

EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

Edificios energéticamente **muy eficientes**

Elevado **confort interior: térmico y acústico**
Alta calidad del aire

Respetuosos con el **medio ambiente**

Económicamente viables

Concepto de construcción **internacional**

20 años de experiencia y más de **25.000 edificios** construidos

Eficacia comprobada para **clima mediterráneo**

Edificios monitorizados en España con excelentes resultados



CONCEPTOS CLAVE DEL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

Diseño: compacidad, orientación y protección solar

Aislamiento térmico y ausencia de **puentes térmico**

Inercia térmica

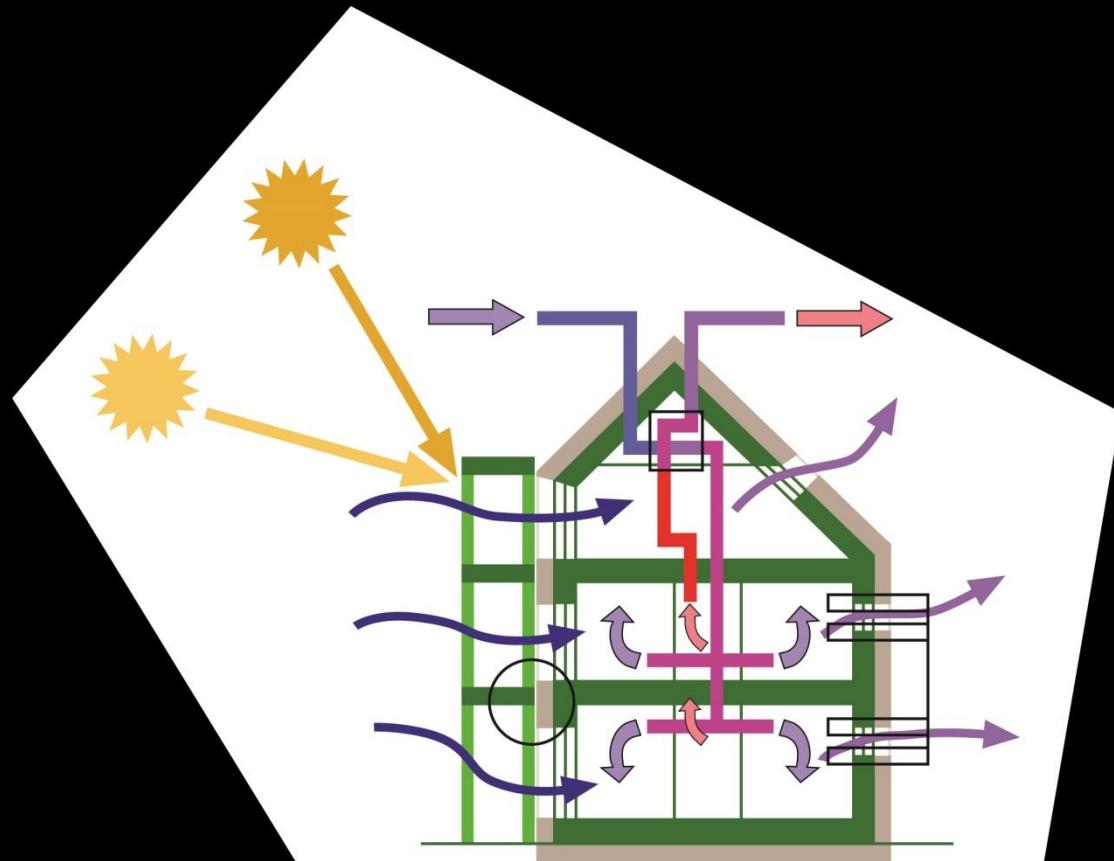
Alta calidad de **ventanas**

Ventilación controlada (**HRV**)

Alto nivel de **hermeticidad**

Ventilación cruzada en verano

Ventilación nocturna en verano



ESTADO ACTUAL DE ESCUELAS EN CLIMA BARCELONA

Demanda calefacción:

(refrigeración/deshumidificación:
no procede)



CEIP El Garrofer, Viladecans

	470	kWh/m²a
m²	3.300	129,0
Año	1974	(herramienta PHPP)



CEIP Margalló, Castelldefels

	483	kWh/m²a
m²	2.700	118,2
Año	1997	(herramienta PHPP)



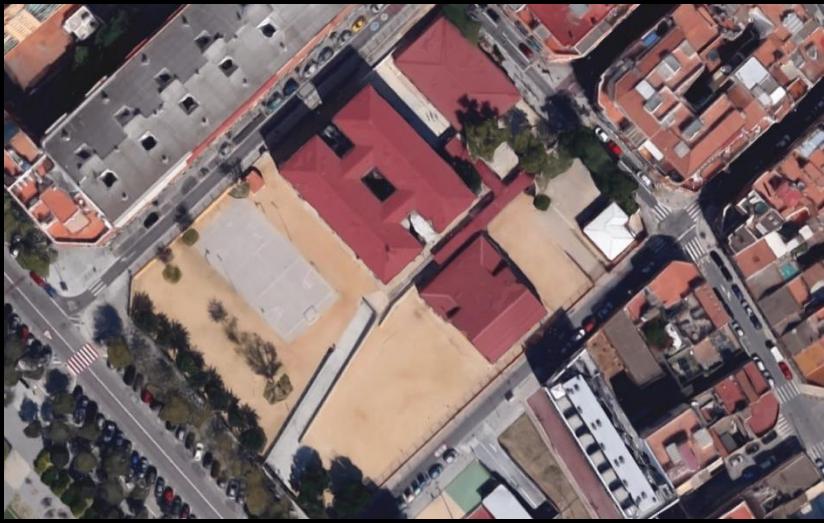
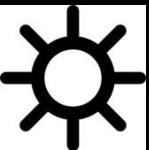
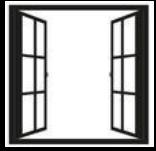
CEIP Cascabell, Sant Adrià del Besòs

	245	kWh/m²a
m²	2.700	113,6
Año	1980	(herramienta PHPP)



ESCUELA EL GARROFER – ESTADO ACTUAL

Confort usuarios



Viladecans (Barcelona)

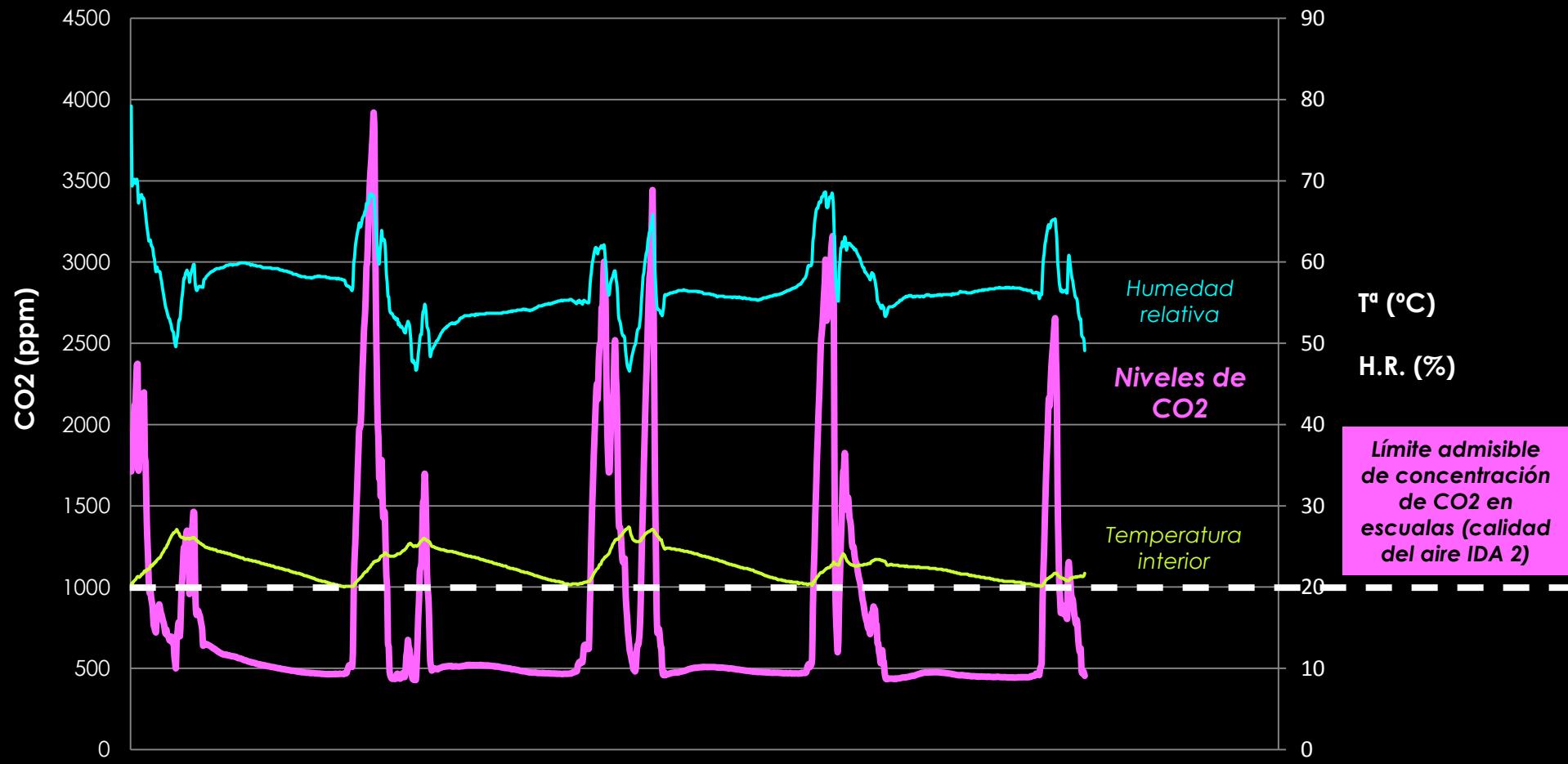


ESCUELA EL GARROFER – ESTADO ACTUAL



ESCUELA EL GARROFER – ESTADO ACTUAL

Monitoritzación de la concentración de CO₂



ESCUELA EL GARROFER – ESTADO ACTUAL



Prueba de estanqueidad al aire
Resultado del test de “BlowerDoor”

$$n50 = 17,14 / \text{h}$$

ESCUELA EL GARROFER – ESTADO ACTUAL

Demanda de calefacción en condiciones de confort
Passivhaus (20°C)

