



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Transmisión de Calor y Masa en las Envolventes

Métodos normativos. Aplicaciones numéricas y experimentales

Dr. Roberto Garay Martinez
Tecnalia, División Building Technologies
roberto.garay@Tecnalia.com
+34 667 178 958

Beñat Arregi Goikolea
Tecnalia, División Building Technologies
benat.arregi@tecnalia.com
+34 610 742 971



Bio

Roberto GARAY MARTINEZ, Ingeniero Industrial (UPV 2008), Doctor en Ingeniería (UdL, 2017).

Investigador en particularmente en transmisión de calor en la edificación. Experto en experimentación en la infraestructura KUBIK^{by Tecnalia}. Es consultor externo para el diseño de infraestructuras experimentales singulares.

Es activo en la integración de sistemas energéticos en la edificación, enfocado al uso de tecnologías solares y a sistemas de generación térmica renovable.

Certified Measurement and Verification Professional (2015) y Certified Energy Manager (2018) por la AEE.

Es co-autor de más de 30 artículos científicos indexados y ponencias en conferencias internacionales. Es co-autor de 2 patentes y ha sido consultor de la European Construction Technology Platform (ECTP) en la selección de tecnologías prometedoras para su catálogo 2018.

Beñat ARREGI GOIKOLEA, Arquitecto (UPV 2007).

Tras iniciar su trayectoria profesional en el ámbito de la arquitectura, en los últimos diez años está enfocado en la consultoría e investigación en eficiencia energética, tecnología de la construcción y simulación térmica e higrotérmica.

En 2009 participó de la creación de Building Life Consultancy en Dublín, como responsable de modelización y optimización higrotérmica de fachadas. Ha trabajado para los principales fabricantes, universidades e instituciones públicas de Irlanda y Reino Unido.

En 2016 se incorporó a Tecnalia, como investigador en envolventes de altas prestaciones energéticas. Es co-autor de más de 20 publicaciones, y ha impartido cursos sobre diseño y rehabilitación energética de envolventes y workshops de modelado térmico y simulación higrotérmica para el Royal Institute of the Architects of Ireland (RIAI, >40 ediciones). Desde 2016 es profesor del máster MSc Building Performance en la Escuela de Arquitectura de TU Dublin.



Temario

Temas

- Introducción
- Transmisión de calor en envolventes opacas y aislamiento térmico
- Aplicación numérica a Puentes Térmicos
- Transmisión de vapor y condensaciones
- Aplicación numérica a condensaciones mediante método de Glaser
- Sistemas acristalados
- Aplicaciones experimentales en edificación

Enfoque

- Revisión del fenómeno térmico fundamental y normativa técnica
- Aplicaciones prácticas

Software

- Therm <https://windows.lbl.gov/software/therm>
- Calculo condensaciones intersticiales URSA <https://www.ursa.es/es-es/descargas/programas-de-calculo/Paginas/calculo-aislamiento-termico.aspx>
- CASA-NOVA http://nesa1.uni-siegen.de/index.htm?softlab/casanova_e.htm



Sesiones (1/2)

Sesión 1: 6 de Mayo de 2019, Mañana

- Introducción
 - La normativa Energética Europea
 - El balance energético de un edificio
- Transmisión de calor en envolventes opacas y aislamiento térmico
 - Normativa técnica
 - Análisis unidimensional
- Aplicación. Coeficiente global de pérdidas de un edificio -1D

Sesión 2: 6 de Mayo de 2019, tarde

- Puentes térmicos
 - Introducción
 - Criterios de cálculo
- Aplicación numérica
 - Aplicación informática THERM
 - Cálculo de puentes térmicos
- Aplicación. Coeficiente global de pérdidas de un edificio -2D



Sesiones (2/2)

Sesión 3: 7 de Mayo de 2019, Mañana

- Transmisión de vapor y condensaciones
 - Normativa Técnica
 - Método de Glaser
- Sistemas acristalados
 - Normativa Técnica
 - Niveles prestacionales de productos comerciales
 - Elementos de sombreamiento
- Aplicación. Coeficiente global de pérdidas de un edificio – Envolverte completa

Sesión 4: 7 de Mayo de 2019, tarde

- Aplicaciones experimentales en edificación (2h)
 - Caracterización de transmitancia térmica en muros
 - Estanquidad
 - Termografía
- Aplicación. Cálculo de U en muro ciego



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Documentación

http://bit.do/SEMINARIO_06052019

https://tecnalia365-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/roberto_garay_tecnalia_com/EpaHC6_PtHFamm09ujWX4dMBYNOfzL4TdJ0W-gCW_P2VTw?e=dgTkqS





Transmisión de Calor y Masa en las Envolventes

Sesión 1: 6 de Mayo de 2019, Mañana

- Introducción
 - La normativa Energética Europea
 - El balance energético de un edificio
- Transmisión de calor en envolventes opacas y aislamiento térmico
 - Normativa técnica
 - Análisis unidimensional
- Aplicación. Coeficiente global de pérdidas de un edificio -1D

Dr. Roberto Garay Martinez
Tecnalia, División Building Technologies
roberto.garay@Tecnalia.com
+34 667 178 958



Balance energético de un Edificio

- Entre otras muchas funciones (protección, etc.). Un edificio debe proveer de un entorno confortable para sus usuarios/habitantes/moradores.
- Incluso sin instalaciones térmicas, un edificio correctamente diseñado es generalmente más confortable que el ambiente exterior. Sin embargo, para alcanzar estándares de confort modernos, se emplean instalaciones térmicas que permiten estabilizar las condiciones interiores.
- Comúnmente sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación.



Balance energético de un Edificio

- El ambiente interior de un edificio es el resultante de los siguientes flujos de energía:
 - Ganancias solares (+)*
 - Ganancias internas (+)*
 - Transmisión de calor en envolventes (-/+)*
 - Ventilación (-/+)*
 - Aporte de instalaciones de climatización (+/-)*



Balance energético de un Edificio

- El ambiente interior de un edificio es el resultante de los siguientes flujos de energía:
 - Ganancias solares (+)*
 - Ganancias internas (+)*
 - Transmisión de calor en envolventes (-/+)*
 - Ventilación (-/+)*
 - Aporte de instalaciones de climatización (+/-)*
- La magnitud relativa de estos flujos de calor determina la necesidad de instalaciones de calefacción y/o refrigeración.
 - Climatología
 - Actividades interiores del edificio
- Existe un interés político creciente en la reducción del consumo energético de los edificios, vehiculado a través de la normativa técnica (CTE, DB HE)



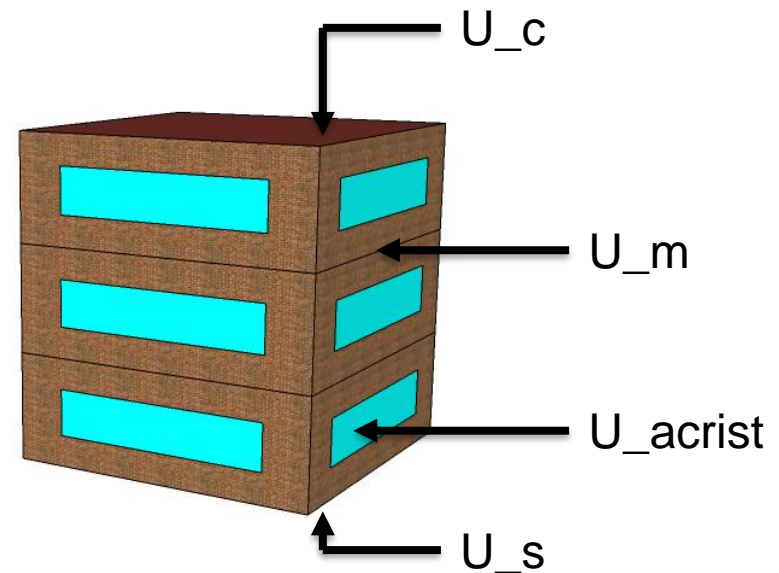
- Ejemplo:

- 100m² en planta
 - Planta rectangular
- 3 alturas (3,5m por planta)
- Fracción de acristalamiento: 30%

CTE 2013 en Burgos (E1)

- $U_m = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_s = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_c = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{acrist} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cargas internas: 1,51W/m²
Consigna calefacción: 20°C
Consigna refrigeración: 25°C





