciemat
Gobierno de Navarra

Objeto y alcance

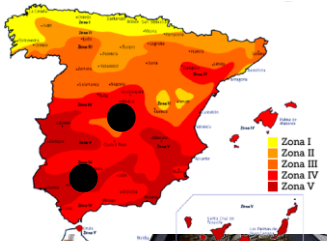
Este estudio tiene como objeto analizar las ventajas en eficiencia energética de la cubierta inclinada frente a la plana, tanto para el caso de rehabilitación como para obra nueva.

A través del modelado de un edificio de vivienda unifamiliar con diferentes tipologías de cubierta y la definición de diferentes escenarios (zonas climática, orientación de la vivienda, diferente grado de aislamiento térmico de la envolvente, etc.) se ha analizado la demanda energética de los edificios y la contribución energética del elemento de cubierta.

bierta	Nivel de ventilación de la cubierta	Descripción	
	No ventilada (CI convencional)	Cubierta inclinada con montaje tradicional de las tejas cerámicas, empleando pastas o morteros para su fijación. Este tipo de montaje no permite la microventilación bajo la cobertura de teja.	
a (CI)	Ligeramente ventilada (CI-microventilada)	Cubierta con montaje en seco de las tejas cerámicas empleando para ello clavos, tornillos, clips, ganchos o grapas para su fijación, bien sobre un soporte discontinuo (rastreles), o bien sobre un soporte continuo (placas onduladas, etc.). Este tipo de cubierta permite la microventilación entre la cobertura de teja y el soporte mediante la entrada de aire por la parte baja de la cubierta, a través del alero y las limahoyas, y su salida por la parte alta de la misma, a través de la cumbrera y las limatesas.	
	Muy ventilada (CI-muy ventilada)	Cubierta compuesta por varias capas separadas por una cámara de aire ventilada intermedia. Esta cubierta puede presentar además microventilación bajo la cobertura de teja siempre que la fijación de las tejas se realice es seco	
CP)	No ventilada (CP)	Cubierta plana, transitable, no ventilada, invertida con soporte resistente de losa de hormigón.	

Batería de simulaciones

38 simulaciones

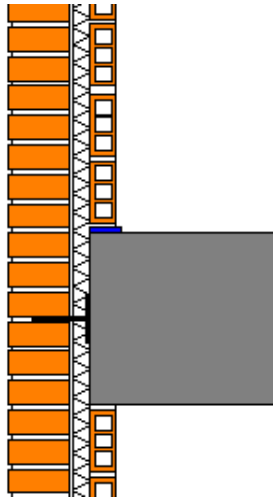


CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

	Tipología de edificio	Zona climática	Tipología de cubierta	Nivel de ventilación de la cubierta	Nivel de aislamiento del edificio (incluida la cubierta)	Orientación
Fase I	Vivienda unifamiliar de nueva construcción	Sevilla (B4)	Cubierta Inclinada (CI)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Ligeramente ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E*	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Muy ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E*	Norte-Sur
						Este-Oeste
			Cubierta Plana (CP)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E	Norte-Sur
						Este-Oeste
Fase II	Vivienda unifamiliar de nueva construcción	Madrid (D3)	Cubierta Inclinada (CI)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Ligeramente ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E*	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Muy ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E*	Norte-Sur
						Este-Oeste
			Cubierta Plana (CP)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice E	Norte-Sur
						Este-Oeste
Fase III	Vivienda unifamiliar rehabilitada	Sevilla (B4)	Cubierta Inclinada (CI)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Ligeramente ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D*	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Muy ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D*	Norte-Sur
						Este-Oeste
			Cubierta Plana (CP)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D	Norte-Sur
						Este-Oeste
Fase IV	Vivienda unifamiliar rehabilitada	Madrid (D3)	Cubierta Inclinada (CI)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Ligeramente ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D*	Norte-Sur
						Este-Oeste
				Muy ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D*	Norte-Sur
						Este-Oeste
			Cubierta Plana (CP)	No ventilada	CTE DB HE1-Apéndice D	Norte-Sur
						Este-Oeste

Edificios de referencia

- Viviendas unifamiliares entre-medianeras.
- Se ha tratado de evitar grandes superficies acristaladas.
- Prototipo CI con Velux MK04 y prototipo CP con ventanas en planta superior.
- Distribución de huecos simétrica en fachadas opuestas.
- Única calidad constructiva para todos los huecos verticales y homogéneos para todo el periodo anual.
- Sistema Structura que envita algunos puentes térmicos integrados.
- Mismo nivel de aislamiento de las CI-microventilada y CI-muy ventilada respecto CI.



Con objeto de estimar qué superficie acristalada equivalente correspondería al prototipo de vivienda de CP respecto al modelo de CI en el que se han definido unos huecos concretos (Velux MK04) se realizan unos cálculos sencillos sobre la cantidad de radiación global acumulada en la planta alta de las viviendas durante todo el año y durante el periodo estival.

Edificios de referencia. Cerramientos de la envolvente térmica

Cubierta inclinada LIGERAMENTE VENTILADA (por efecto de la microventilación de la cubierta de teja)

Colocación de la teja a doble rastrel, creándose de esta forma una ventilación bajo las mismas.