129,0 kWh/m²a

Consumo de gas para satisfacer la demanda en
condiciones de confort Passivhaus

138,0 kWh/m²a

Consumo actual de gas en calefacción

102,4 kWh/m²a

Discomfort

Specific building demands with reference to the treated floor area

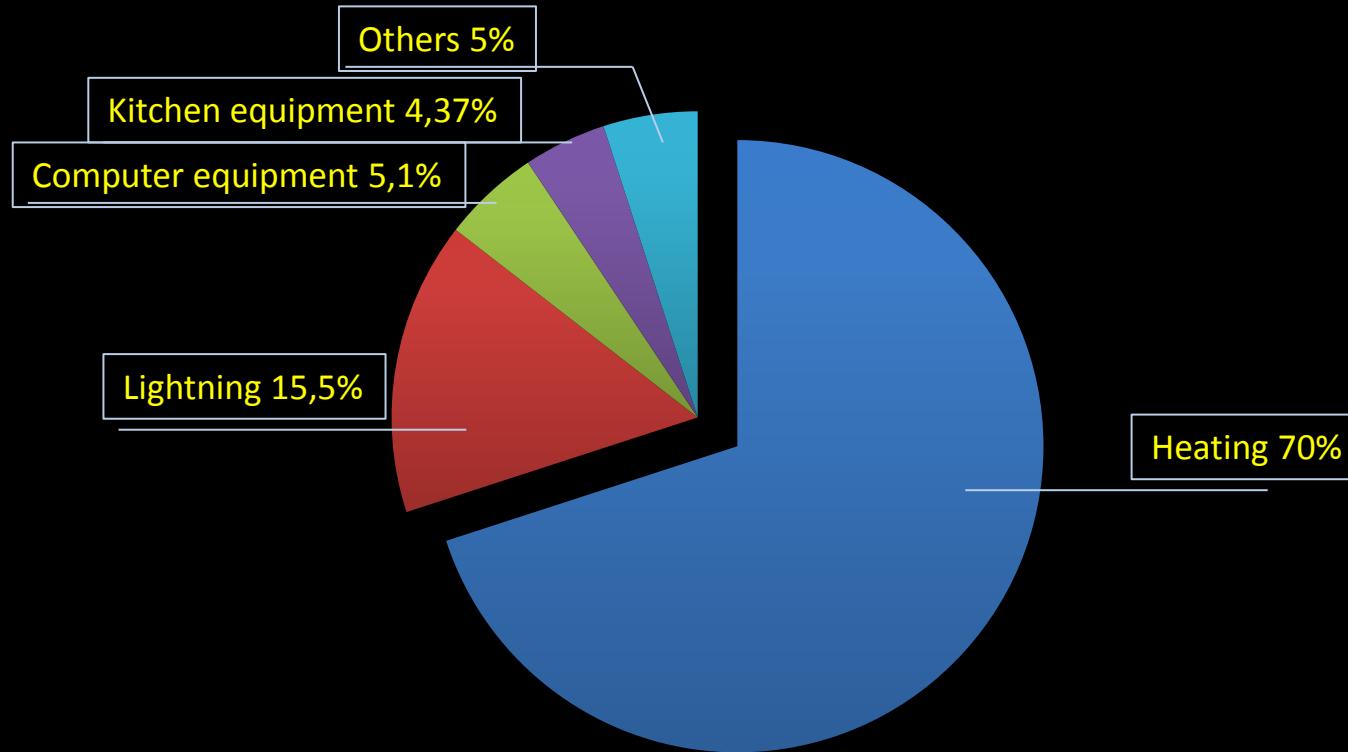
	Treated floor area	Requirements	Fulfilled?*
Space heating	2255,5 m ²	15 kWh/(m ² a)	no
	129,0 kWh/(m ² a)	10 W/m ²	no
	99,6 W/m ²	-	-
Space cooling	Overall specif. space cooling demand	-	-
		-	-
	Cooling load	-	-
		-	-
	Frequency of overheating (> 26 °C)	-	-
para escuelas en ámbito Mediterráneo			
Primary energy	Heating, cooling, dehumidification, DHW, auxiliary electricity, lighting, electrical appliances	120 kWh/(m ² a)	no
	DHW, space heating and auxiliary electricity	-	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	-	-
Airtightness	Pressurization test result n_{50}	0,6 1/h	no
	17,1 1/h		

* empty field: data missing; '-': no requirement



ESCUELA EL GARROFER – ESTADO ACTUAL

Total consumption sharing (KWh/a)



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

MEDIDAS DE ACTUACIÓN PARA LA REHABILITACIÓN PASSIVHAUS

Optimización del balance energético de las **VENTANAS**

Ventanas de PVC de **alta calidad energética**

Optimización del puente térmico de instalación de las ventanas

VENTILACIÓN CONTROLADA de doble flujo con recuperación de calor

HRV de **alta eficiencia energética**

Reducción de las infiltraciones de aire no controladas (**n50 < 1/h**)

Optimización del **aislamiento de la ENVOLVENTE TÉRMICA**

Optimización de los **PUENTES TÉRMICOS** geométricos y constructivos

Ventilación adicional nocturna y protección solar

Mejora de la **eficiencia energética de la iluminación** de las aulas



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS



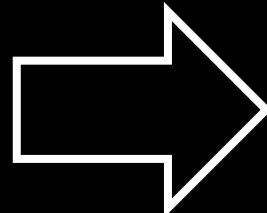
Carpintería metálica

$U_f = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vidrio simple

$U_g = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

valor-g= 0,87



Carpintería de PVC

$U_f = 1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$

Acrystalamiento doble

$U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

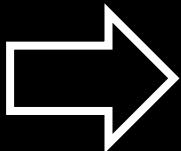
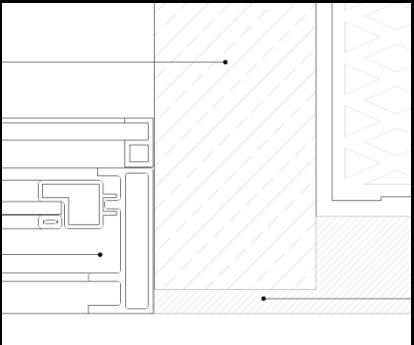
valor-g= 0,40

espaciadores de plástico

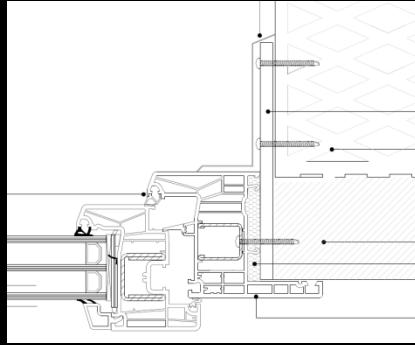
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS – PT, instalación

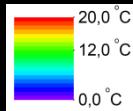
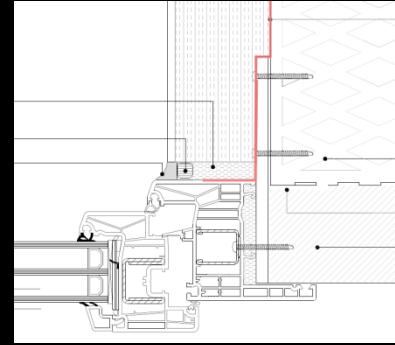
Estado **actual**



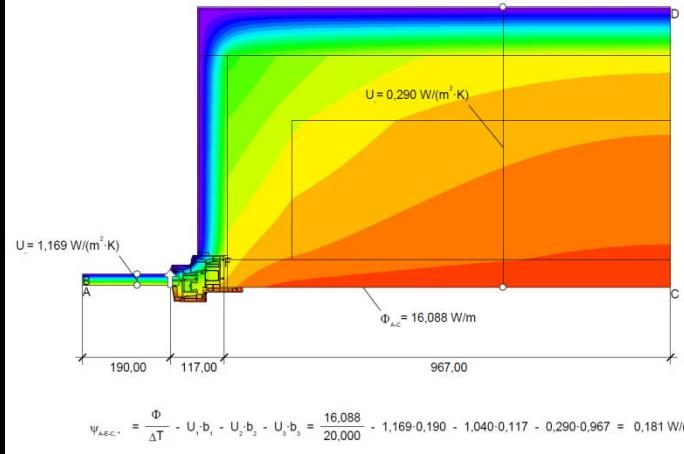
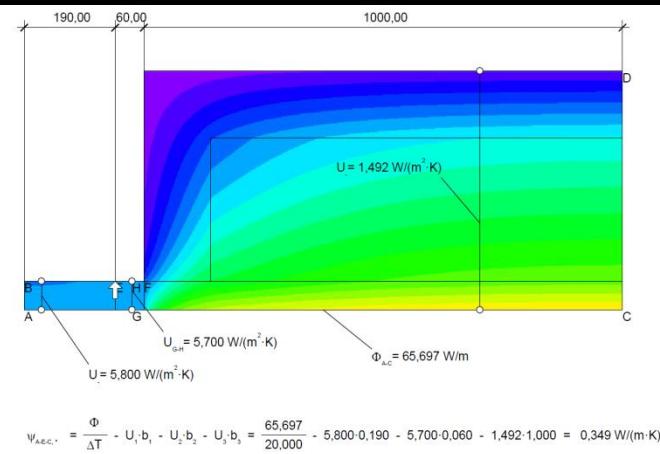
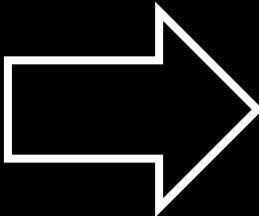
Fase 1



Fase2



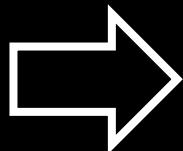
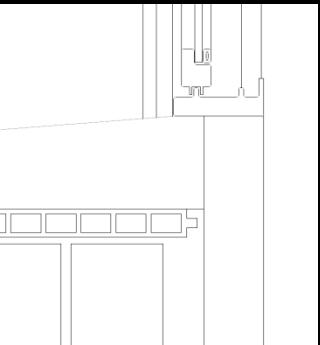
0,349 W/mK



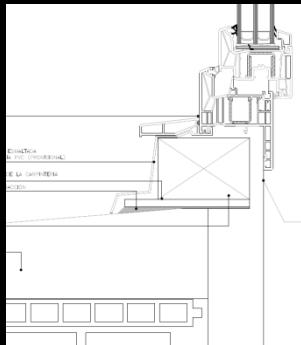
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS – PT, instalación

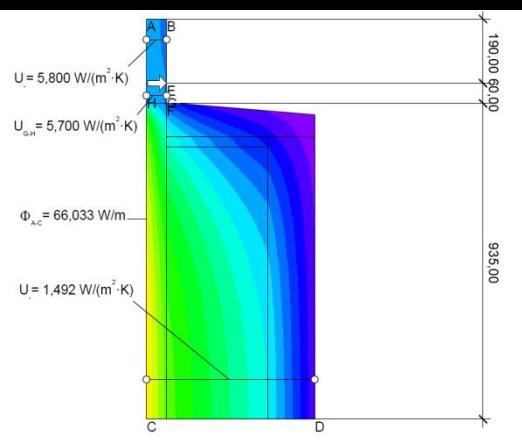
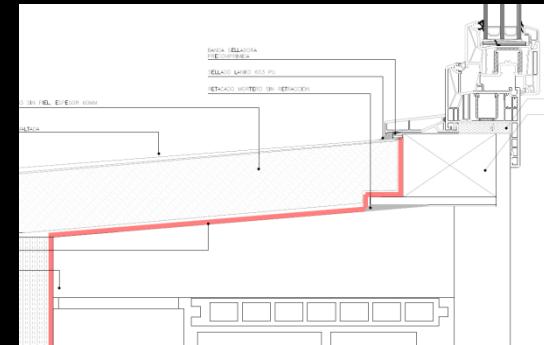
Estado **actual**



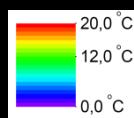
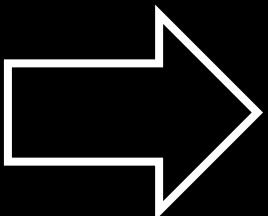
Fase 1



Fase2



0,462 W/mK

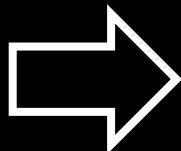
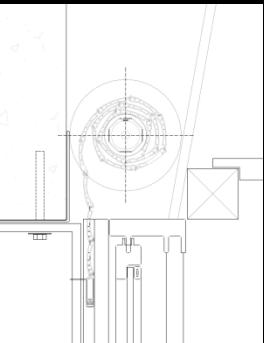