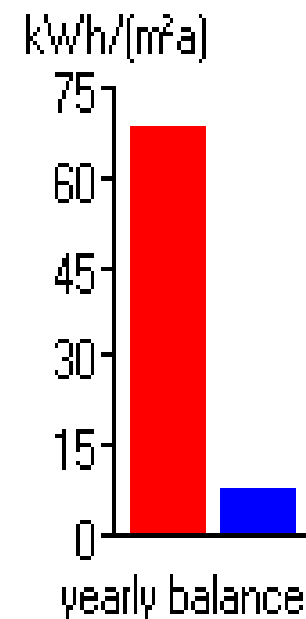
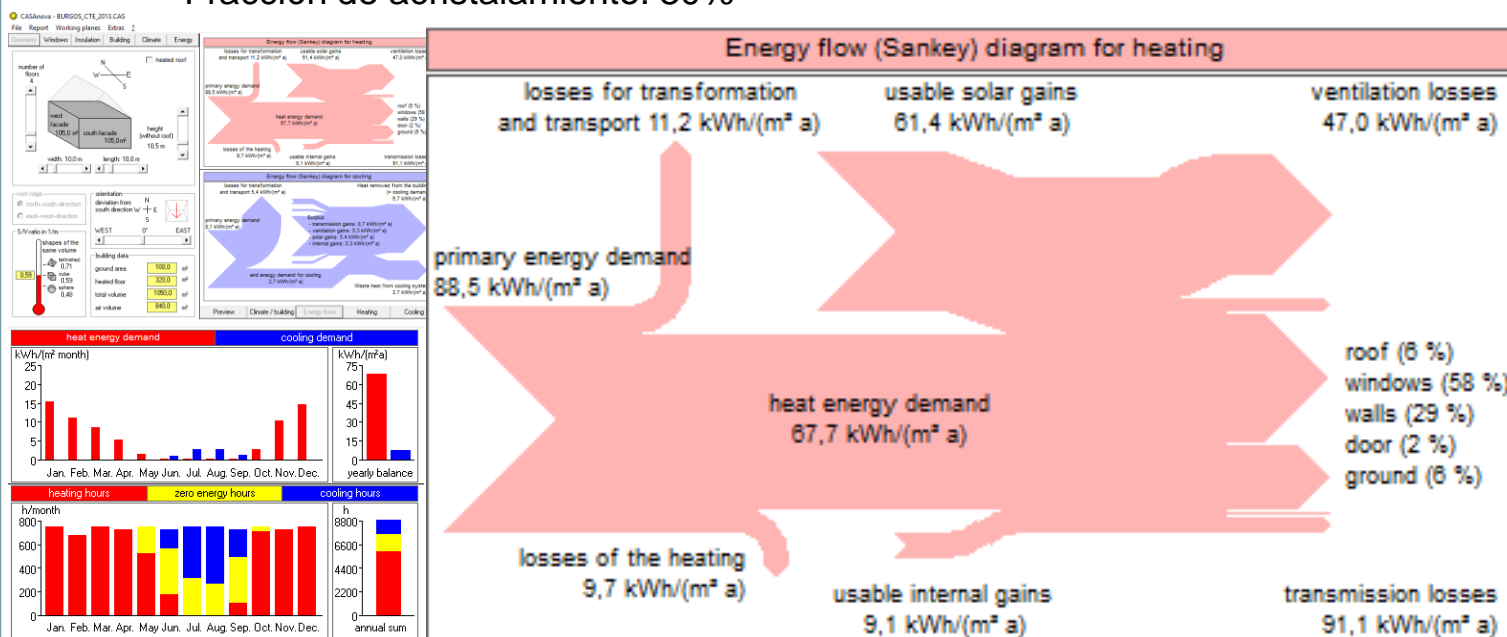
Ejemplo:

- 100m² en planta
 - Planta rectangular
- 3 alturas (3,5m por planta)
- Fracción de acristalamiento: 30%

CTE 2013 en Burgos (E1)

- $U_m = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_s = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_c = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{acrist} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cargas internas: $1,51 \text{ W/m}^2$
 Consigna calefacción: 20°C
 Consigna refrigeración: 25°C

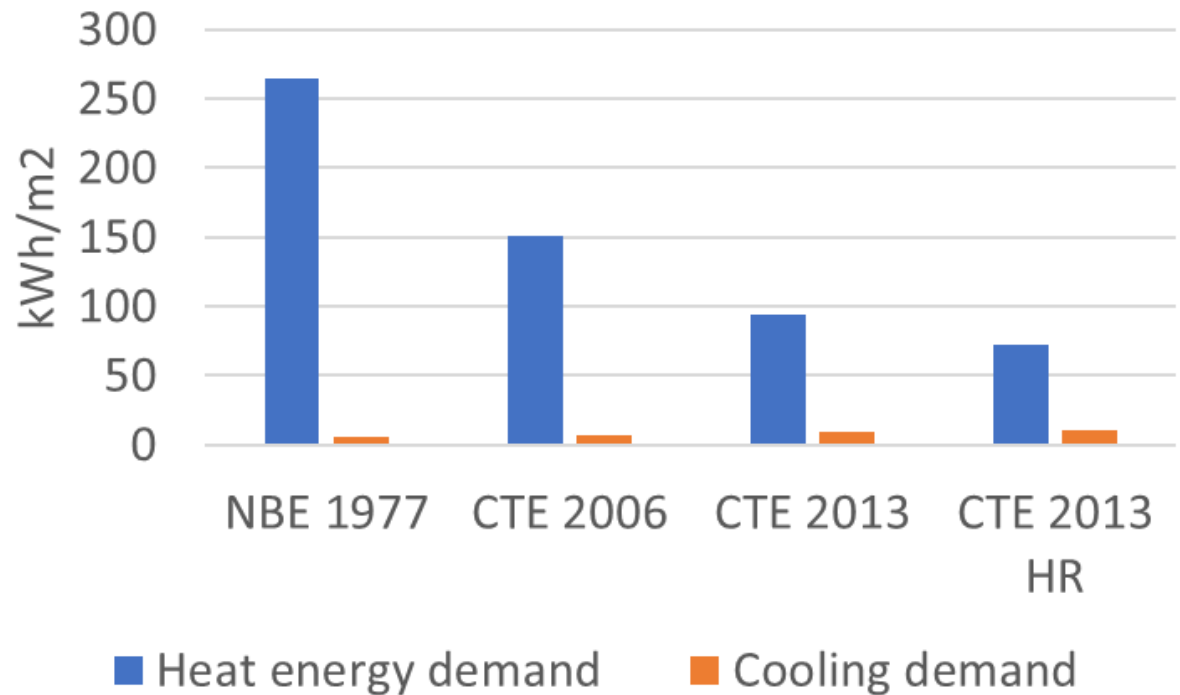
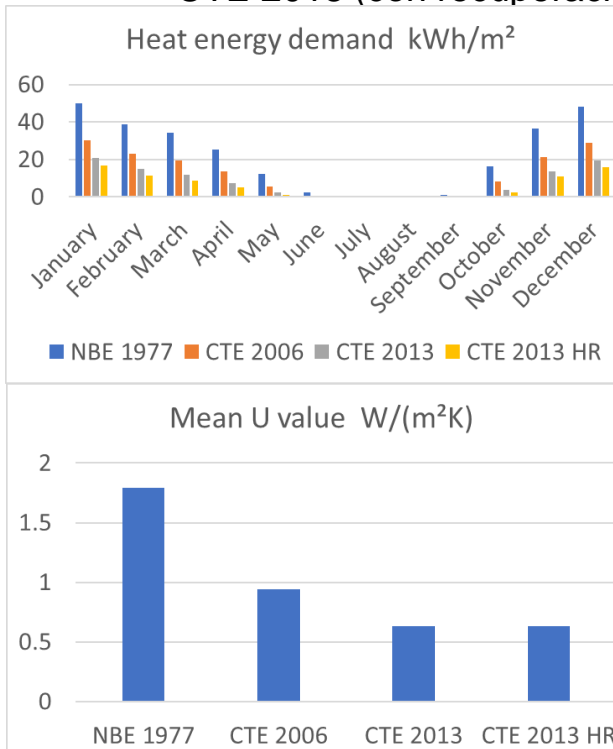


 **CASA nova - BURGOS_CTE_2013.CAS**



- Variación con fecha de construcción:

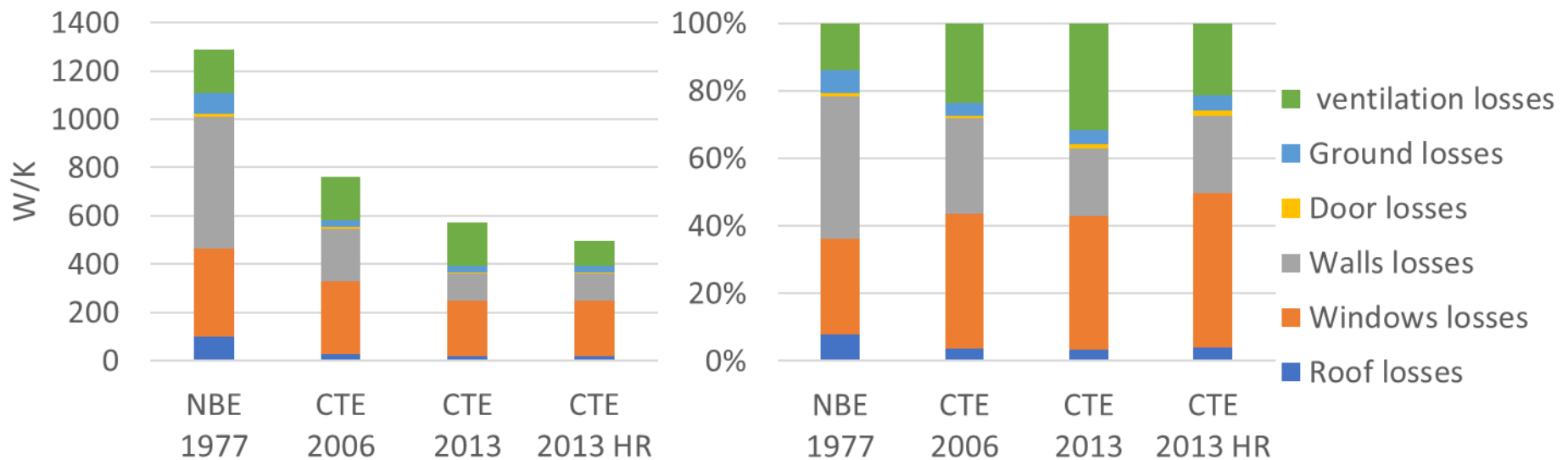
- NBE 77
- CTE 2006
 - $U_m=0,57W/m^2K$ $U_s=0,48W/m^2K$ $U_c=0,35W/m^2K$ $U_{acr}=2,2W/m^2K$
- CTE 2013
- CTE 2013 (con recuperación de calor 50%)