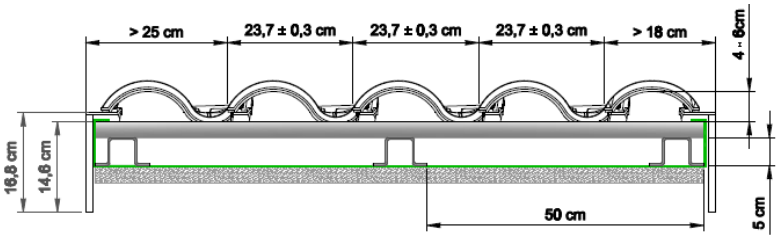
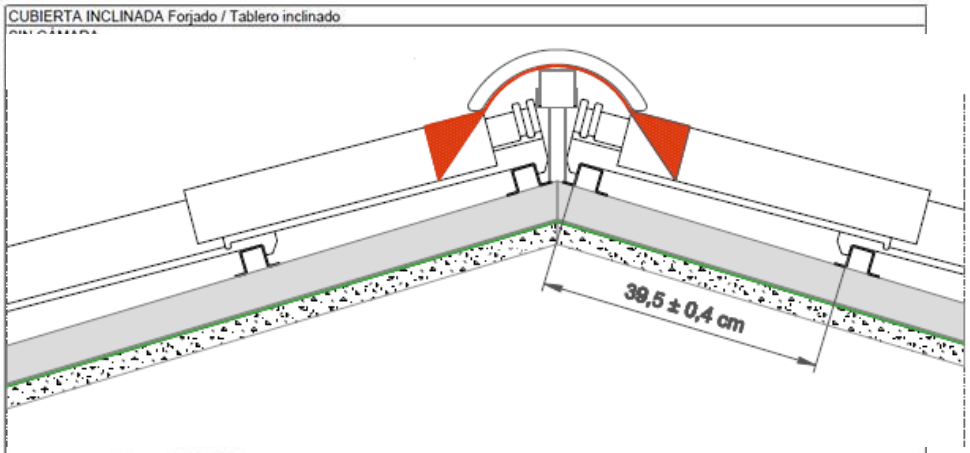
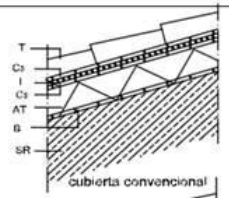
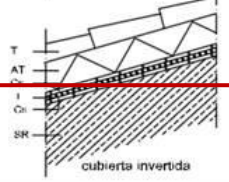


Imagen: Hispalyt

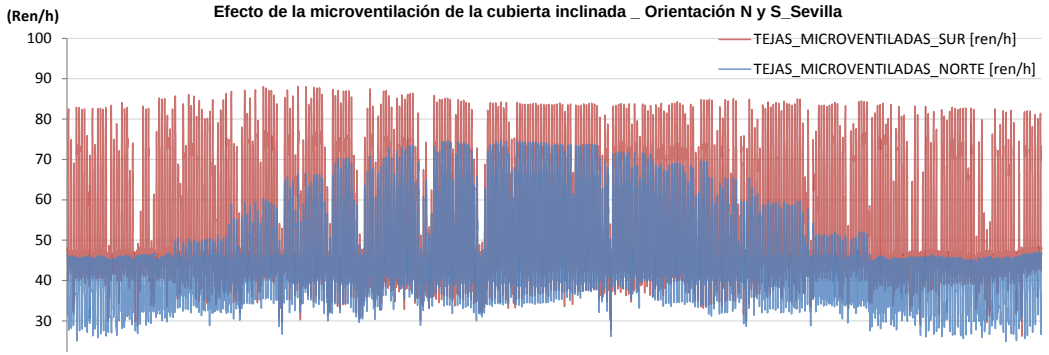
Mismo aislamiento térmico que la CI sin ventilar con objeto de comparar los resultados de las simulaciones energéticas.

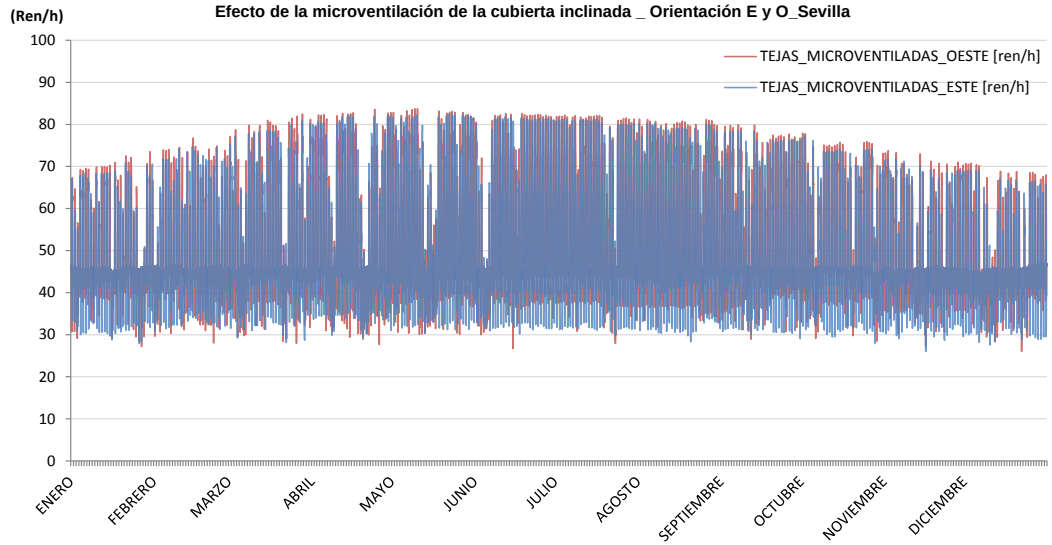


Código	Sección	Soporte resistente SR		HE [4] U (W/m^2K)	HR m (kg/m^2)	HR R_A (dBA)	HR R_{Atr} (dBA)
C 9.1		FU	BP	$1/(0,99+R_{AT})$	(5)	(5)	(5)
C 9.2			BC	$1/(0,47+R_{AT})$	(5)	(5)	(5)
C 9.3			BH	$1/(0,38+R_{AT})$	(5)	(5)	(5)
C 9.4		L		$1/(0,27+R_{AT})$	(5)	(5)	(5)