0,255 W/mK

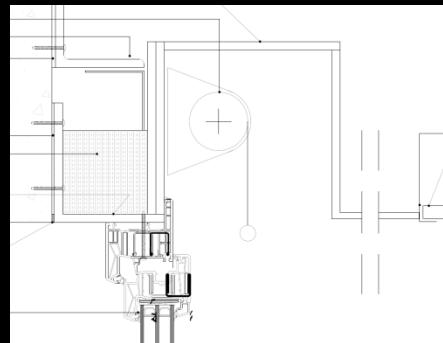
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS – PT, instalación

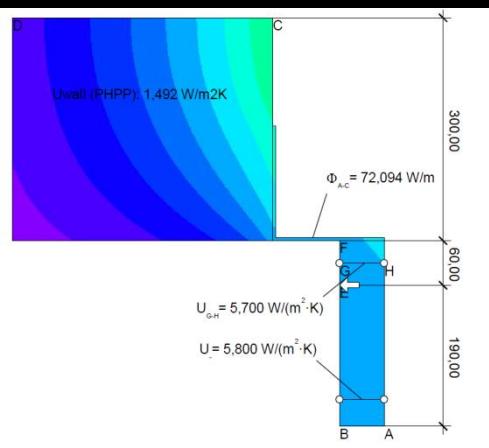
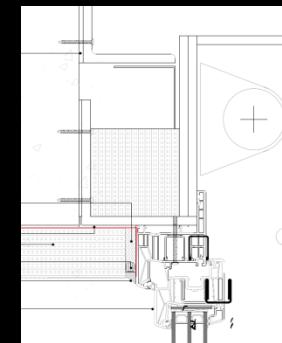
Estado **actual**



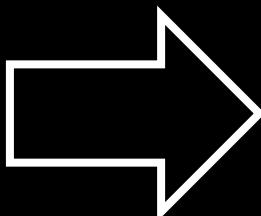
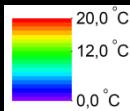
Fase 1



Fase2



1,713 W/mK



0,185 W/mK



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

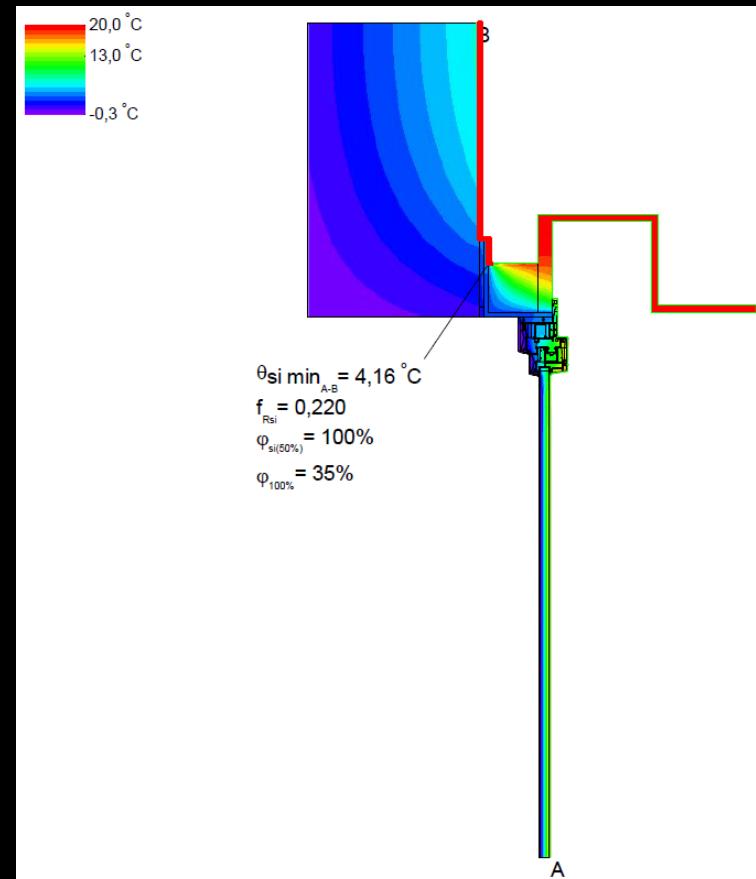
POSIBLES PROBLEMAS DE CONDENSACIONES EN LA FASE 1

Condensaciones superficiales en la instalación de la ventana con la jácena de hormigón.

El perfil L de acero para el anclaje de la ventana será continuo en toda la sección.

El separador de plástico de 8 mm de espesor entre el perfil L de acero y jácena se instalará sólo en los puntos de anclaje.

Se generan **infiltraciones de aire** como en el estado actual para evitar posibles problemas de condensaciones en esta fase.



-0,3 °C (average T -12 hours coldest in Barcelona)

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS

Estado **actual**

Balance energético:

-54.834 kWh/a *

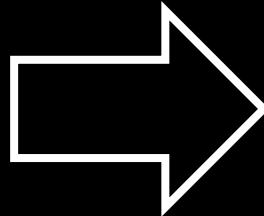
Transmission losses	Heat gains solar radiation
kWh/a	kWh/a
5465	185
24766	1987
9151	2265
28728	8838
0	0
68110	13276

Rehabilitación **Passivhaus**

Balance energético:

-9.482 kWh/a *

Transmission losses	Heat gains solar radiation
kWh/a	kWh/a
1153	71
5165	692
1962	940
6009	3104
0	0
14289	4807



* cálculo con la herramienta PHPP

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

VENTILACIÓN CONTROLADA CON RECUPERACIÓN DE CALOR



HRV de **alta eficiencia energética**

Alta calidad del aire
Confort acústico
Flexibilidad de funcionamiento
Sistema de control (sensores)

Certificado Passivhaus

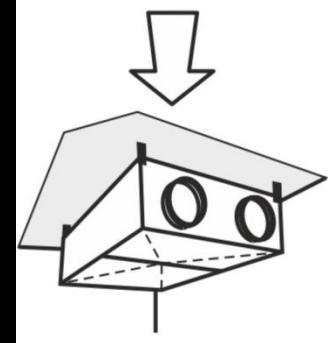
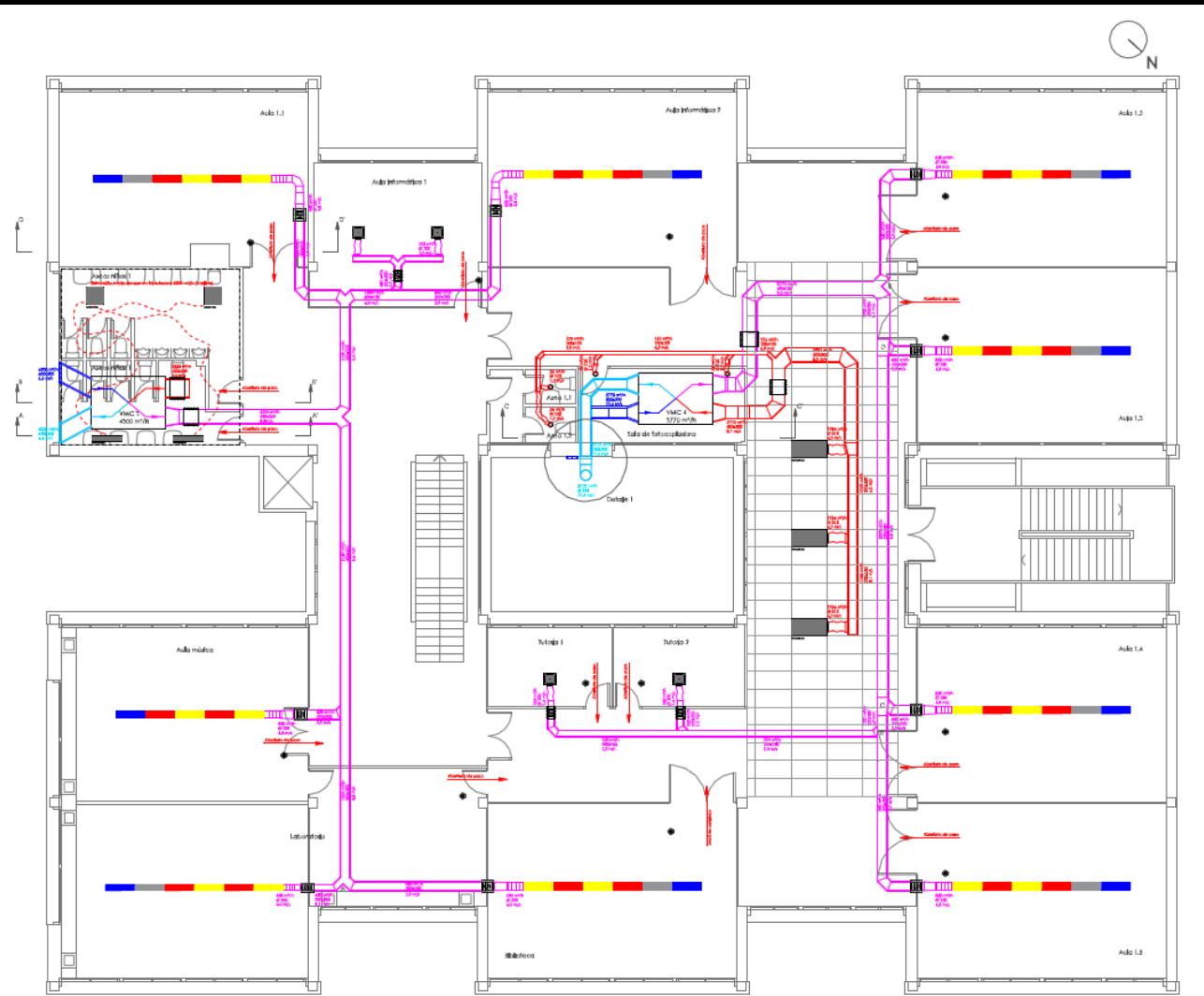
$\eta_{HR,eff}$ 84%
(800 m³/h)

$\eta_{HR,eff}$ 80%
(1700/ 2800 m³/h)

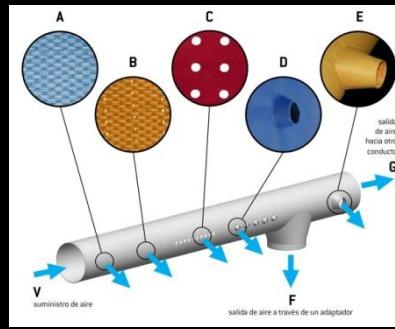


Electric power consumption
0.45 Wh/m³

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN



HRV de perfil bajo para colocación en falso techo



Conductos de tela en la difusión de aire en aulas

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

VENTILACIÓN CONTROLADA CON RECUPERACIÓN DE CALOR



Impulsión de aire en aulas

Red de conductos de impulsión de fibra de vidrio

Difusión de aire de baja velocidad con conductos de tela

Facilidad de limpieza de los conductos de tela

Sistema de control con pantalla táctil
Reguladores de caudal en cada ramal de impulsión