- Variación con fecha de construcción:

- NBE 77
- CTE 2006
 - $U_m=0,57\text{W/m}^2\text{K}$ $U_s=0,48\text{W/m}^2\text{K}$ $U_c=0,35\text{W/m}^2\text{K}$ $U_{acr}=2,2\text{W/m}^2\text{K}$
- CTE 2013
- CTE 2013 (con recuperación de calor 50%)





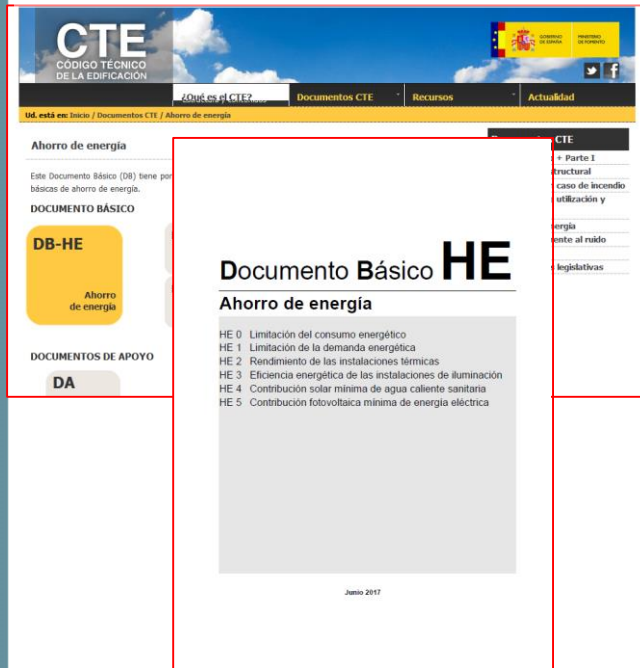
Balance energético de un Edificio

- Los sucesivos códigos técnicos han reducido la demanda térmica de los edificios en un factor 4 (71kWh/m² frente a 264kWh/m²)
- La envolvente supone ~70% de la transmisión de calor
 - Cubierta y terreno: 20%
 - Fachada: 30%
 - Ventanas: 50%
- Mayores contribuyentes individuales a la demanda:
 1. Ventanas (30-40%).
 - Diseño Arquitectónico y selección de prestaciones
 2. Ventilación (20-35%).
 - Integración de recuperación de calor y selección de equipos



Exigencia Normativa (CTE 2013)

<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>



- Limitación del consumo energético (HE0)

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S$$

Zona climática de invierno						
α	A*	B*	C*	D	E	
$C_{ep,base} [kW \cdot h/m^2 \cdot año]$	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

- Limitación de la demanda energética (HE1)

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

Zona climática de invierno						
α	A	B	C	D	E	
$D_{cal,base} [kW \cdot h/m^2 \cdot año]$	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

- Referencia (Edificios grandes, E1):

- Consumo: 70kWh/m2a
- Demanda: 40kWh/m2a



Exigencia Normativa (CTE 2013)

<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>

Documento Básico HE
Ahorro de energía

HE 0 Limitación del consumo energético
HE 1 Limitación de la demanda energética
HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

HE1

Apéndice E Valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica

- Valores orientativos límite para envolvente
- Deberá verificarse prestación mediante programa informático HULC o alternativo

E.2 Parámetros característicos de la envolvente térmica

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [$\text{W/m}^2 \text{K}$]

Transmitancia del elemento [$\text{W/m}^2 \text{K}$]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitancia térmica de cubiertas

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [$\text{W/m}^2 \text{K}$]

Transmitancia térmica de huecos [$\text{W/m}^2 \text{K}$]		α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3



Severidad climática en Grados-Día

- El Grado-día es una medida de severidad climática
- Se clasifica la severidad de calefacción y de refrigeración por independiente:
 - HEATING DEGREE DAY, HDD
 - COOLING DEGREE DAY, CDD
- Tiene aplicación directa al cálculo de demanda térmica, mediante el coef. H
- Grado-día, sumatorio positivo de desviación entre temperatura ambiental promedio y temperatura de referencia, en base diaria.

$$HDD = \sum_{1}^{365} \text{positivo}(T_{ref} - \overline{T_{amb}})$$
$$CDD = \sum_{1}^{365} \text{positivo}(\overline{T_{amb}} - T_{ref})$$



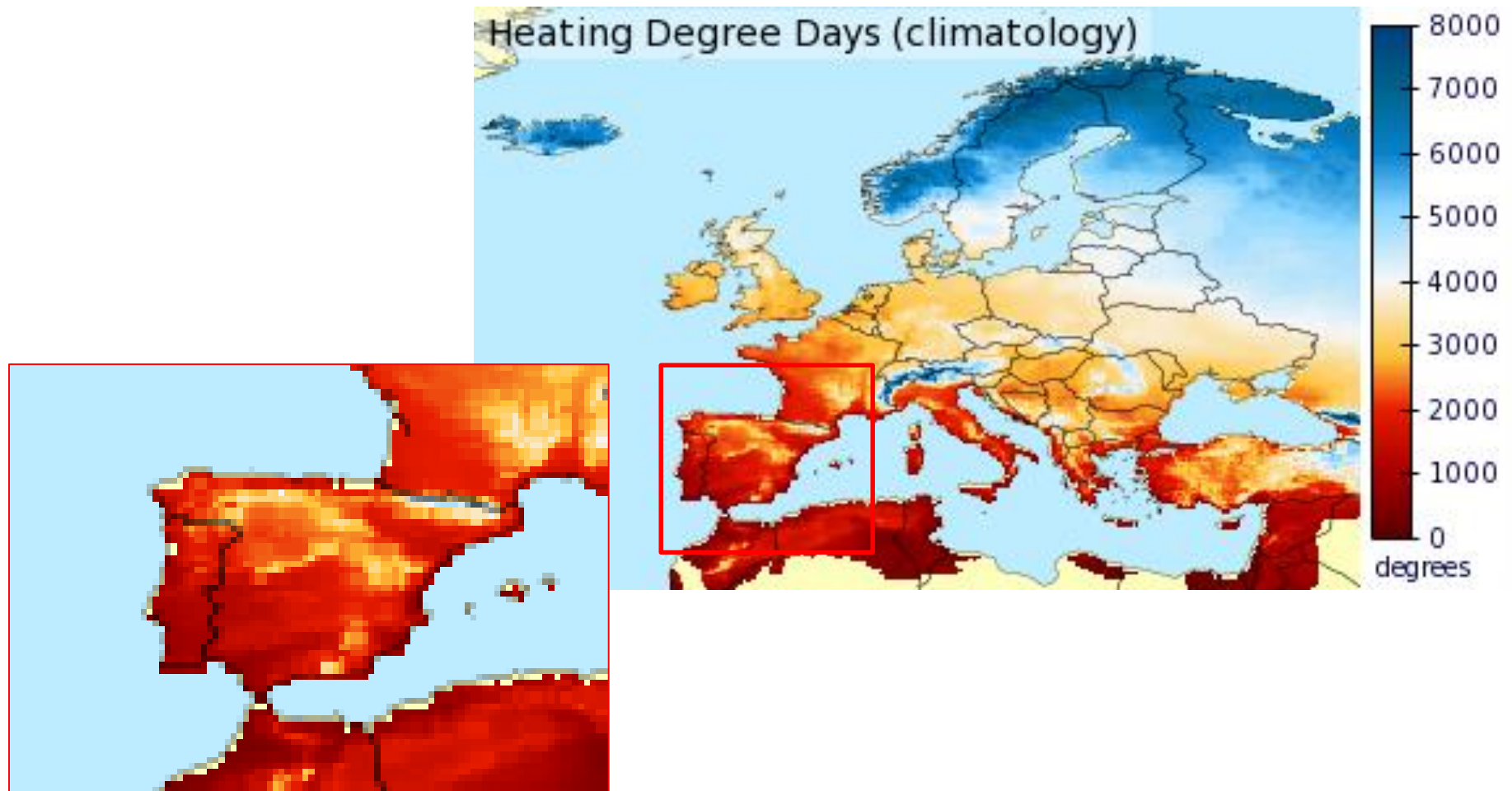


Severidad climática en Grados-Día

GRADOS DIA CON TEMPERATURAS BASE DE 15°C									
LOCALIDAD	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Total anual
Albacete	24,8	189	291,4	322,4	246,4	198,4	105	0	1377,4
Algeciras	0	0	52,7	80,6	67,2	37,2	0	0	237,7
Alicante	0	0	83,7	117,8	84,0	52,7	0	0	338,2
Almería	0	0	55,8	74,4	56,0	21,7	0	0	207,9
Ávila	142,6	282	368,9	390,6	330,4	300,7	219	93,0	2127,2
Badajoz	0	96	189,1	213,9	151,2	99,2	18	0	767,4
Barcelona	0	54	136,4	204,6	131,6	96,1	33	0	655,7
Bilbao	0	93	145,7	198,4	162,4	136,4	84	0	819,9
Burgos	133,3	273	356,5	384,4	319,2	282,1	210	89,9	2048,4
Caceres	0	132	229,4	254,2	184,8	145,7	57	0	1003,1
Cádiz	0	0	65,1	89,9	47,6	24,8	0	0	227,4