Edificios de referencia. Cerramientos de la envolvente térmica

Cubierta inclinada LIGERAMENTE VENTILADA (por efecto de la microventilación de la cubierta de teja)





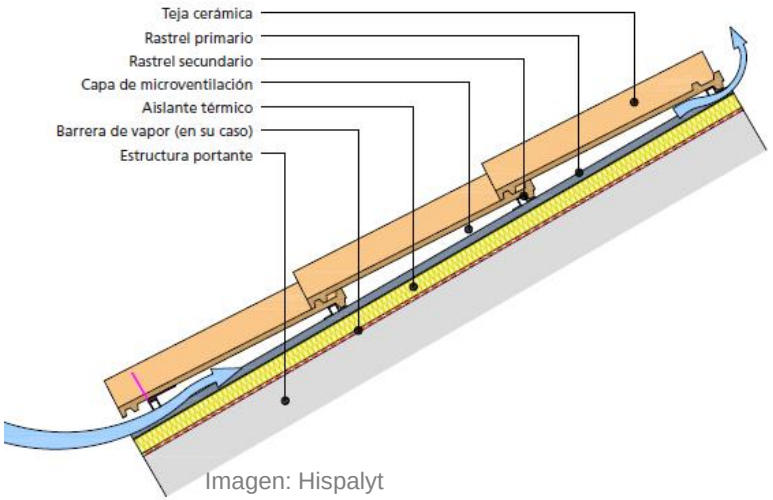


Imagen: Hispalyt

Edificios de referencia. Cerramientos de la envolvente térmica

Cubierta inclinada MUY VENTILADA

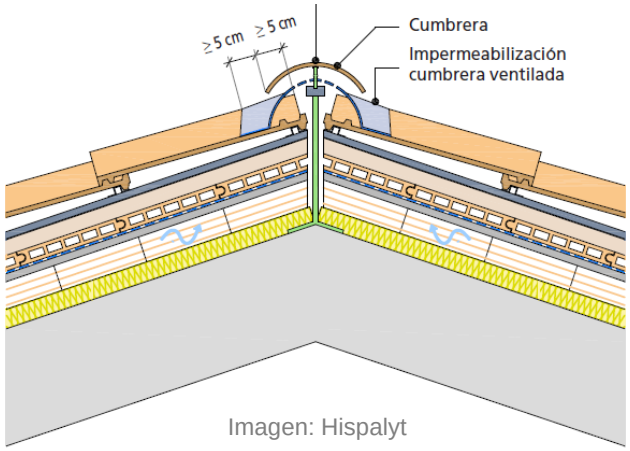
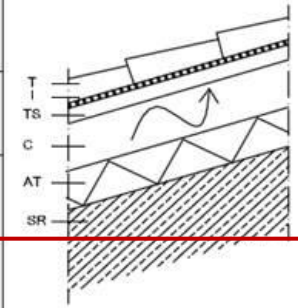


Imagen: Hispalyt

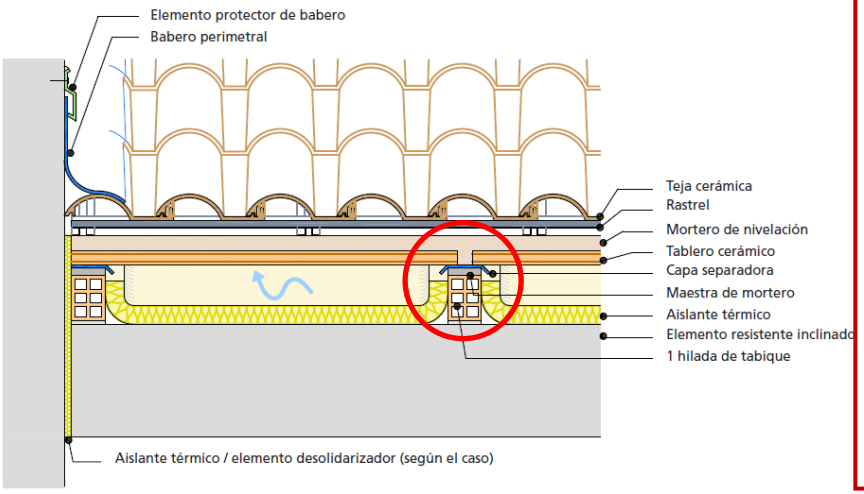
CUBIERTA INCLINADA Forjado / Tablero inclinado
CON CÁMARA VENTILADA
Convencional
Tejas, pizarra, placas y perfiles metálicos