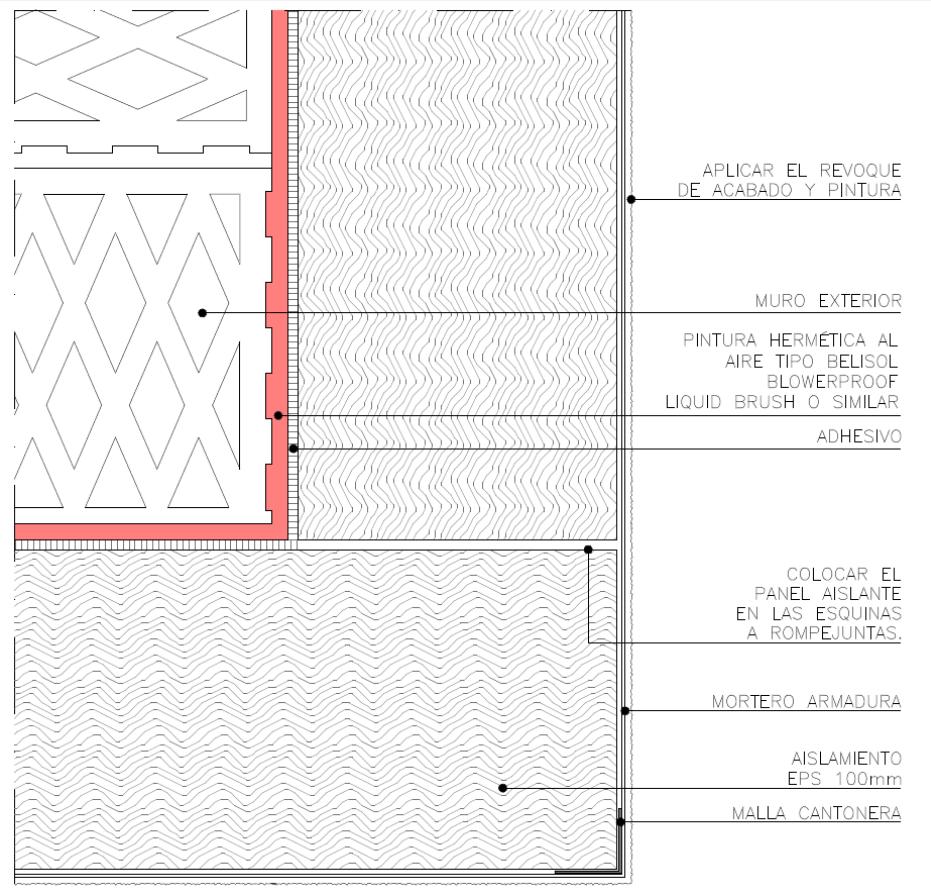
Ventilación mínima en ausencia
Detectores de presencia en las aulas
Sondas de CO₂ en secretaría y oficinas
Caudal regulable según usos en el comedor

Retorno de aire en locales húmedos y pasillos

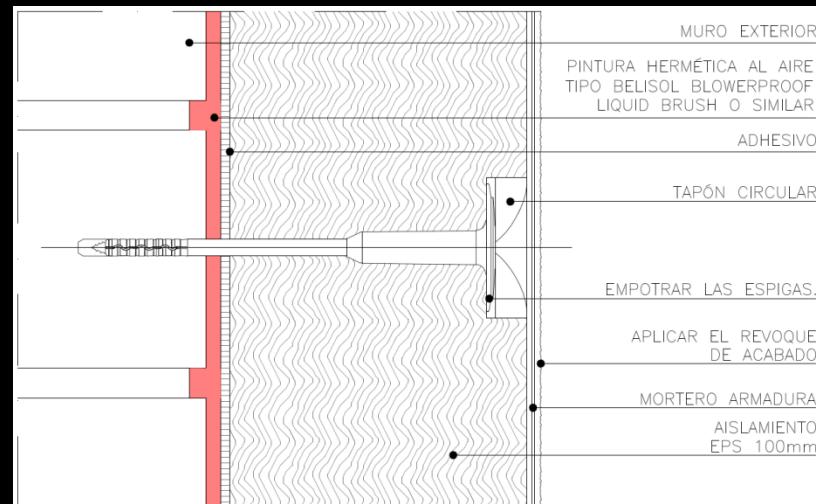
“Active overflow” a través del falso techo
Minimización de la red de conductos

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

REDUCCIÓN DE LAS INFILTRACIONES – ALTA HERMETICIDAD



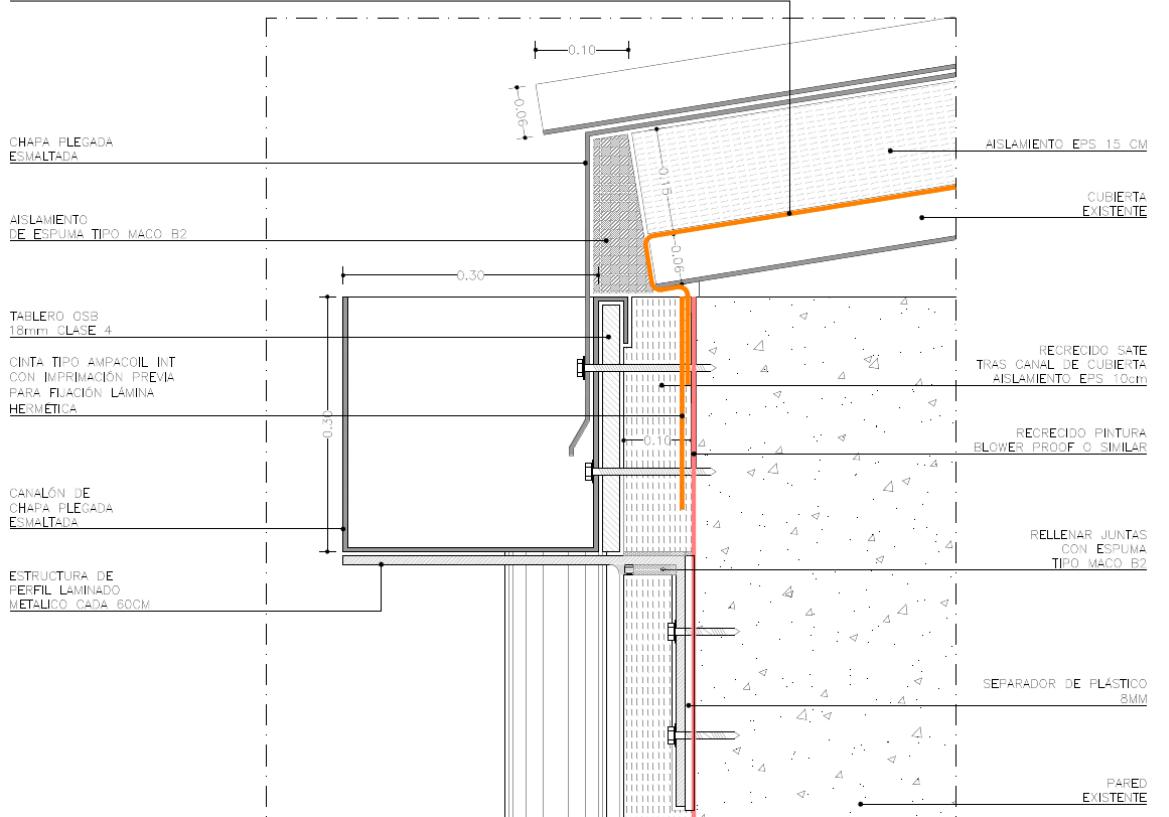
Pintura hermética al aire tipo
Belisol blowerproof liquid brush
o similar



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

REDUCCIÓN DE LAS INFILTRACIONES – ALTA HERMETICIDAD

LÁMINA HERMÉTICA AL PASO DE AIRE TIPO AMPATEX CENTO COLOCADA SOBRE CUBIERTA EXISTENTE, CON HOLGURA EN PERÍMETRO PARA CORRECTO SOLAPE. LA LÁMINA SE COLoca DE MANERA CONTINUA Y CON SOLAPES EN JUNTAS PARA GARANTIZAR HERMETICIDAD AL AIRE EN LA CUBIERTA.