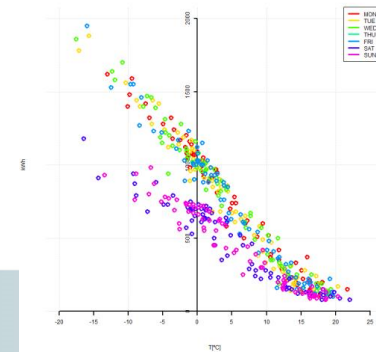
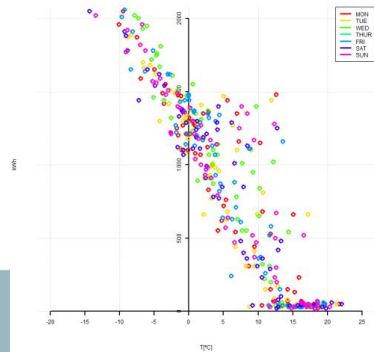
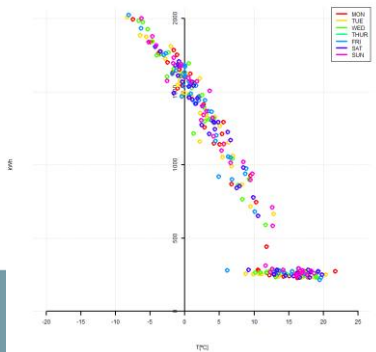
Severidad climática en Grados-Día





Metodología de cálculo de demanda mediante Grados-Día

- Sistema de cálculo simplificado, estacionario. Basado en las siguientes premisas:
 - Un edificio consume energía cuando la temperatura media diaria ($T_{m,d}$) está por debajo de una determinada temperatura (T_r)
 - T_r es normalmente $\sim 15^{\circ}\text{C}$
 - CTE utiliza una metodología derivada de los GD con $T_r = 20^{\circ}\text{C}$ para definir las zonas climáticas
 - El consumo de energía
 - Es proporcional a $AT = T_r - T_{m,d}$ (siempre que $T_{m,d} < T_r$)
 - La constante de proporcionalidad es H

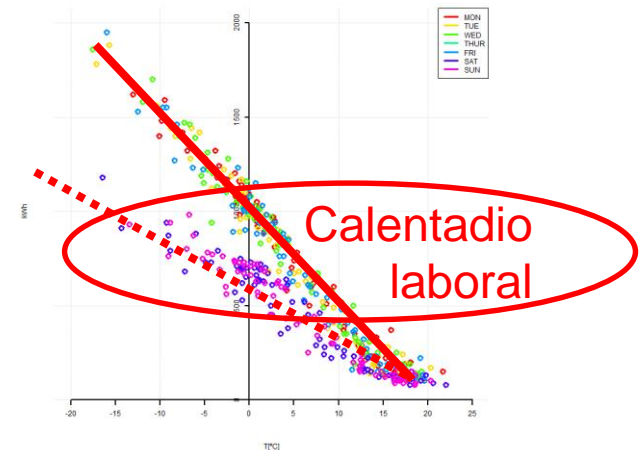
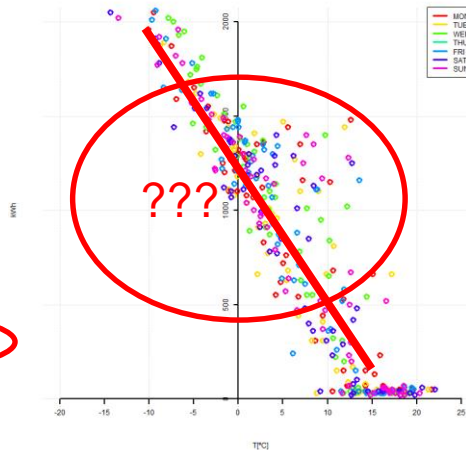
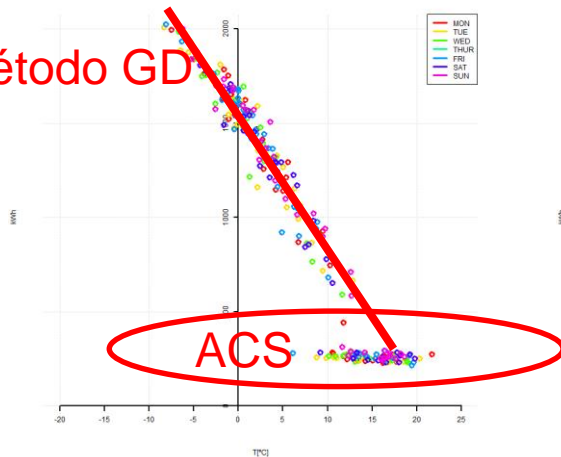




Metodología de cálculo de demanda mediante Grados-Día

- Metodología aproximada:
 - No contempla efectos de inercia
 - Se asumen usos interiores homogéneos y estables en el tiempo
- Captura razonablemente bien la sensibilidad principal del edificio (T^a exterior)
 - Debajo, gráfica Q-T de demanda diaria de varios edificios en TARTU, Estonia.

Método GD





Metodología de cálculo de demanda mediante Grados-Día

- Metodología aproximada:
 - No contempla efectos de inercia
 - Se asumen usos interiores homogéneos y estables en el tiempo
- Captura razonablemente bien la sensibilidad principal del edificio (T^a exterior)
 - Debajo, gráfica Q-T de demanda diaria de varios edificios en TARTU, Estonia.
- Debemos calcular la constante de proporcionalidad
 - (Mediante analítica de datos de consumo medido, gráficas anteriores)
 - Mediante cálculo del coeficiente H (diapositivas siguientes)
- H, Coeficiente de Transferencia de calor
 - Incorpora términos por Transmisión de calor y por ventilación
 - Ventilación fuera del alcance de este curso



Normativa UNE-EN ISO clave

- UNE-EN ISO 13789:2017 Prestaciones térmicas de los edificios. Coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación. Método de cálculo.
- UNE-EN ISO 6946:2012 Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo. (ISO 6946:2007)*
- UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades. (ISO 10077-1:2006)*
- UNE-EN ISO 10077-2:2012 Prestaciones térmicas de ventanas, puertas y persianas. Cálculo del coeficiente de transmitancia térmica. Parte 2: Método numérico para los marcos.*
- UNE-EN ISO 10211:2012 Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Cálculos detallados. (ISO 10211:2007)*
- UNE-EN ISO 14683:2017 Puentes térmicos en edificación. Transmitancia térmica lineal. Métodos simplificados y valores por defecto
- UNE-EN ISO 13370:2017 Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo. (ISO 13370:2017)

* Norma EN ISO más reciente pendiente de ratificación UNE



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Coeficiente de Transferencia de calor por Transmisión

UNE-EN ISO 13789:2017 Prestaciones térmicas de los edificios. Coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación. Método de cálculo.



Coeficiente de Transferencia de calor por Transmisión

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

A_i Superficies planas

l_k Longitud de puentes térmicos lineales

U_i Coeficiente de transmisión térmica superficial (UNE-EN ISO 6946)

Ψ_k Coeficiente de Transmisión térmica lineal (puente térmico lineal, UNE-EN ISO 10211)

χ_j Coeficiente de Transmisión térmica puntual (puente térmico puntual, UNE-EN ISO 10211)



Coeficiente de Transferencia de calor por Transmisión

$$H_U = H_{iu} \ b \qquad b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

H_{iu} Coeficiente de transferencia de calor directa entre el espacio interior y el no calefactado

H_{ue} Coeficiente de transferencia de calor entre el espacio no calefactado y el exterior

NOTA: Deben considerarse los términos de ventilación. Para casos con cámaras sanitarias, etc. ventiladas. Un cálculo conservador sería considerar estos espacios como exteriores.

NOTA: Los términos de ventilación están fuera del alcance de este seminario.



Coeficiente de Transferencia de calor por Transmisión

$$H_A = b H_{ia} \quad b = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}$$

H_{ia} Coeficiente de transferencia de calor directa entre el espacio interior y el adyacente

θ_i Temperatura interior

θ_a Temperatura del edificio adyacente

θ_e Temperatura exterior

NOTA: La definición de las temperaturas deberá razonarse. Puede emplearse esta formulación para adyacencias con cámaras climáticas, procesos industriales, corrección por distintas temperaturas de consigna en edificios complejos, etc.