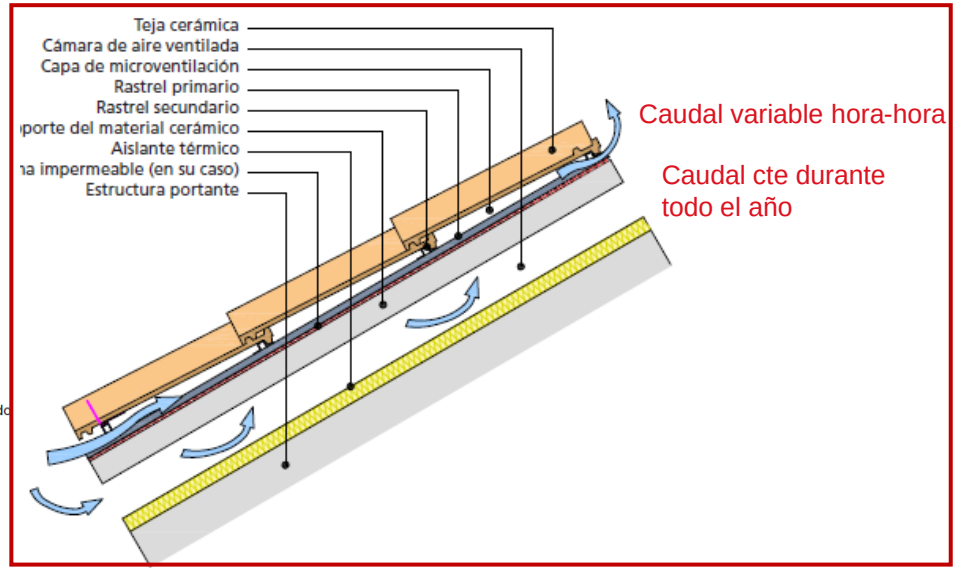
T Tejado (Tejas, pizarra, placas y perfiles metálicos)
I capa de impermeabilización[1]
TS Tablero soporte de madera
C cámara de aire ventilada. Las aberturas han de cumplir que el cociente entre el área efectiva total S_e en cm^2 y la superficie de la cubierta A_c en m^2 cumpla la condición $30 > S_e / A_c > 3$
AT aislante
SR soporte resistente y formación de pendientes[2]
FU forjado unidireccional
BP elementos de entrevigado (bovedilla) de EPS
BC elementos de entrevigado (bovedilla) cerámicos
BH elementos de entrevigado (bovedilla) de hormigón
L losa

Código	Sección	Soporte resistente SR		HE [3] U (W/m^2K)	HR m (kg/m^2)	HR R_A (dBA)	HR R_{Atr} (dBA)
C 11.1		FU	BP	$1/(1{,}20+R_{AT})^{(4)}$ $1/(1{,}03+R_{AT})^{(5)}$	(6)	(6)	(6)
C 11.2			BC	$1/(0{,}68+R_{AT})^{(4)}$ $1/(0{,}51+R_{AT})^{(5)}$	(6)	(6)	(6)
C 11.3			BH	$1/(0{,}59+R_{AT})^{(4)}$ $1/(0{,}42+R_{AT})^{(5)}$	(6)	(6)	(6)
C 11.4		L		$1/(0{,}48+R_{AT})^{(4)}$ $1/(0{,}31+R_{AT})^{(5)}$	(6)	(6)	(6)

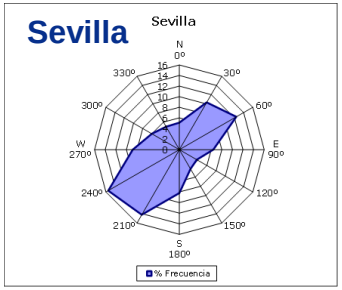
Edificios de referencia. Cerramientos de la envolvente térmica

Cubierta inclinada MUY VENTILADA

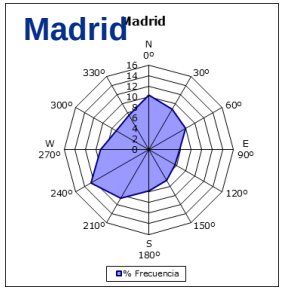




Se considera en el cálculo de las simulaciones una resistencia térmica de la hoja interior del cerramiento idéntica a la resistencia térmica del resto de cerramientos de cubierta inclinada para poder realizar análisis comparativos. Esto supone que la U equivalente incluye las pérdidas de calor que se producen a través de los puentes térmicos del propio sistema constructivo