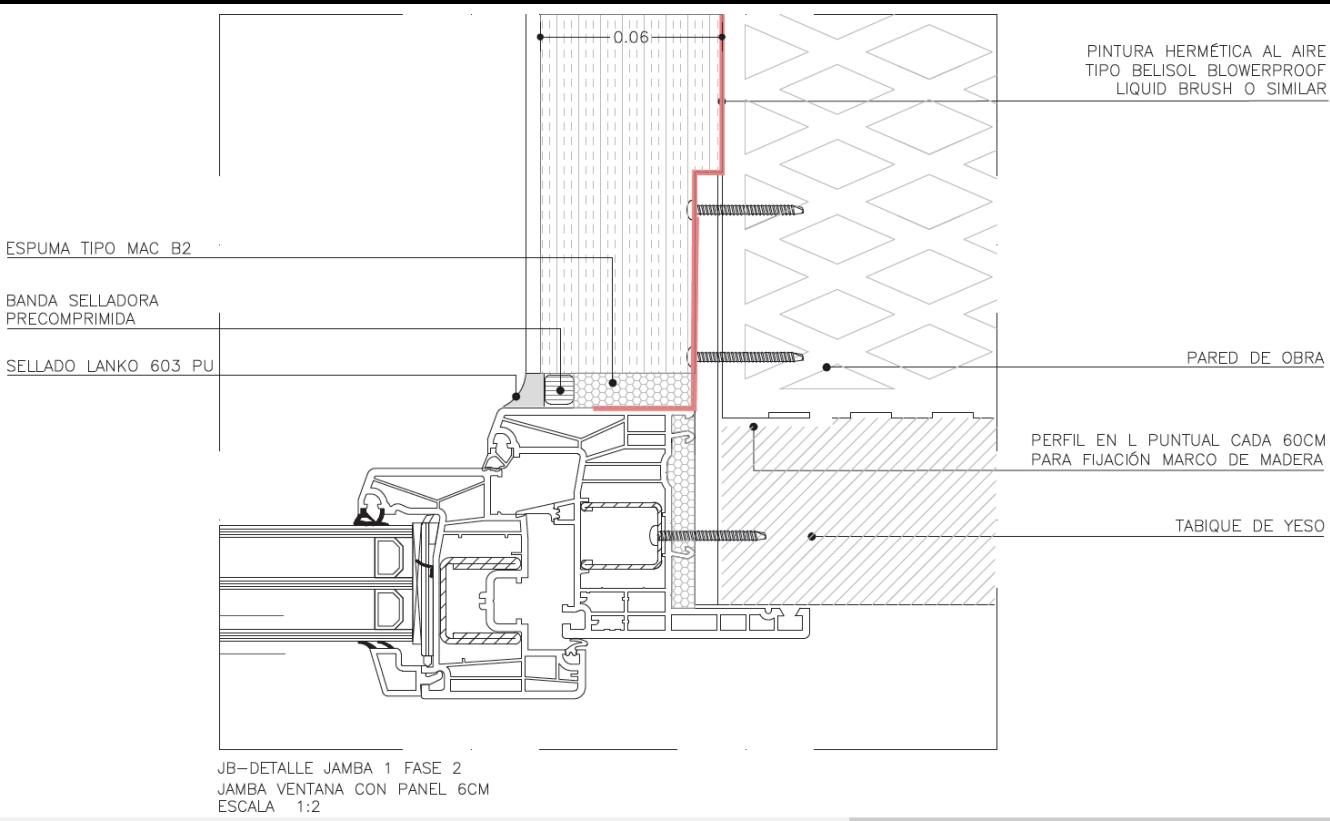
Pintura hermética al aire

Lámina hermética al paso del aire en cubierta tipo Ampatex Cento

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

REDUCCIÓN DE LAS INFILTRACIONES – ALTA HERMETICIDAD

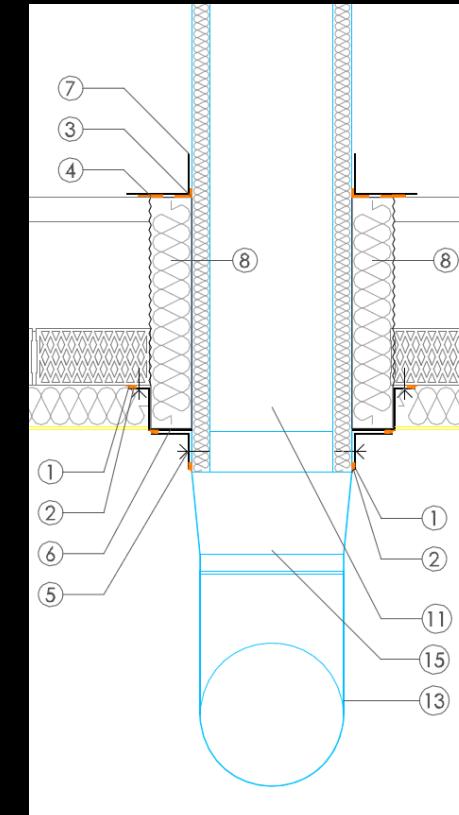
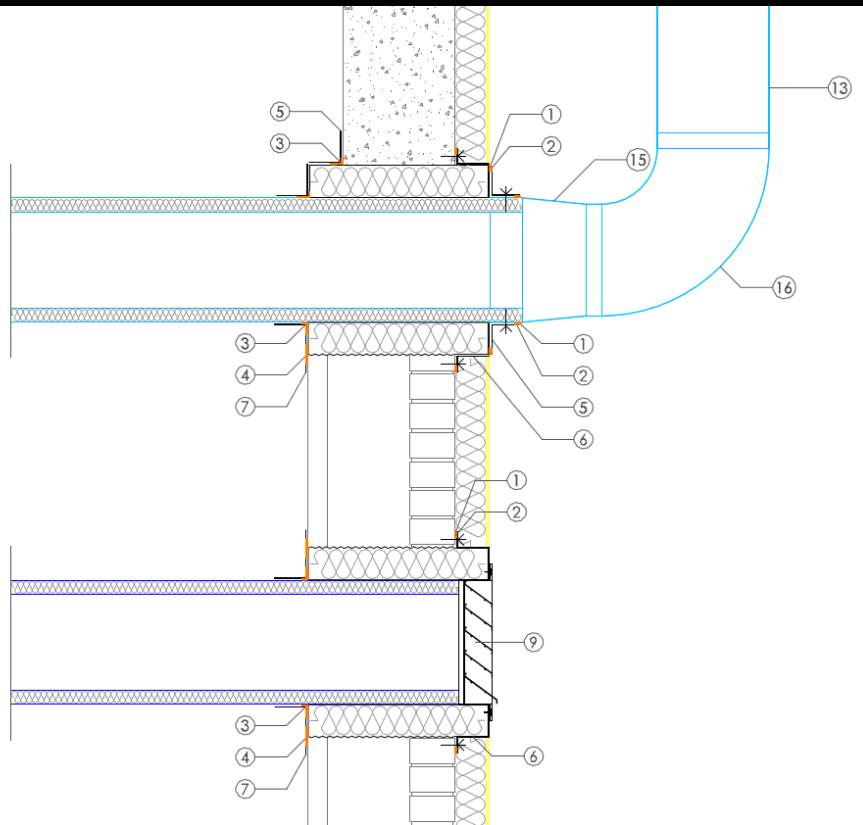
Continuidad de la línea de hermeticidad en la instalación de ventanas



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

REDUCCIÓN DE LAS INFILTRACIONES – ALTA HERMETICIDAD

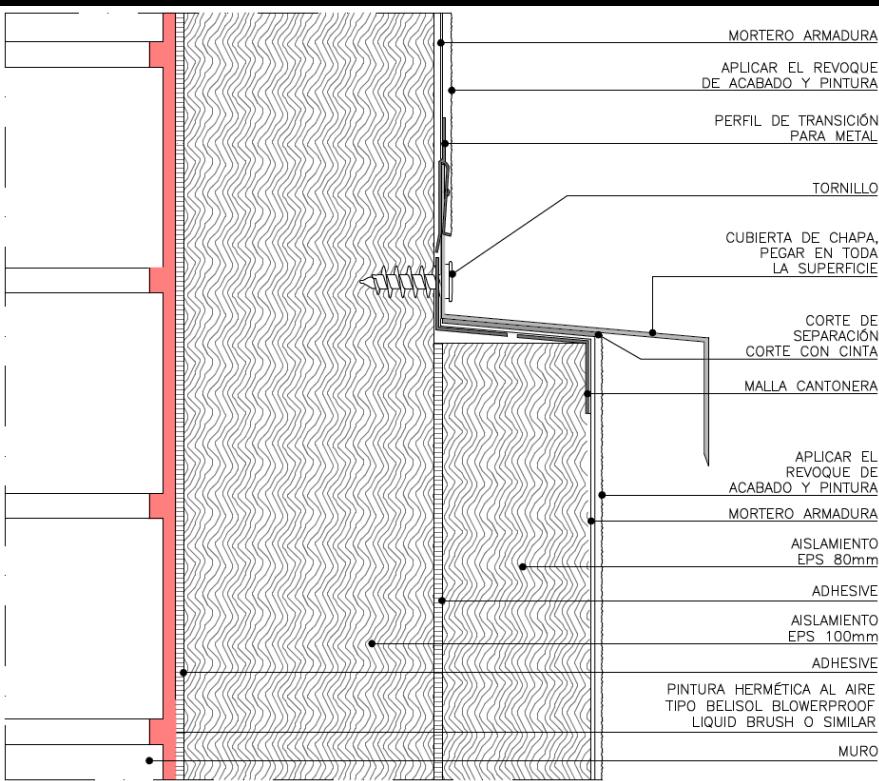
Continuidad de la línea de hermeticidad en los pasos de conductos



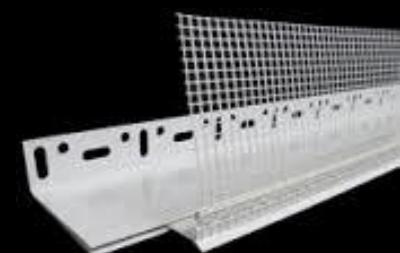
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Sistema SATE de **aislamiento por el exterior** con EPS en fachada



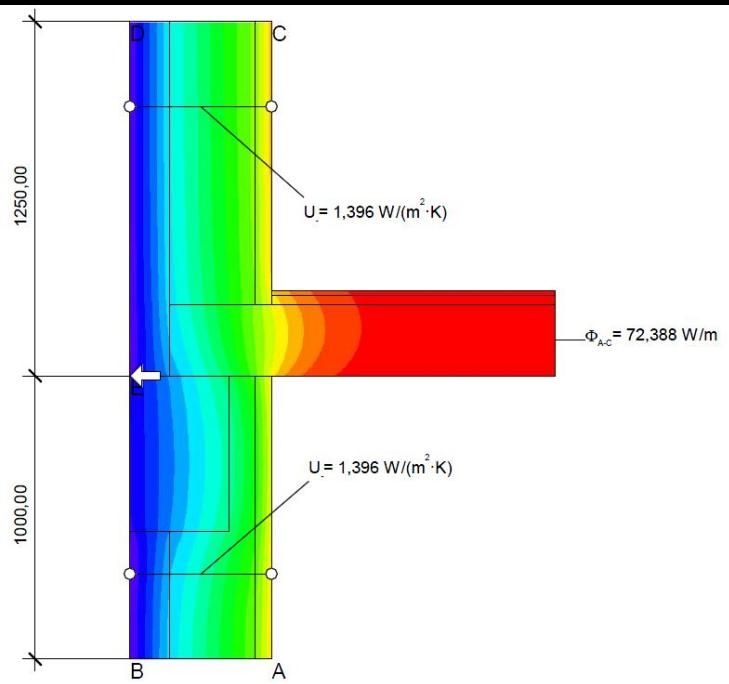
Espesor en planta baja: **20 cm**
Espesor en plantas 1 y 2: **10 cm**



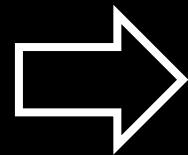
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

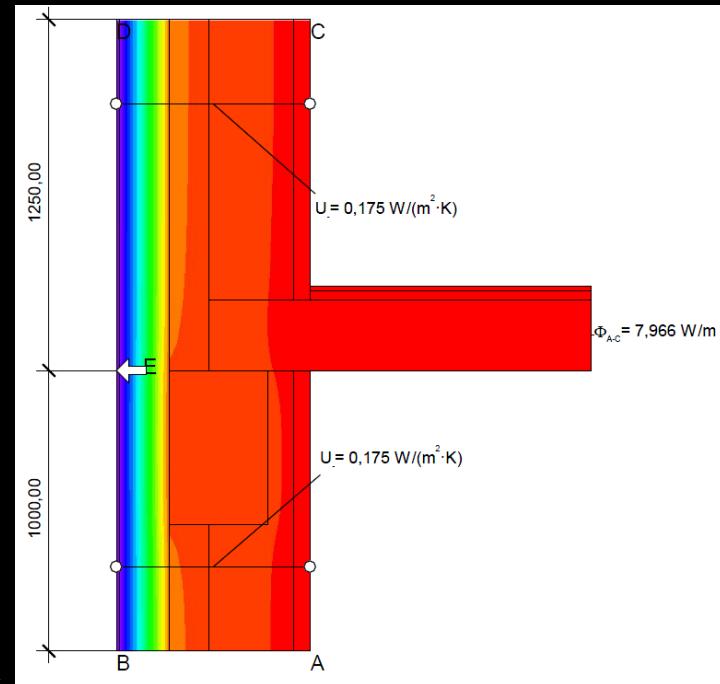
Eliminación de los puentes térmicos constructivos



0,477 W/mK



0,005 W/mK



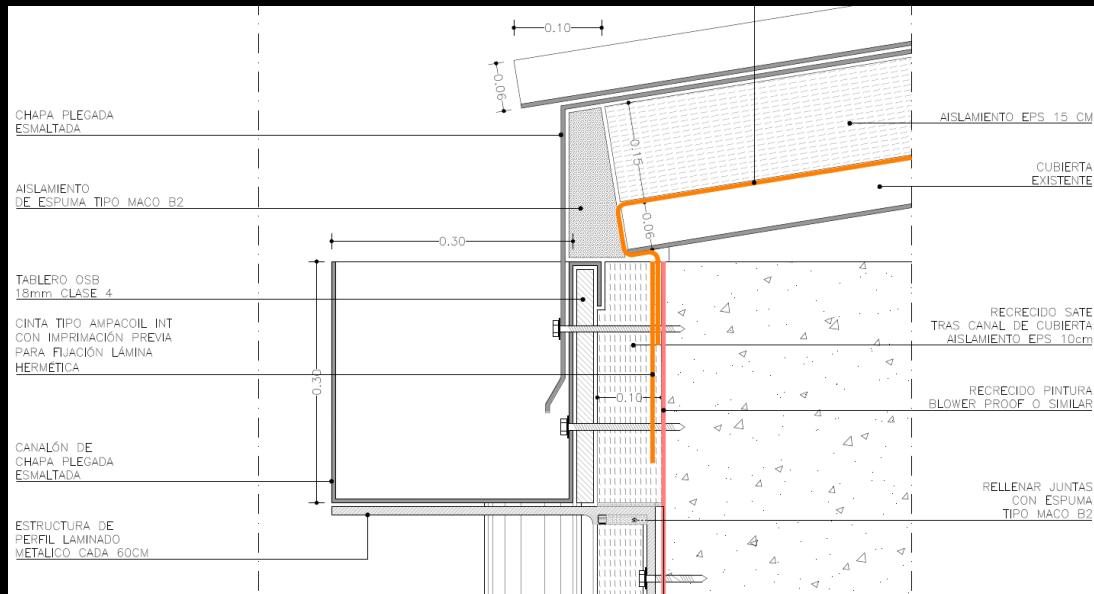
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Nueva cubierta con **paneles aislantes** de EPS de **15 cm**