Transmisión de calor en elementos planos

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

- El nivel de aislamiento de un elemento plano se define mediante uno/dos parámetros:
 - Transmitancia térmica, U
 - Resistencia térmica, R
 - (siendo $U=1/R$)
- Se emplean indistintamente, pero con aplicaciones diferentes:
 - Diseño de edificación, cálculo de cargas térmicas, etc.: U
 - Caracterización experimental, formulación científica: R



Transmisión de calor en elementos planos

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

- El nivel de aislamiento de un elemento plano se define mediante uno/dos parámetros:
 - Transmitancia térmica, U
 - Resistencia térmica, R
 - (siendo $U=1/R$)
- La Resistencia térmica de un elemento constructivo
 - Es la suma de la resistencia térmica de cada una de sus capas constituyentes
 - Se añade la resistencia térmica de las superficies interior y exterior



Transmisión de calor en elementos planos

- La resistencia térmica (R) de un material expresa la dificultad con la que se transmite calor a través del mismo.
 - Mayor resistencia ante mayor espesor (se expresa por unidad de espesor)
 - Mayor flujo de calor ante mayor diferencia de temperaturas entre ambos lados del material (se expresa en función del gradiente térmico)
 - Mayor flujo de calor a mayor superficie (se expresa por unidad de superficie)

$$[R] = \frac{[superficie] * [diferencial de temperatura]}{[Potencia]} = \frac{m^2 * K}{W}$$

- La conductividad térmica (λ) es la propiedad que caracteriza la resistencia térmica de un material (de espesor unidad)

$$R = \frac{e}{\lambda}$$
$$[\lambda] = \frac{W}{m * K}$$



Transmisión de calor en elementos planos

- Es la suma de la resistencia térmica de cada una de sus capas constituyentes

$$R = \left(R_{si} + \sum_i R_i + R_{se} \right)$$

- La resistencia de las capas sólidas se obtiene a partir de su conductividad y espesor (o de valores tabulados en prontuarios y catálogos)

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

- Datos tabulados en normativa (se obtiene directamente R)
 - Resistencia de las cámaras de aire
 - Resistencia térmica superficial exterior e interior
 - (Valores distintos en función del sentido del flujo de calor)



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Transmisión de calor en elementos planos

UNE-EN ISO 6946:2012 Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo. (ISO 6946:2007)*



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Transmisión de calor en elementos planos

UNE-EN ISO 6946:2012 Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo. (ISO 6946:2007)*



Transmisión de calor en elementos planos

- Criterios relevantes:
 - Capas heterogéneas (ver norma)
 - Cámaras de aire ligeramente ventiladas (ver norma)
 - Cámaras de aire ventiladas, y revestimientos ligeros tipo fachada ventilada

- Otros (ver norma)



Ventanas y Puertas

- Se verá en más detalle en la sesión posterior.
- Una ventana/puerta se compone de varios componentes:
 - Acristalamiento
 - Marco
 - Hoja
- Cada uno de los componentes presenta sus propias propiedades térmicas, que deben integrarse en un único valor de U

$$U_W = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$



Ventanas y Puertas

Acristalamiento

Marco

Puente térmico
marco-acristalamiento
(fuera del alcance del curso)

$$U_W = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

Denominador para media ponderada

A: Área

l: perímetro



Ventanas y Puertas

Leyenda

1 Hoja (móvil)

2 Marco (fijo)

a Interior

b Exterior

$A_f = \text{máx. } (A_{f,i}; A_{f,e})$ Marco

$A_w = A_f + A_g$ Ventana

(acristalamiento por diferenciación)

$$A_{f,di} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_{f,de} = A_5 + A_6 + A_7 + A_8$$



Ventanas y Puertas

- El valor U de los acristalamientos se calcula según la norma EN 673
 - equivalente a 6946 pero para acristalamientos
- El valor U de los marcos se calcula según la norma 10077-2
- El valor ψ del encuentro hoja-acristalamiento se calcula según 10077-2
- Pero hay datos tabulados



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



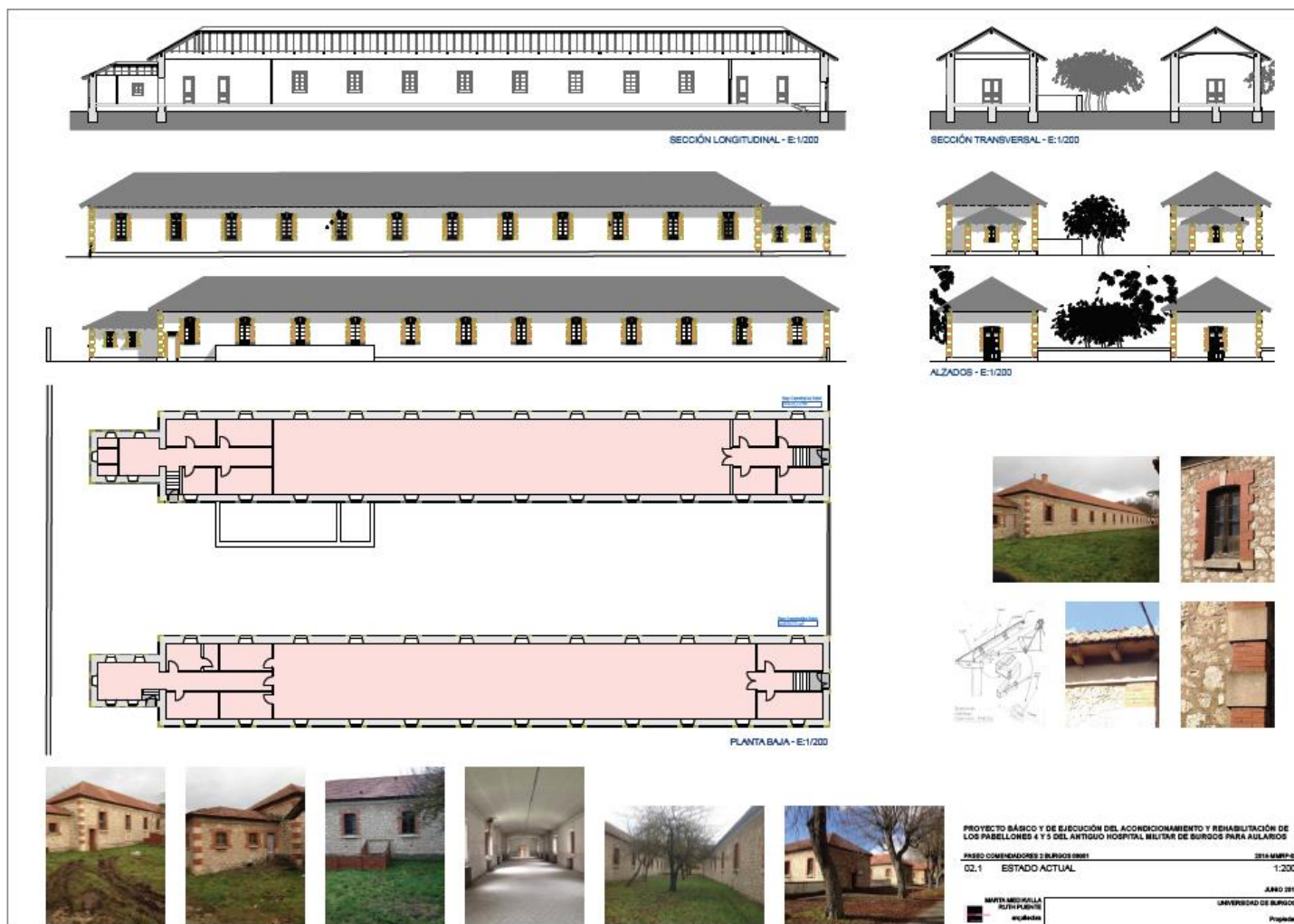
UNIVERSIDAD DE BURGOS

Ventanas y Puertas

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Partes 1 y 2



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU





UNIVERSIDAD DE BURGOS

Documentación (recordatorio)

http://bit.do/SEMINARIO_06052019

https://tecnalia365-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/roberto_garay_tecnalia_com/EpaHC6_PtHFamm09ujWX4dMBYNOfzL4TdJ0W-gCW_P2VTw?e=dgTkqS





UNIVERSIDAD DE BURGOS

Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU



Rehabilitación del Barracón 4 del
Antiguo Hospital Militar de burgos

Burgos Castilla y León 2015



anterior

siguiente

Ficha técnica



diariodeburgos.es



15°

Suscríbete

BURGOS

PROVINCIA

REGIÓN

ESPAÑA

MUNDO

DEPORTES

OPINIÓN

GALERÍAS

LOCAL

La UBU termina su búnker verde

Á.M. / Burgos - lunes, 16 de noviembre de 2015



Aspecto que lucen los pabellones 5 (a la izquierda) y 4, que es el adaptado a la normativa passivhaus.
- Foto: Jesús J. Matías

El barracón número 4 del antiguo Hospital Militar será el primer edificio de la ciudad en lograr la exigente acreditación del estándar de construcción eficiente passivhaus



Diario de Burgos

El PSOE gana pero necesitará pactos mientras el PP se hunde

Victoria histórica del PSOE en Burgos, donde Ca logra representación





UNIVERSIDAD DE BURGOS

Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU





Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Objetivo: Calcular HLC

Paso 1: Cálculo de transmitancia térmica de muros, forjados, etc.