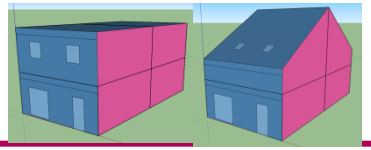


1,37 m/s a 5 m de altura



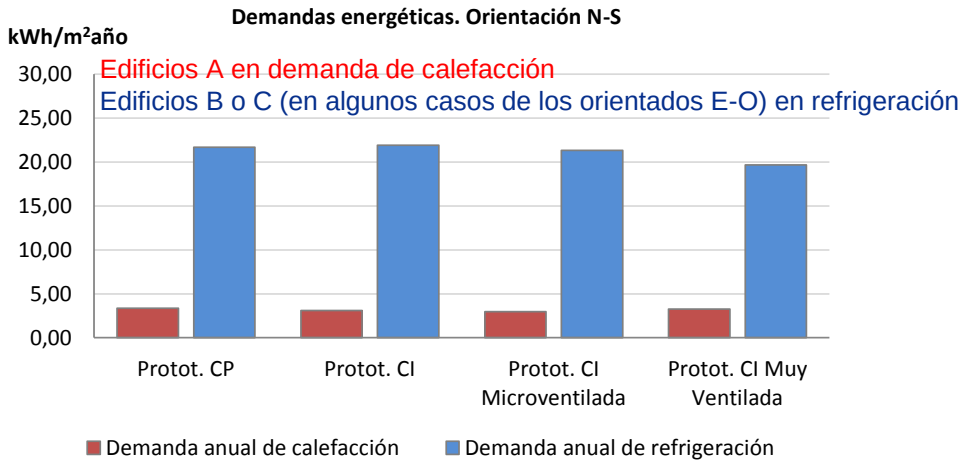
1,19 m/s a 5 m de altura

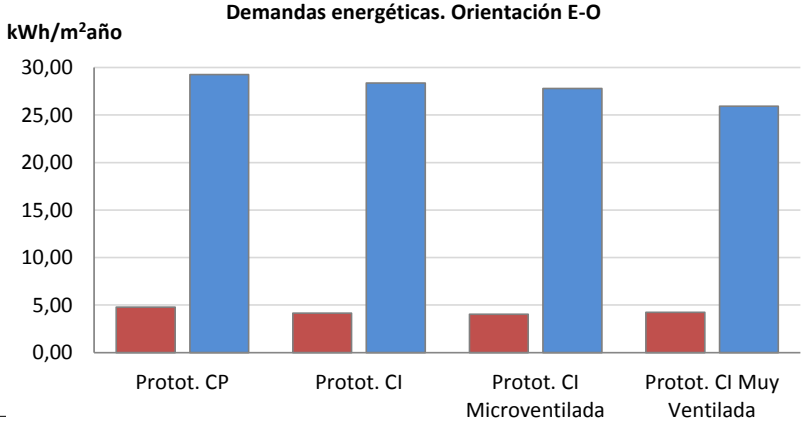
Resultados Fase I y Fase II



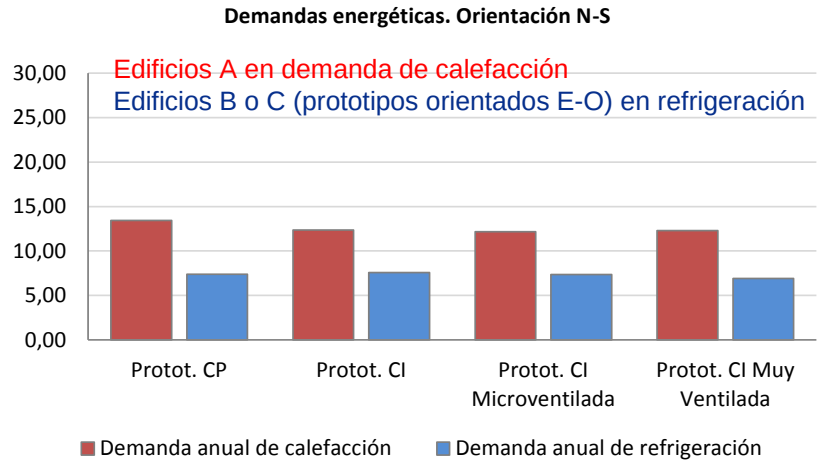
Demandas anuales de calefacción y refrigeración