Desplazamiento y sustitución del canalón
Desplazamiento de las bajantes
Nueva chapa de acabado de cubierta



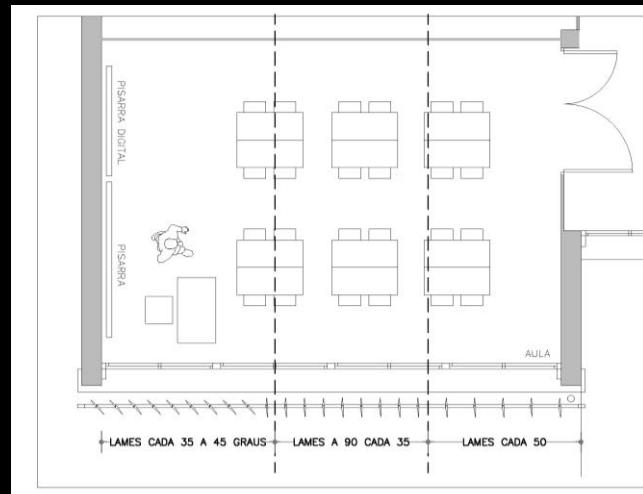
ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

VENTILACIÓN ADICIONAL NOCTURNA y PROTECCIÓN SOLAR

Frecuencia de sobrecalentamiento (26°C) < 10%
(tiempo de uso de la escuela)



Lamas fijas verticales
fachada sur-oeste
fachada nor-este

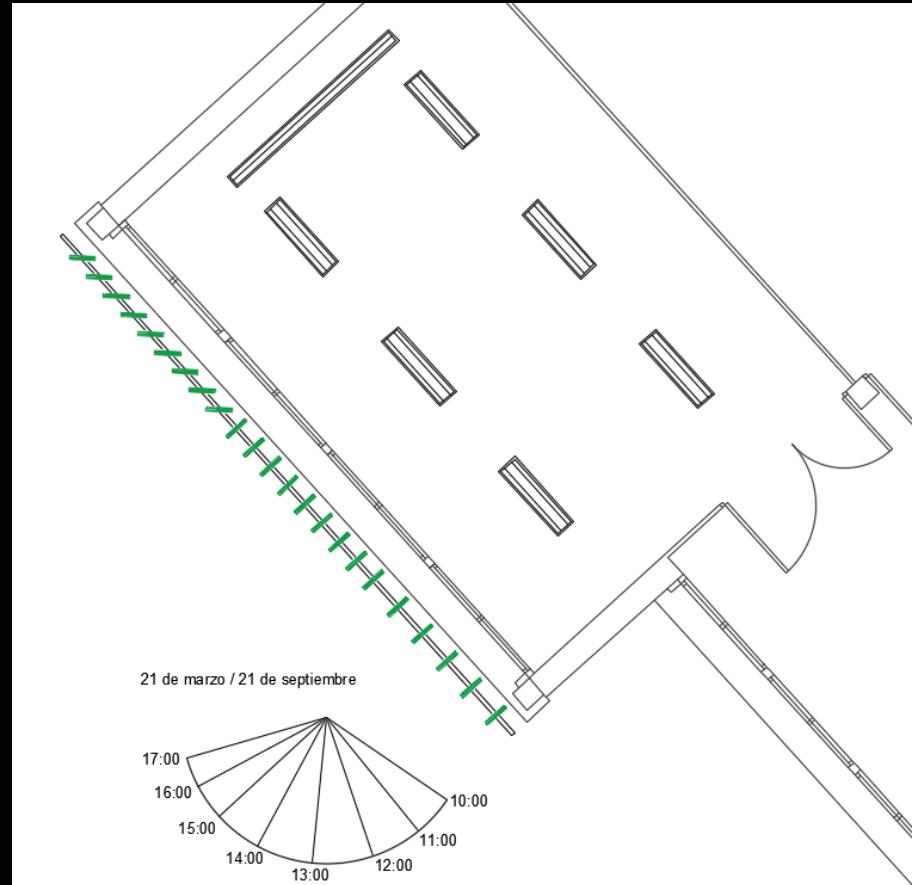
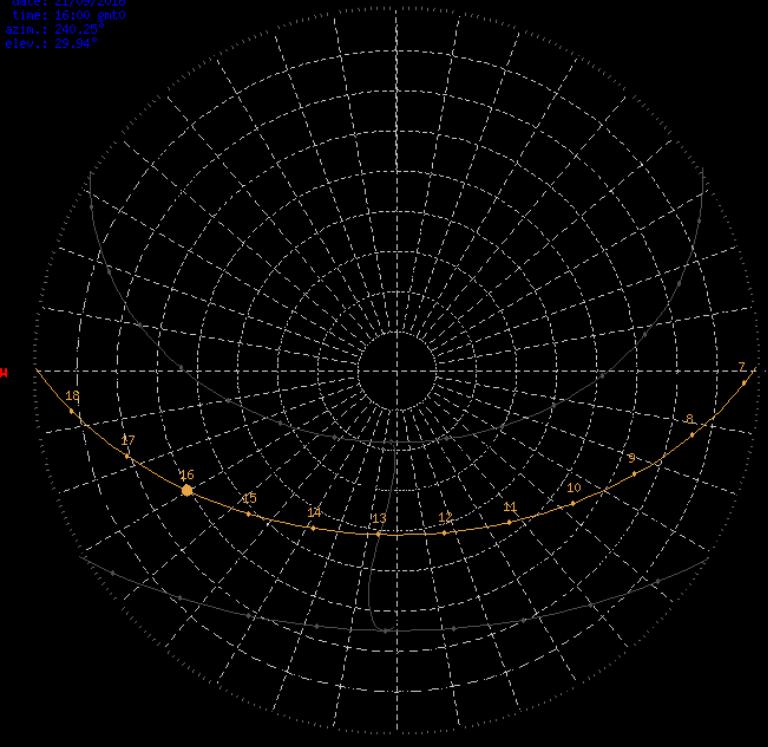


ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

ESTUDIO DEL DESLUMBRAMIENTO SOLAR EN LAS AULAS

name: Escuela El Garrofer (Vila-decans) SunEarthTools.com
lat: 41.315296
lon: 2.0133208
date: 21/09/2016
time: 16:00 gmt0
azim.: 240.25°
elev.: 29.94°

- 21/06/2016
- 21/09/2016
- 21/12/2016



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

ESTUDIO DEL DESLUMBRAMIENTO SOLAR EN LAS AULAS



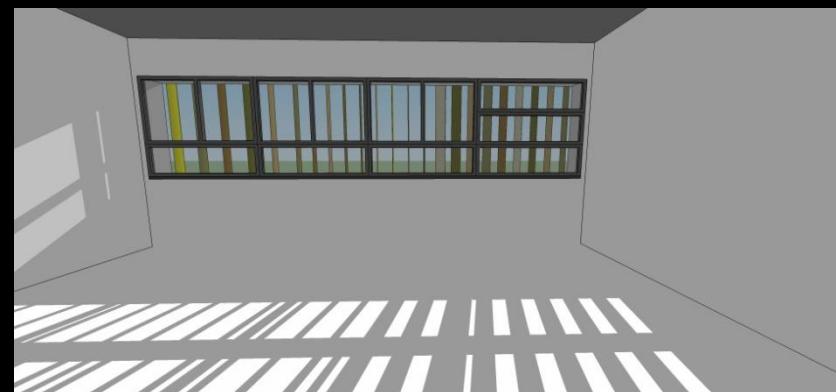
21 de septiembre: 13h



21 de septiembre: 14h



21 de septiembre: 15h



21 de septiembre: 16h



Promotor:
AJUNTAMENT DE
VILADECANS



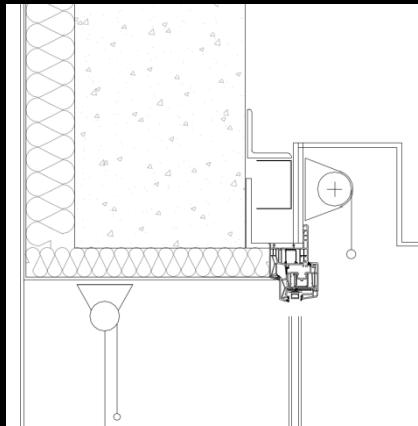
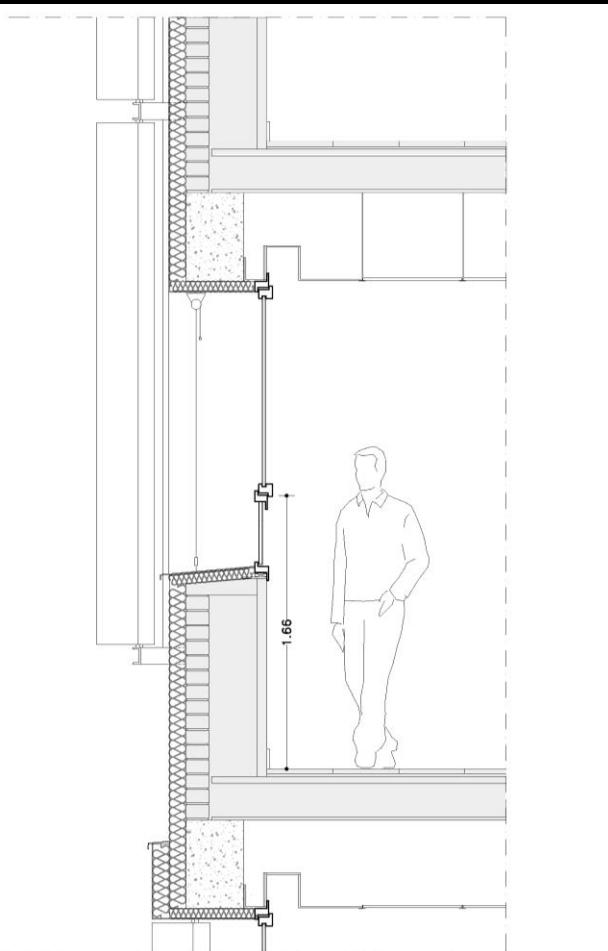
Autores del proyecto:

Berta Pujol
Energiehaus Arquitectos SLP



ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

ESTUDIO DEL DESLUMBRAMIENTO SOLAR EN LAS AULAS

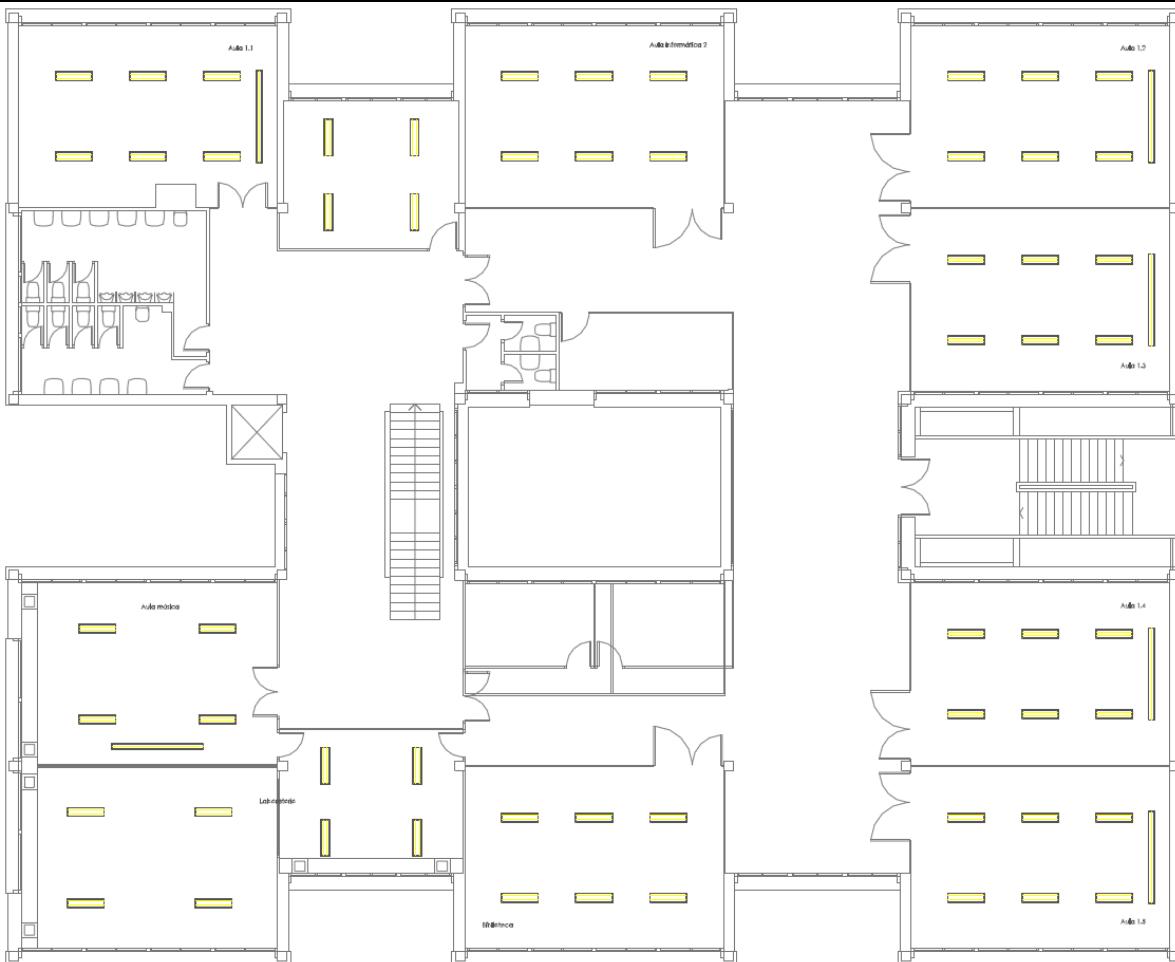


Estores exteriores
fachada sur-oeste

Protección solar
Confort visual

ESCUELA EL GARROFER – PROYECTO DE REHABILITACIÓN

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA ILUMINACIÓN EN LAS AULAS



**Reducción de la potencia
de iluminación**

Potencia actual
10,7 W/m²

Potencia rehabilitación
5,5 W/m²

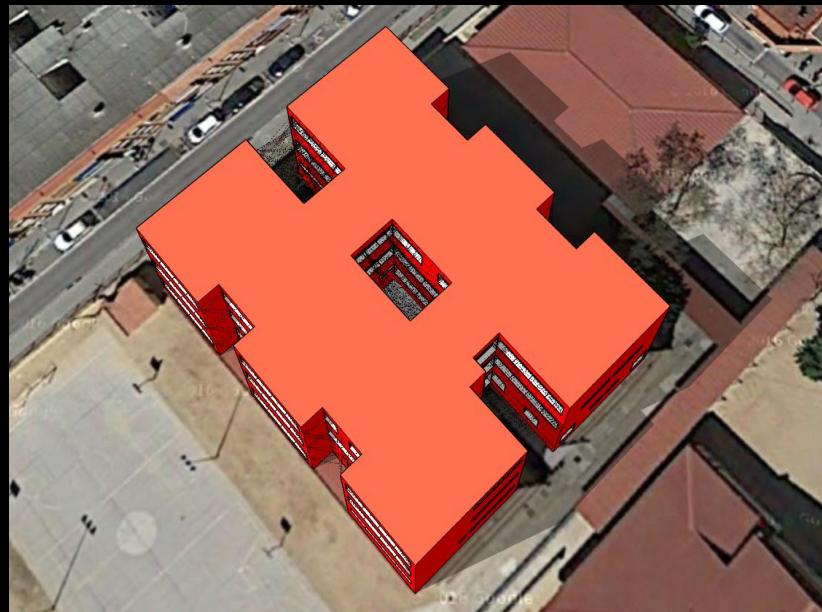
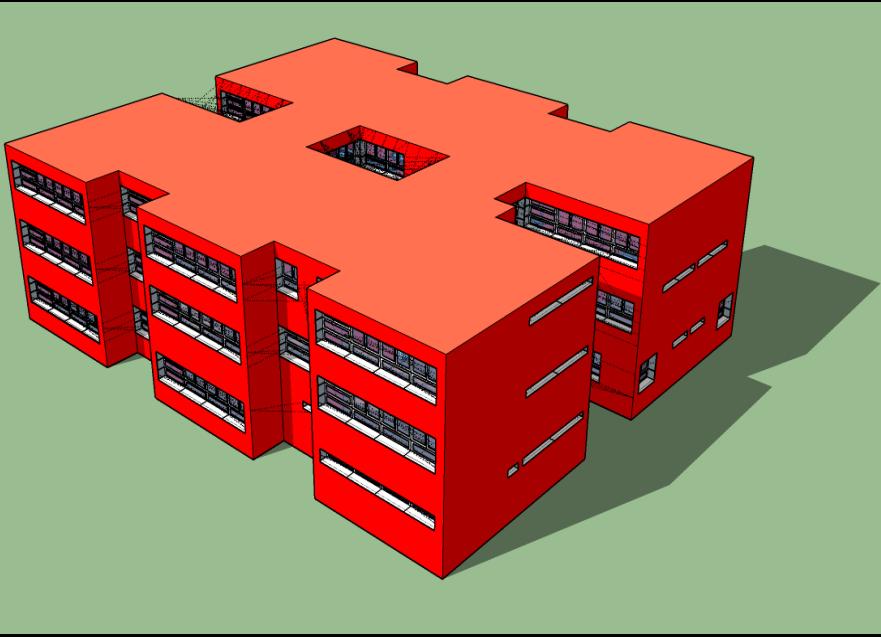
VEEI actual
3,6 (no cumple CTE)

VEEI rehabilitación
1,8 (cumple CTE)

ESCUELA EL GARROFER – CÁLCULO PHPP

MODELADO GEOMÉTRICO CON LA HERRAMIENTA Design PH / Sketch Up

Simulación de sombras del edificio
(no lamas verticales ni edificios colindantes)



Georreferenciación del edificio

ESCUELA EL GARROFER – CÁLCULO PHPP

COMPLEJIDAD DE LAS PESTAÑAS DE SOMBRA Y VENTANAS

500	V17.2.f.i	227,3	90	West	1,010	1,090	34-Wall_66678_W
501	V17.2.b	227,3	90	West	2,020	0,550	34-Wall_66678_W
502	V17.2.a	227,3	90	West	2,020	0,550	34-Wall_66678_W
503	V18.3	227,3	90	West	2,030	0,390	34-Wall_66678_W
504	V3.1.c	227,3	90	West	5,150	0,550	35-Wall_66774_W
505	V3.4.c	227,3	90	West	5,150	0,550	35-Wall_66774_W
506	V3.1.a	227,3	90	West	2,575	0,550	35-Wall_66774_W
507	V3.1.d.i	227,3	90	West	1,287	1,090	35-Wall_66774_W
508	V3.1.b	227,3	90	West	2,575	0,550	35-Wall_66774_W
509	V3.1.b	227,3	90	West	2,575	0,550	35-Wall_66774_W
510	V3.4.b	227,3	90	West	2,575	0,550	35-Wall_66774_W
511	V3.1.d.d	227,3	90	West	1,287	1,090	35-Wall_66774_W
512	V3.1.c	227,3	90	West	5,150	0,550	35-Wall_66774_W
513	V3.1.d.i	227,3	90	West	1,287	1,090	35-Wall_66774_W
514	V3.4.d.i	227,3	90	West	1,287	1,090	35-Wall_66774_W
515	V3.4.d.d	227,3	90	West	1,287	1,090	35-Wall_66774_W
516	V3.1.d.d	227,3	90	West	1,287	1,090	35-Wall_66774_W
517	V3.4.a	227,3	90	West	2,575	0,550	35-Wall_66774_W
518	V3.1.a	227,3	90	West	2,575	0,550	35-Wall_66774_W

Más de 500 ventanas simuladas

Diferentes tipologías de sombras

9,34	5,63		3,635	5,10	0,05	84%	89%
5,81	5,63		3,106	5,10	0,05	81%	86%
9,34	5,63		1,583	5,10	0,05	76%	83%
6,41	5,63		2,608	5,10	1,25	81%	86%
6,41	5,63		3,633	5,10	1,25	84%	89%
1,38	5,63		0,558	0,53	0,05	68%	77%
5,81	5,63		2,608	5,10	0,05	78%	85%
		0,52	3,191	0,52	1,32	56%	56%
		0,52	2,661	0,53	0,05	56%	56%
		0,53	2,664	0,53	0,05	48%	48%
		0,52	2,661	0,53	0,05	54%	54%
		0,52	2,661	0,53	0,05	56%	56%
		0,52	2,661	0,53	0,05	54%	54%
		0,52	2,661	0,53	0,05	48%	48%
		0,52	3,191	0,53	0,05	56%	56%
		0,52	3,191	0,52	0,72	56%	56%
		0,52	3,191	0,53	0,05	56%	56%
		0,52	2,661	0,53	0,05	48%	48%
		0,53	2,662	0,53	0,05	54%	54%
		0,52	3,191	0,52	0,72	Lamas verticales	



ESCUELA EL GARROFER – RESULTADO PHPP

Demanda de calefacción

13,9 kWh/m²a

Frecuencia de sobrecalentamiento (26°C)