Paso 2: Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

Paso 3: Cálculo de dimensiones geométricas

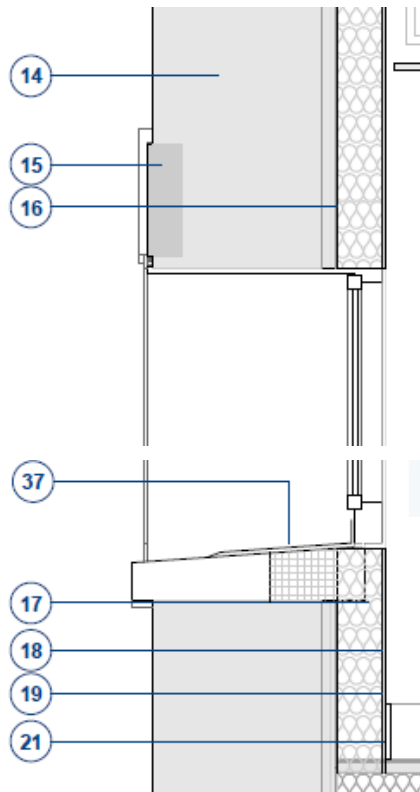
Paso 4: Cálculo de HLC

Paso 5: Cálculo de Demandas en CASA NOVA

[illegible]



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU



(pabellón 4)

- Calcular U Muro

14. Muro de mamposteria existente 65 cm

15. Piezas ornamentales existentes que se reparan en donde sea necesario: recercado de huecos, zócalo, cornisa y esquinas exteriores.

16. Enlucido de yeso existente (sobre yeso negro y mortero de cal): CAPA ESTANQUEIDAD.

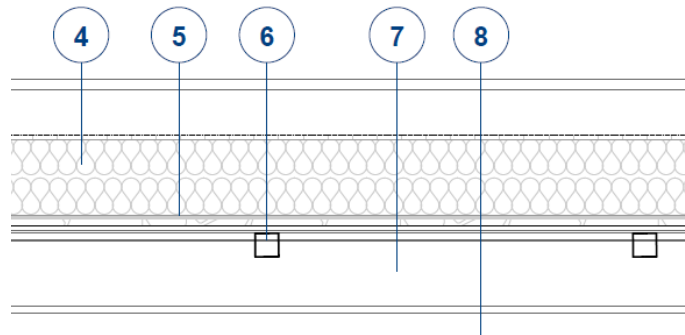
17. Aislamiento ECO 037 de isover 15 cm (2 capas)

18. Barrera de vapor: cara Kraf del aislamiento

19. Tablero de cartón yeso, autoportante (13/90), recibido arriba y abajo, pintado con pintura plástica, en color a decidir por la DF en obra



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU



(pabellón 4)

- Calcular U Techo
- Se asume el espacio bajo cubierta como MUY VENTILADO

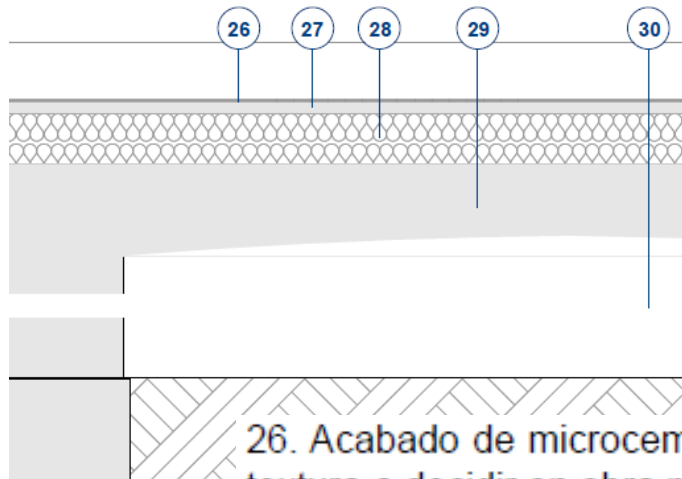


Placas falso techo desmontables (metálicas)

4. Aislamiento 20 cm de IBR isover con bv (en dos capas, la superior IBR desnudo)
5. Tablero OSB 22 mm sellado con bandas flexiband para garantizar hermeticidad de la cubierta.
6. Subestructura metálica de tubo 60.3
7. Perfil laminado IPE 200 pintado para su protección contra incendios
8. Cámara de aire no ventilada



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU



(pabellón 4)

- Calcular U Forjado
- Se asume el espacio bajo cubierta como MUY VENTILADO

26. Acabado de microcemento (sika floor coloreado con sikadecor natur) en color y textura a decidir en obra por la DF

27. Base autonivelante de mortero acabado perfectamente horizontal de 5 cm

28. XPS de 15 cm en dos capas

29. Forjado sanitario existente abovedado de 27 cm de espesor en el punto central, de material aligerado rematado con baldosa hidráulica. Se rematarán y rellenarán todas las grietas o roturas existentes para asegurar su continuidad (capa hermética del pavimento)

30. Cámara muy ventilada (se comprobará el estado de la ventilación existente y se reforzará con 25 nuevos pasatubos de PVC de 10 cm de diámetro)



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Libro EXCEL de cálculo de HLC. Hoja U_Muro

Capa	Material	Espesor m	Conductividad W/mK	Resistencia térmica m ² K/W	Transmitancia térmica W/m ² K
EXTERIOR	Exterior, Resto			0.04	
1	VACIO		1E+12	0	
2	VACIO		1E+12	0	
3	VACIO		1E+12	0	
4	VACIO		1E+12	0	
5	VACIO		1E+12	0	
6	VACIO		1E+12	0	
7	VACIO		1E+12	0	
8	VACIO		1E+12	0	
9	VACIO		1E+12	0	
10	VACIO		1E+12	0	
INTERIOR	Interior, Fachada			0.1	
GLOBAL				0.14	7.14

Los materiales no previstos, se pueden añadir al final de las columnas N y O (dentro de la tabla)



Caso de estudio 1

- Calcular:
- U previo a actuación
 - Muro
 - Techo
 - Forjado
- U tras actuación
 - Muro
 - Techo
 - Forjado
- Preguntas
 - ¿Cumplen CTE 2006 y CTE 2013?



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Objetivo: Calcular HLC

Paso 1: Cálculo de transmitancia térmica de muros, forjados, etc.

Paso 2: Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

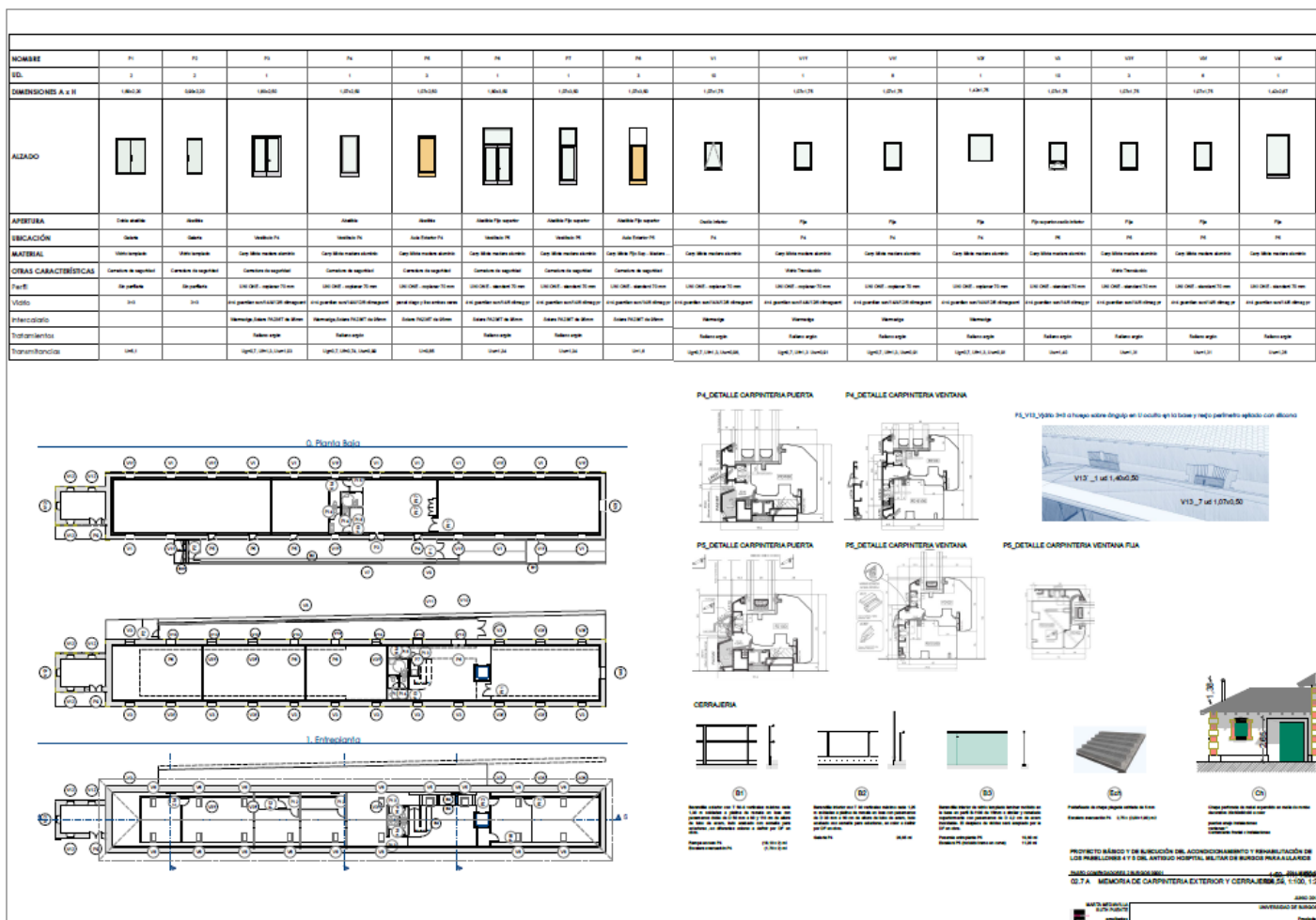
Paso 3: Cálculo de dimensiones geométricas