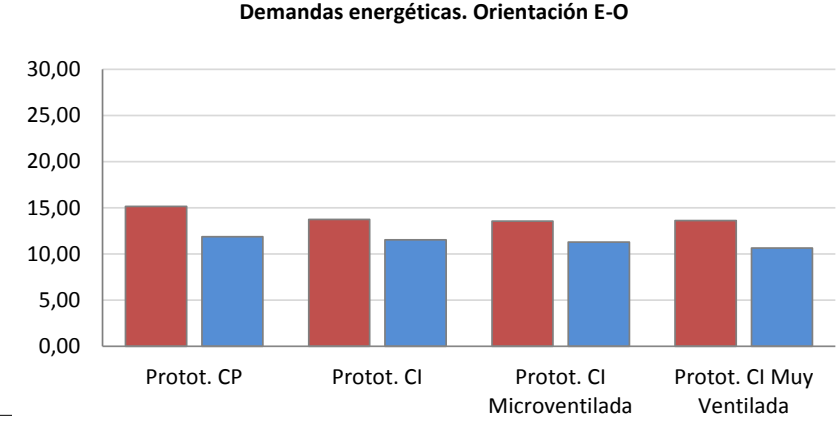
Sevilla

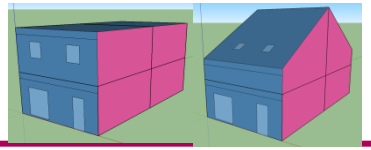




Madrid

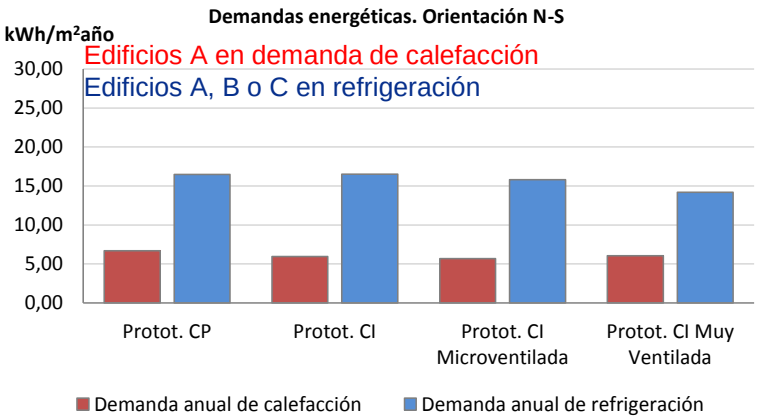




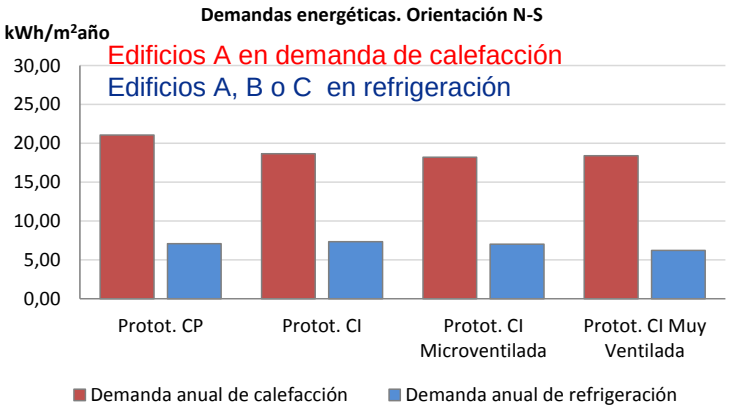


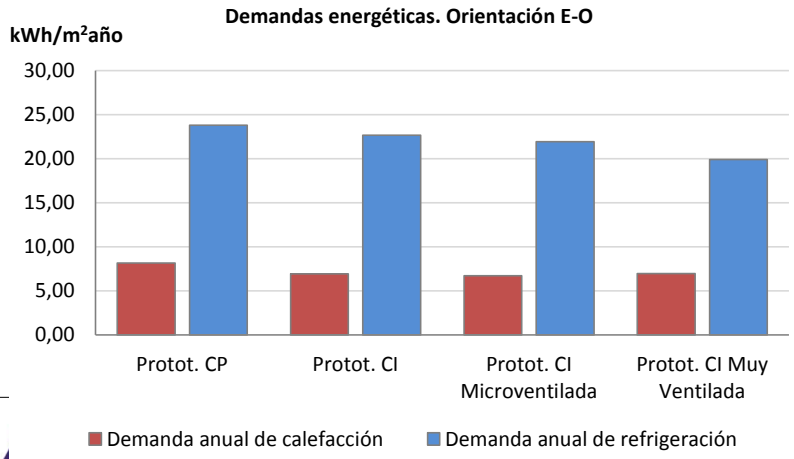
Demandas anuales de calefacción y refrigeración