Paso 4: Cálculo de HLC

Paso 5: Cálculo de Demandas en CASA NOVA

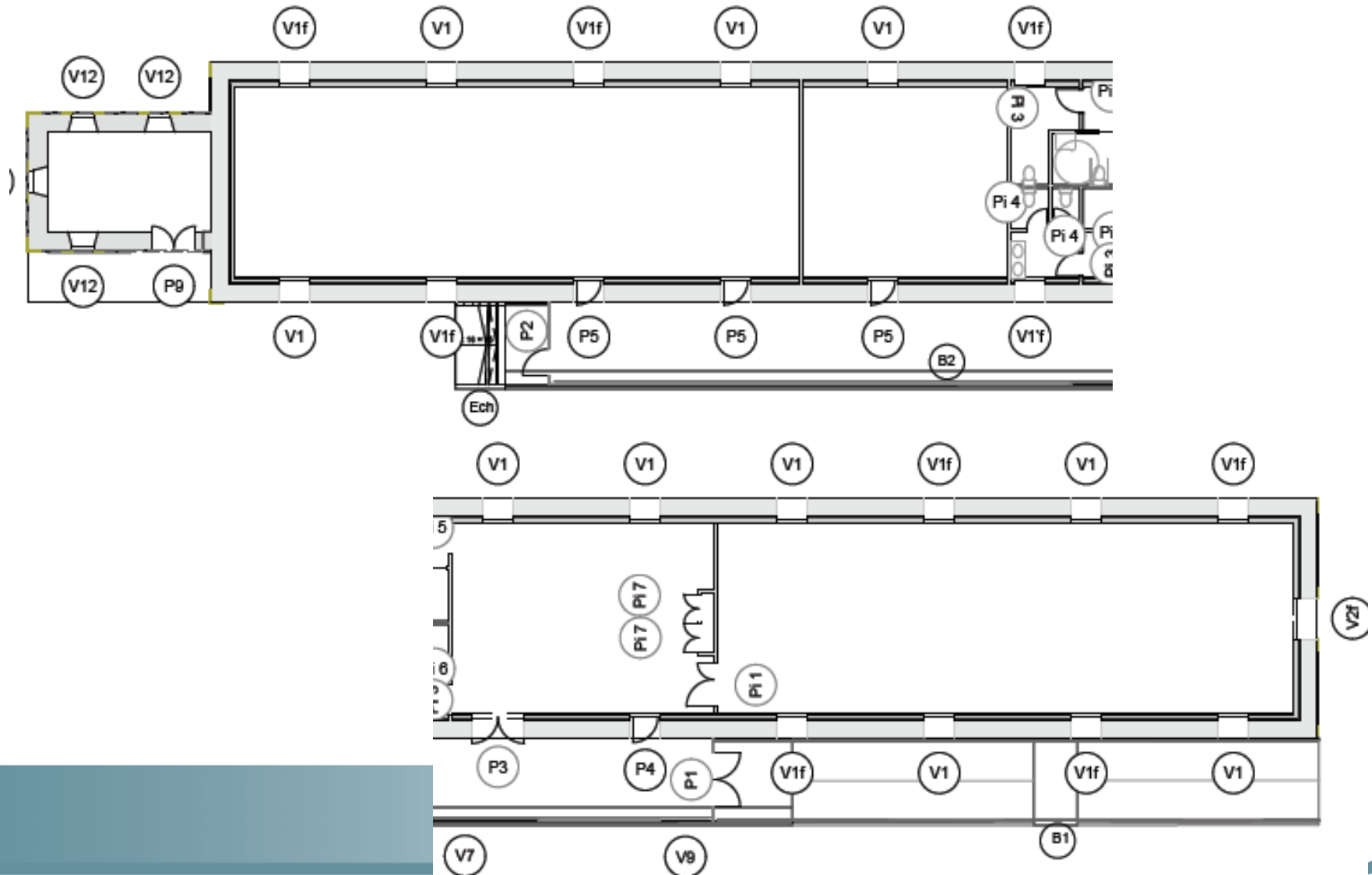


Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU




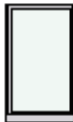




Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU





Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

NOMBRE	V1	V1f	V1f	V2f
UD.	10	1	8	1
DIMENSIONES A x H	1,07x1,75	1,07x1,75	1,07x1,75	1,42x1,75
ALZADO				
MATERIAL	Carp Mixta madera aluminio	Carp Mixta madera aluminio	Carp Mixta madera aluminio	Carp Mixta madera aluminio
OTRAS CARACTERÍSTICAS		Vidrio Translucido		
Perfil	UNI ONE - coplanar 70 mm	UNI ONE - coplanar 70 mm	UNI ONE - coplanar 70 mm	UNI ONE - coplanar 70 mm
Vidrio	4+4 guardian sun/14/4/12/6 climaguard	4+4 guardian sun/14/4/12/6 climaguard	4+4 guardian sun/14/4/12/6 climaguard	4+4 guardian sun/14/4/12/6 climaguard
Intercalarío	Warmedge	Warmedge	Warmedge	Warmedge
Tratamientos	Relleno argón	Relleno argón	Relleno argón	Relleno argón
Transmitancias	Ug=0,7, Uf=1,3, Uw=0,96,	Ug=0,7, Uf=1,3 Uw=0,91	Ug=0,7, Uf=1,3, Uw=0,91	Ug=0,7, Uf=1,3, Uw=0,91



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

- Calcular ventana pre-intervención
 - Vidrio simple
 - Marco de madera (conifera)
 - 75 mm de espesor
 - 20% fracción de marco

Libro EXCEL de cálculo de HLC. Hoja U_Ventana

Dimensiones			Materiales		U
					W/m2K
Alto	m	2	Acristalamiento	4-6-LE4	3.3
Ancho	m	1	Marco	PVC tres camaras	1.8
Superficie	m2	2			
Perimetro	m	6	Global		2.88
Ancho marco	m	0.1			
Superficie ac	m2	1.44			
Superficie m	m2	0.56			



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Preguntas

¿Cumplen CTE 2006 y CTE 2013?



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Objetivo: Calcular HLC

Paso 1: Cálculo de transmitancia térmica de muros, forjados, etc.

Paso 2: Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

Paso 3: Cálculo de dimensiones geométricas

Paso 4: Cálculo de HLC

Paso 5: Cálculo de Demandas en CASA NOVA

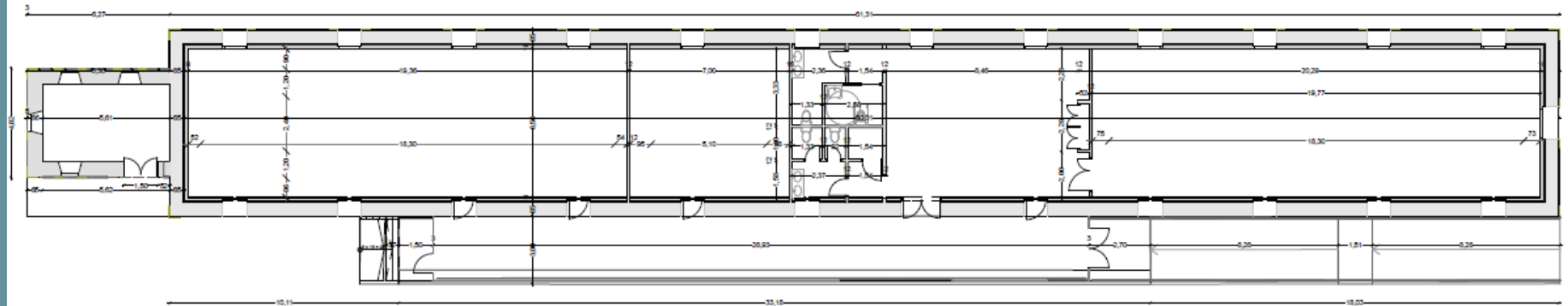


Caso de estudio 1

- **Cálculo de Geometría**
 - Tomar dimensiones interiores del pabellón (previo a renovación)
 - No considerar cuarto técnico anexo
- **Obtener**
 - Superficie de Muro
 - Superficie de Forjado
 - Superficie de Techo
 - Superficie de ventana (por tipo)
 - Altura de ventana (por tipo) – Se usarán después
 - Anchura de ventana (por tipo) – Se usarán después



Caso de estudio 1



- Largo (exterior) 61,31m
- Ancho (exterior) 8,22m
- Ancho muros 0,65m
- Espesor aislamiento interior 0,18m
- Ventanas s/ cálculo previo.



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Objetivo: Calcular HLC

Paso 1: Cálculo de transmitancia térmica de muros, forjados, etc.

Paso 2: Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

Paso 3: Cálculo de dimensiones geométricas

Paso 4: Cálculo de HLC

Paso 5: Cálculo de Demandas en CASA NOVA



Caso de estudio 1

Libro EXCEL de cálculo de HLC. Hoja HLC

SUPERFICIES CIEGAS					VENTANAS Y PUERTAS					Puentes térmicos lineales					Coeficientes		
Nombre	superficie m ²	U W/m ² K	H W/K		Nombre	superficie m ²	U W/m ² K	Unidades H		Nombre	Longitud m	coef W/mK	Unidades H		Muros	W/K	W/m ² K
subtotal	100	0.5	50		subtotal	200	0.5	2	100	subtotal	200	0.5	2	100	Ventanas	100	1
1	100	0.5	50		1	100	0.5	2	100	1	100	0.5	2	100	Puentes Térmicos	100	1
2					2					2					Global	250	2.3
3					3					3							
4					4					4							
5					5					5							
6					6					6							
7					7					7							
8					8					8							
9					9					9							
10					10					10							
11					11					11							
12					12					12							
13					13					13							
14					14					14							
15					15					15							
16					16					16							
17					17					17							
18					18					18							
19					19					19							
20					20					20							

	m ²	
Superficie edificada	100	

- Introducir las superficies y valores U de muros (tabla izda) y ventanas (tabla central).
- Dejar tabla de puentes térmicos vacía. (se empleará más tarde)
- Sacar el coeficiente de transferencia de calor para muros y ventanas.
 - Introduciendo la superficie útil, se obtiene el mismo valor por m²



Caso de estudio 1

- Preguntas:
 - Valor H de los muros originales
 - Valor H de los muros tras la intervención
 - Valor H de las ventanas
 - ¿Cuál es el camino principal de calor antes/tras la intervención?
 - Dentro de los elementos opacos, ¿Qué es más relevante Muros, forjado, techo?



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Objetivo: Calcular HLC

Paso 1: Cálculo de transmitancia térmica de muros, forjados, etc.

Paso 2: Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

Paso 3: Cálculo de dimensiones geométricas

Paso 4: Cálculo de HLC

Cálculo de carga de calefacción por Transmisión de calor

Paso 5: Cálculo de Demandas en CASA NOVA



Caso de estudio 1

Libro EXCEL de cálculo de HLC. Hoja Energía

Coste de la energía	14	€/MWh						
Rendimiento distribucion	0.9	%						
Rendimiento generacion	0.85	%						
Coefficientes	W/K	W/m2K						
Muros	50	0.5						
Ventanas	100	1						
Puentes Térmicos	100	1						
Global	250	2.5						
	m2							
Superficie edificada	100							
Mes	GD	Energía (demanda)		Energía (consumo)		Coste		
	K	kWh	kWh/m2	kWh	kWh/m2	€	€/m2	
1	375	2252	23	2944	29	41	0	
2	304	1827	18	2388	24	33	0	
3	281	1688	17	2206	22	31	0	
4	213	1279	13	1672	17	23	0	
5	121	727	7	950	10	13	0	
6	31	183	2	240	2	3	0	
7	6	35	0	46	0	1	0	
8	2	12	0	16	0	0	0	
9	17	103	1	135	1	2	0	

- Introducir coste de energía y rendimientos



Caso de estudio 1

- Preguntas:
 - Cuanta energía se ahorra entre el caso previo y el caso post-intervención?
 - Cual es el ahorro económico?



Caso de estudio 1, Aularios 4 y 5 UBU

Objetivo: Calcular HLC

Paso 1: Cálculo de transmitancia térmica de muros, forjados, etc.

Paso 2: Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

Paso 3: Cálculo de dimensiones geométricas

Paso 4: Cálculo de HLC

Paso 5: Cálculo de Demandas en CASA NOVA



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Documentación (recordatorio)

http://bit.do/SEMINARIO_06052019

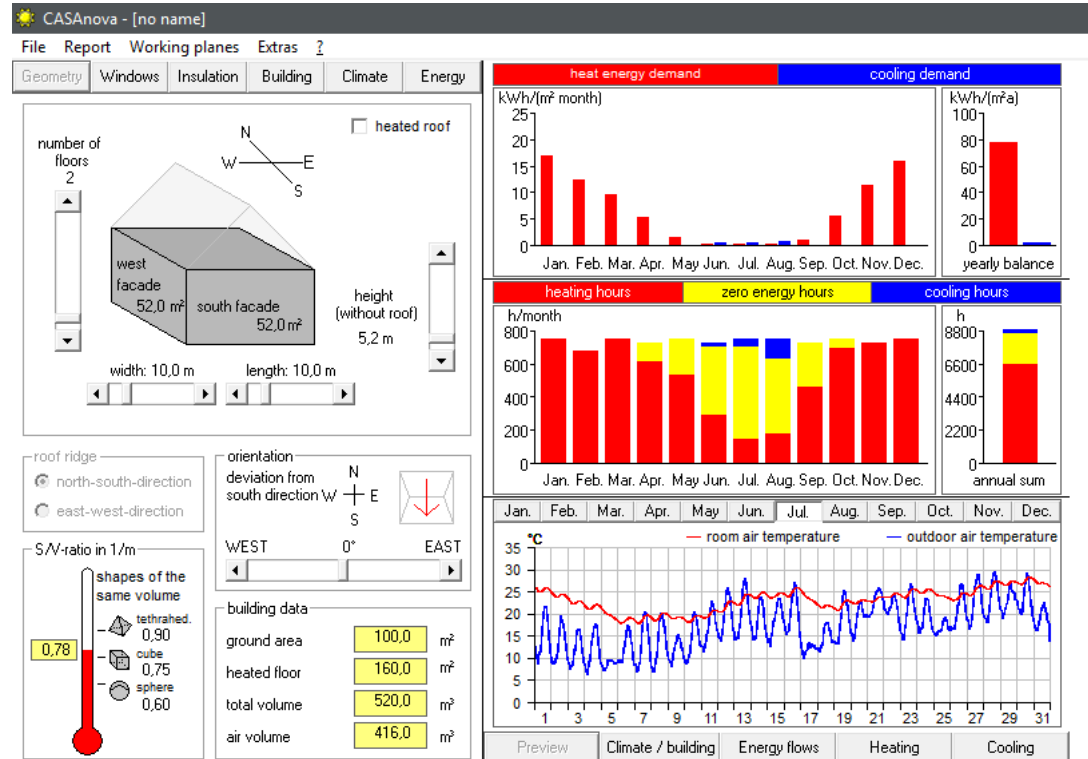
https://tecnalia365-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/roberto_garay_tecnalia_com/EpaHC6_PtHFamm09ujWX4dMBYNOfzL4TdJ0W-gCW_P2VTw?e=dgTkqS





Caso de estudio 1

Software CASA-NOVA



Software debe estar instalado.

Copiar archivo de Clima BURGOS en la siguiente ruta: ...\\CASA\\nova\\klima



Caso de estudio 1

Geometría

- Número de pisos: 1
- Cubierta NO calefactada
- Anchura: 6,9m
- Longitud: 60m
- Altura: 4m?
- Orientación al Norte: 30°E?

Ventanas

- Fracción N y S: 20%
- Fracción E y W: 20%
- Ventanas iguales en todas las fachadas
- Tipo Ventanas: “single glazing” y “heat protection triple glazing”
- Fracción marco y sombreadamiento: 20%



Caso de estudio 1

Aislamiento

- Valor U igual para todos los muros, según cálculo anterior
- Ignorar puentes térmicos
- Coeficiente de absorción térmica: 0.5

Puerta

- Ignorar, superficie 0m²

Planta superior

- Totalmente aislado
- U según cálculo
- Cubierta ventilada

Planta inferior

- Ambiente externo
- U según cálculo



Caso de estudio 1

Edificio

- Temperatura de consigna calefacción: 20°C
- Temperatura de consigna refrigeración: 27°C
- Ganancias internas: 2,9 W/m²K
- Ventilación natural: 0,1
- Ventilación mecánica: 0,5
- Recuperación de calor: 0%
- COP: 2,5
- Construcción exterior: Heavy Construction
- Construcción interior: Medium Construction

Clima

- Burgos (o Madrid)

Energía

- Low Temperature Burner...
- Radiadores
- Gas Natural



Caso de estudio 1

- Sacar informe (Report>Show Report)
- Preguntas:
 - Verificar los datos de entrada
 - Demanda energética anual
 - Sacar valores de la envolvente:
 - Valor U promedio
 - Specific transmission losses (H)
 - Qué es más relevante, ¿El coeficiente de transmisión o el de ventilación?
 - ¿Cuanto mejora el edificio tras la intervención?



Caso de estudio 1

- Hasta Ahora:
 - Cálculo de variables unidimensionales
 - Cálculo de superficies
 - Cálculo de coeficientes de transmisión
 - Cálculo de cargas por transmisión mediante método de Grados-Día
 - BONUS: Cálculo de demanda simplificada en CASA-NOVA
- En módulos siguientes
 - Cálculo de Puentes Térmicos
 - Cálculo de ventanas en detalle



FIN de SESIÓN 1

GRACIAS

Sesión 1: 6 de Mayo de 2019, Mañana

- Introducción
 - La normativa Energética Europea
 - El balance energético de un edificio
- Transmisión de calor en envolventes opacas y aislamiento térmico
 - Normativa técnica
 - Análisis unidimensional
- Aplicación. Coeficiente global de pérdidas de un edificio -1D

Dr. Roberto Garay Martinez
Tecnalia, División Building Technologies
roberto.garay@Tecnalia.com
+34 667 178 958