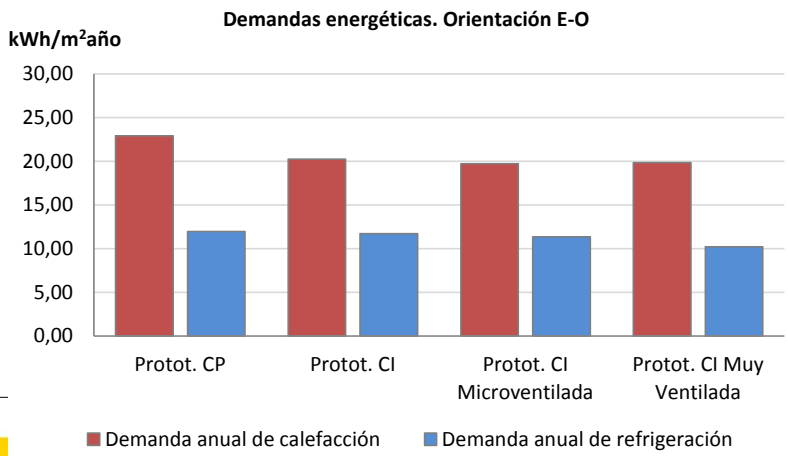
Sevilla



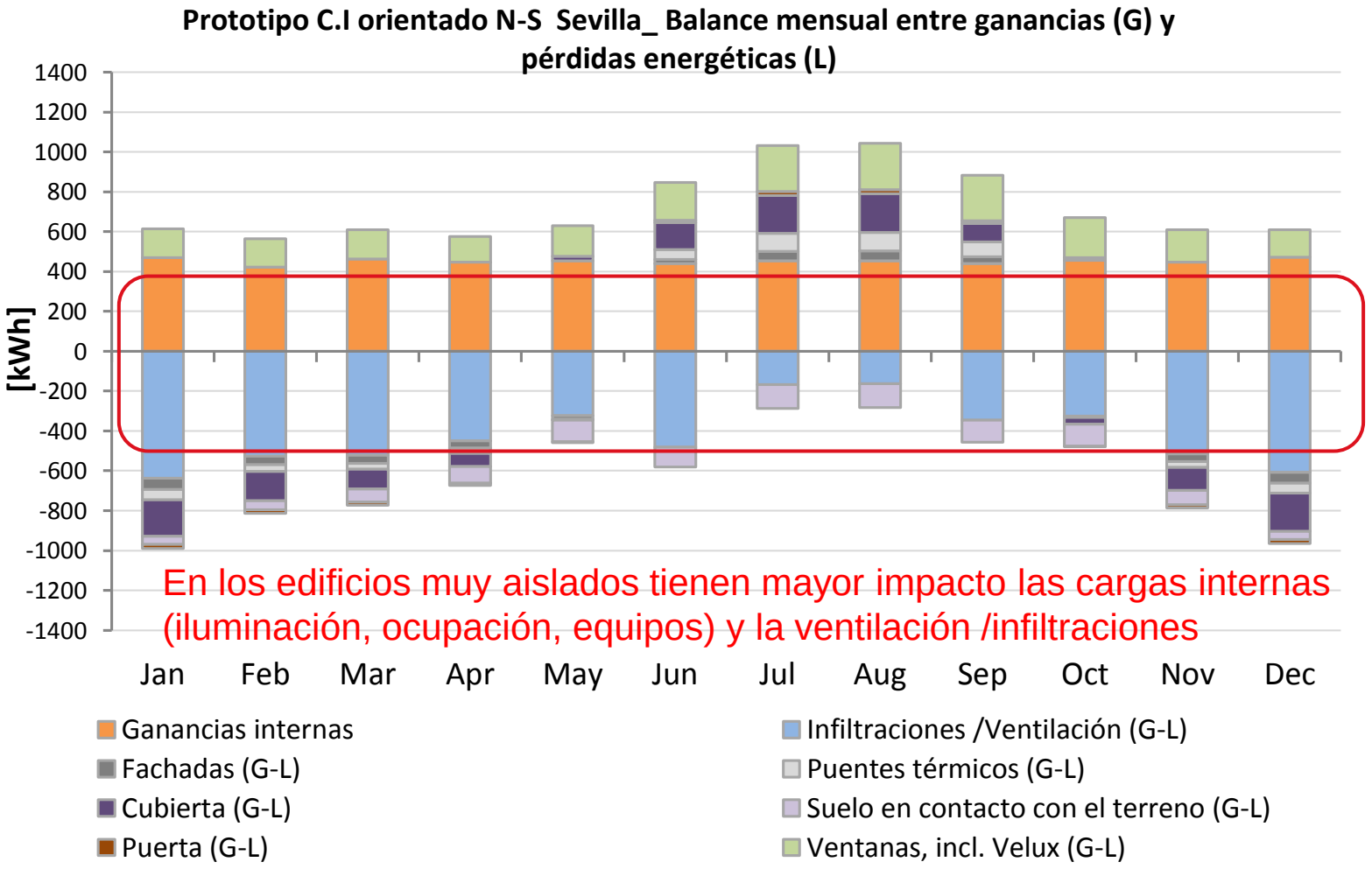
Madrid





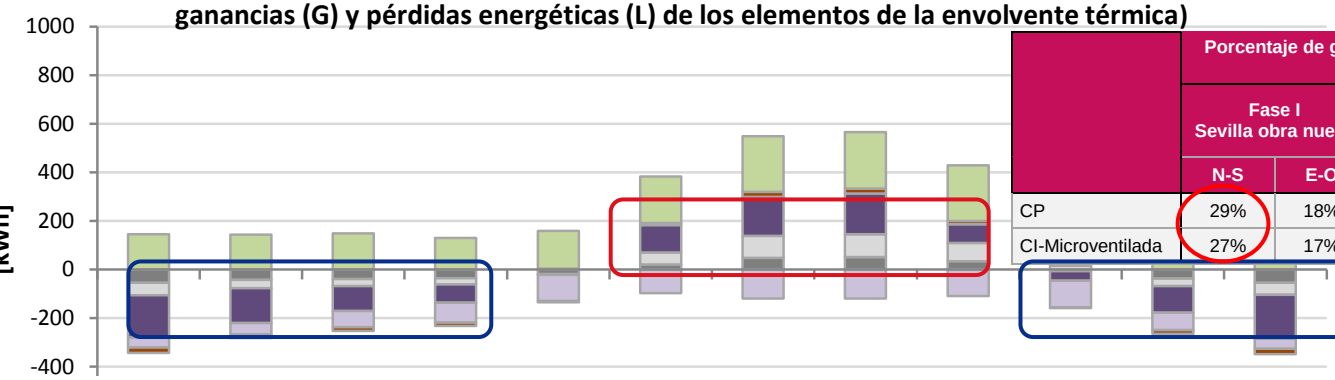


Resultados Fase I



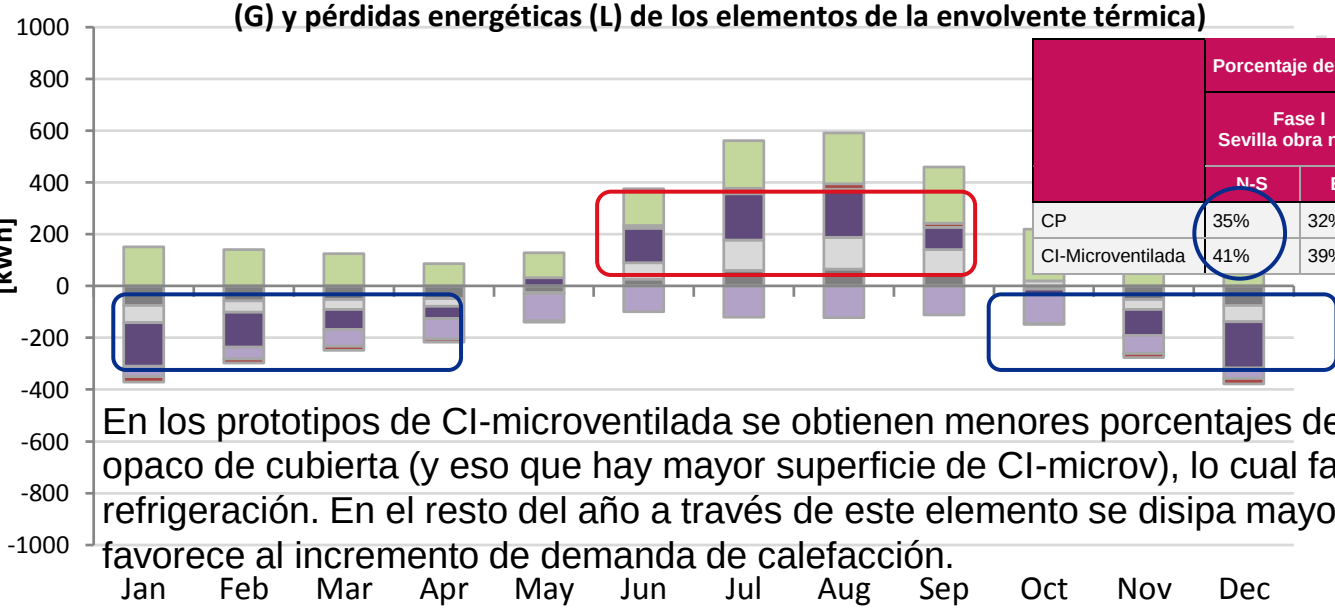
Resultados Fase I

Fase I_Prototipo CI-microventilado orientado N-S Sevilla_Balance mensual entre ganancias (G) y pérdidas energéticas (L) de los elementos de la envolvente térmica)



	Porcentaje de ganancias obtenidas a través del elemento de cubierta durante los meses de verano (Jun-Sept)							
	Fase I Sevilla obra nueva		Fase II Madrid obra nueva		Fase III Sevilla rehabilit.		Fase IV Madrid rehabilit.	
	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O
CP	29%	18%	20%	11%	28%	17%	23%	12%
CI-Microventilada	27%	17%	16%	9%	26%	16%	18%	10%

Fase I_Prototipo CP orientado N-S Sevilla_Balance mensual entre ganancias (G) y pérdidas energéticas (L) de los elementos de la envolvente térmica)



	Porcentaje de pérdidas disipadas a través del elemento de cubierta durante Oct-							
	Fase I Sevilla obra nueva		Fase II Madrid obra nueva		Fase III Sevilla rehabilit.		Fase IV Madrid rehabi	
	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-
CP	35%	32%	31%	30%	20%	19%	31%	31%
CI-Microventilada	41%	39%	37%	36%	24%	24%	36%	36%

En los prototipos de CI-microventilada se obtienen menores porcentajes de ganancias a través del elemento opaco de cubierta (y eso que hay mayor superficie de CI-microv), lo cual favorece a reducir la demanda de refrigeración. En el resto del año a través de este elemento se disipa mayor cantidad de energía, lo que favorece al incremento de demanda de calefacción.

Ciemat

Gobierno de Navarra

Conclusiones principales del análisis de los prototipos estudiados

Demandas anuales de los modelos de CP y CI-microventilada y CI-vent.

- Ligera menor demanda de refrigeración de aquellos prototipos de CI-microventilada respecto a los de CP:
  - En los orientados N-S oscila entre 0-4%
  - En los orientados E-O oscila entre 5-8%
- El efecto “refrescante” de la ventilación de los modelos con CI-muy ventilada es más notorio.

Comparativa de demanda de los modelos de cubierta inclinada:

Analizando sólo los modelos con cubiertas inclinadas.

- Ligera menos demanda de refrigeración de los modelos con CI-microventilada respecto los de CI convencional (3-5%)
- Mayor reducción en los modelos con CI-muy ventilada (10%)

Consideraciones respecto a los prototipos CP y CI

•**Diferencias en las ganancias-pérdidas por transmisión a través de los huecos de planta**. El no equiparar las pérdidas de calor a través de los huecos de planta alta de los prototipos de CP frente a los huecos Velux provoca descompensaciones térmicas entre ambos modelos. **Esto favorece al prototipo de CI en cuanto a la demanda de calefacción y lo perjudica en cuanto a la demanda de refrigeración.**

•**Diferencias en las ganancias y pérdidas de calor a través de los puentes térmicos de contornos de huecos**: Mayores pérdidas de calor a través de los puentes térmicos asociados al contorno de huecos de planta alta de los prototipos de CP debido a las diferencias dimensionales de estos huecos respecto a las Velux de los prototipos de CI, así como a los diferentes valores de transmisión térmica lineal de los mismos. **Este aspecto favorece al prototipo de CI frente al de CP.**

•**Diferencias en las ganancias solares a través de los huecos de planta alta de los edificios**: Aunque a la hora de definir los edificios de referencia se ha hecho un esfuerzo en equiparar las ganancias de ambos prototipos, existen diferencias en la cantidad de ganancias solares recibidas a través de los huecos de planta alta de los prototipos de CI respecto los de CP. **Estas diferencias, que son más acusadas en los modelos orientados N-S**, **favorecen a los modelos con CP**.

•**Diferente compacidad, y superficie total de pérdidas-ganancias**. Una cualidad intrínseca de la geometría de los edificios considerados es que a igual volumen el edificio de CI tiene menor superficie global de pérdidas y ganancias a través de la envolvente que el edificio .

Consideraciones respecto a los prototipos CP y CI

•**Diferencias en las ganancias-pérdidas por transmisión a través de los huecos de planta**. El no equiparar las pérdidas de calor a través de los huecos de planta alta de los prototipos de CP frente a los huecos Velux provoca descompensaciones térmicas entre ambos modelos. **Esto favorece al prototipo de CI en cuanto a la demanda de calefacción y lo perjudica en cuanto a la demanda de refrigeración.**

•**Diferencias en las ganancias y pérdidas de calor a través de los puentes térmicos de contornos de huecos**: Mayores pérdidas de calor a través de los puentes térmicos asociados al contorno de huecos de planta alta de los prototipos de CP debido a las diferencias dimensionales de estos huecos respecto a las Velux de los prototipos de CI, así como a los diferentes valores de transmisión estimados en ambos modelos. **Este aspecto favorece al prototipo de CI frente al de CP.**

La extrapolación de resultados y conclusiones a otros casos requerirá de otros estudios específicos

•**Diferencias en las ganancias solares a través de los huecos de planta alta de los edificios**: Aunque a la hora de definir los edificios de referencia se ha hecho un esfuerzo en equiparar las ganancias de ambos prototipos, existen diferencias en la cantidad de ganancias solares recibidas a través de los huecos de planta alta de los prototipos de CI respecto los de CP. **Estas diferencias, que son más acusadas en los modelos orientados N-S**, **favorecen a los modelos con CP**.

•**Diferente compacidad, y superficie total de pérdidas-ganancias**. Una cualidad intrínseca de la geometría de los edificios considerados es que a igual volumen el edificio de CI tiene menor superficie global de pérdidas y ganancias a través de la envolvente que el edificio .

www.cener.com

Gracias por su atención!

CENER | CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

idiaz@cener.com