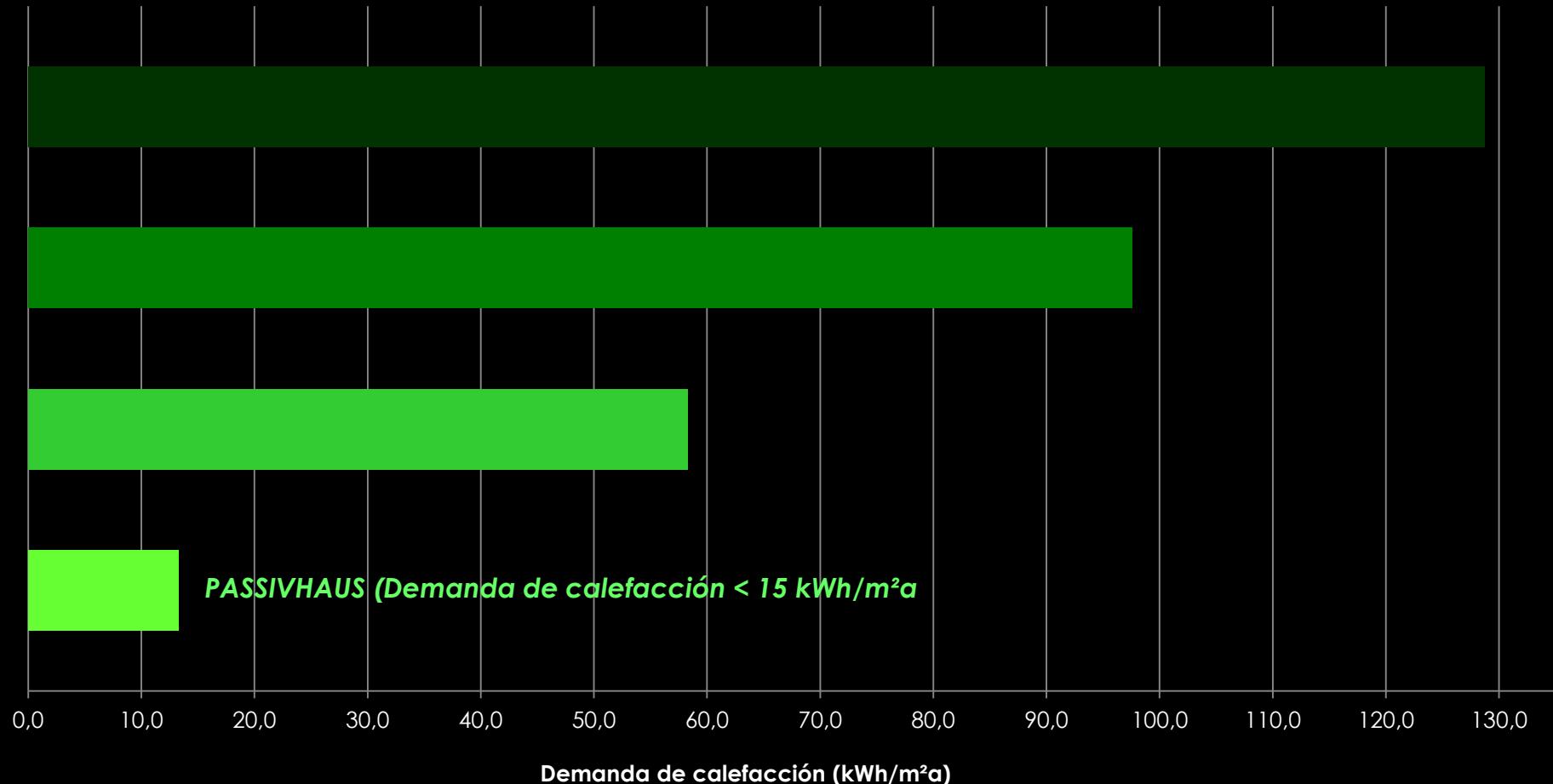
7,2 %

Specific building demands with reference to the treated floor area

		Treated floor area 2255,5 m²	Requirements	Fulfilled?*
Space heating	Heating demand	13,9 kWh/(m²a)	15 kWh/(m ² a)	yes
	Heating load	13,5 W/m²	10 W/m ²	-
				-
Space cooling	Overall specif. space cooling demand	kWh/(m²a)	-	-
	Cooling load	W/m²	-	-
	Frequency of overheating (> 26 °C)	7,2 %	-	-
para escuelas en ámbito Mediterráneo				
Primary energy	Heating, cooling, dehumidification, DHW, auxiliary electricity, lighting, electrical appliances	86 kWh/(m²a)	120 kWh/(m ² a)	yes
	DHW, space heating and auxiliary electricity	25 kWh/(m²a)	-	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	kWh/(m²a)	-	-
Airtightness	Pressurization test result n_{50}	1,0 1/h	0,6 1/h	no

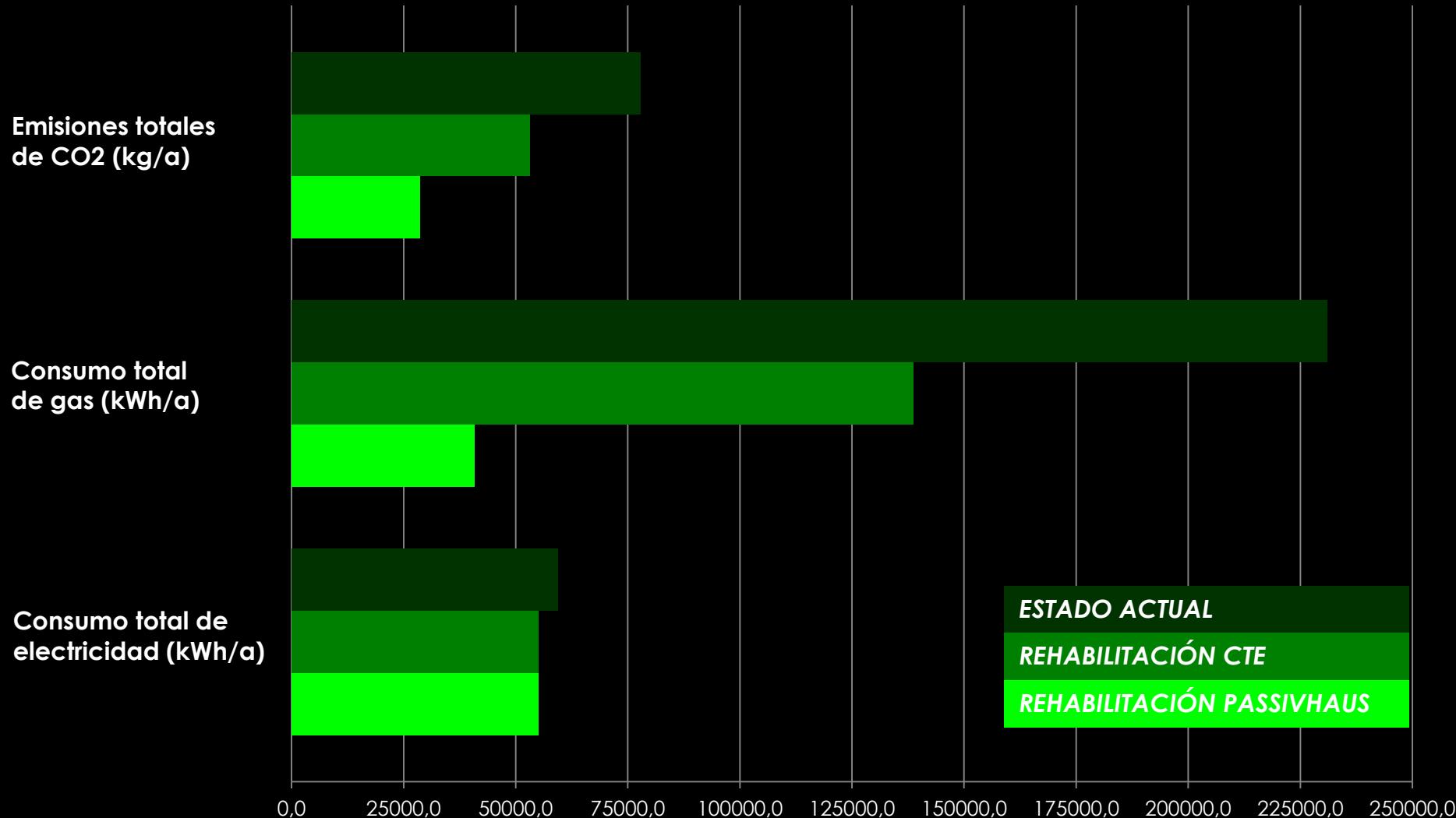
* empty field: data missing; '-': no requirement

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS MEJORAS PASIVAS

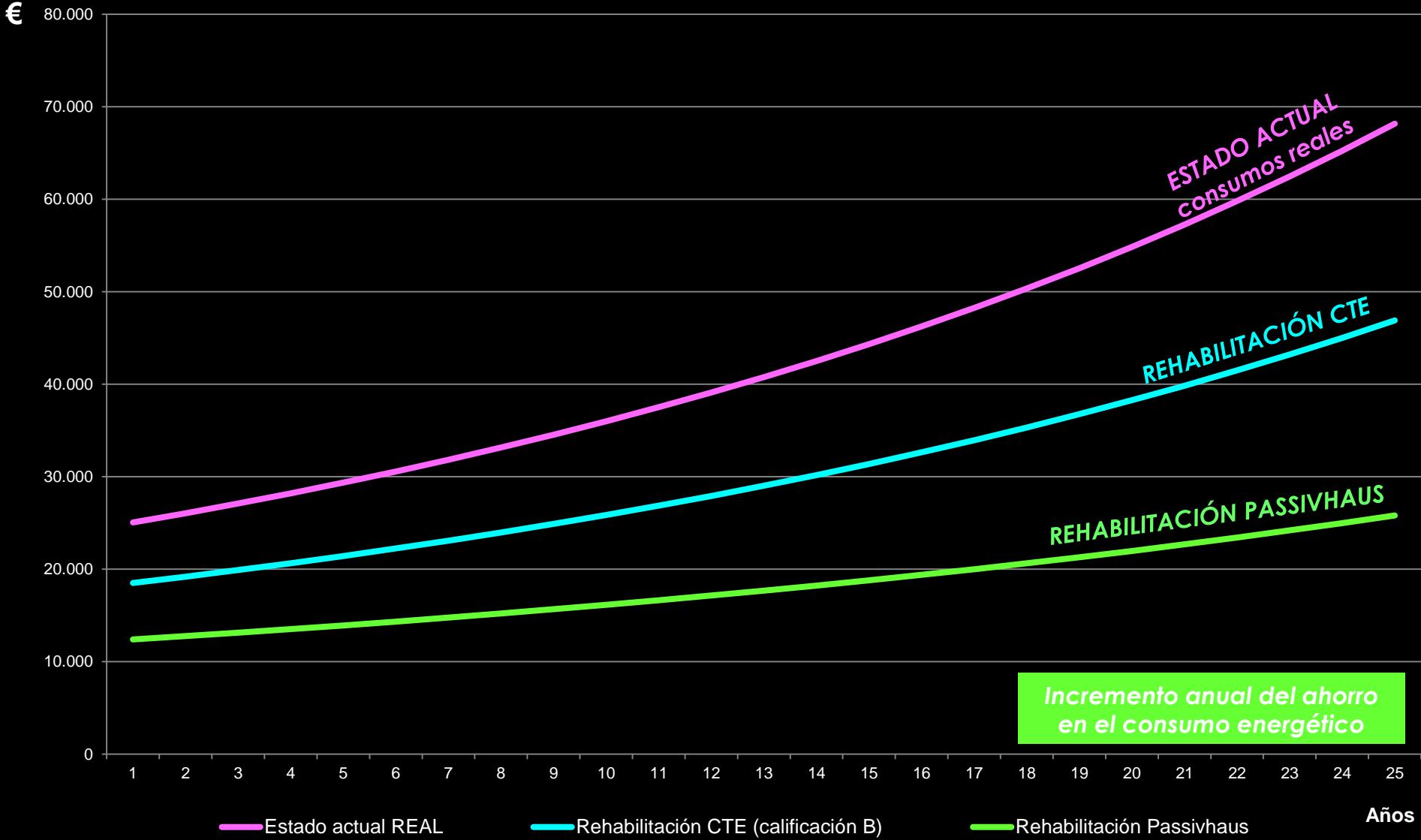


- CEIP Garrofer Viladecans - Estat actual
- Optimización del balance energético de las ventanas
- Ventilación controlada de doble flujo con RC (15m³/h/p) + mejora de la hermeticidad (n50 = 1/h)
- Optimización del aislamiento de la envolvente térmica

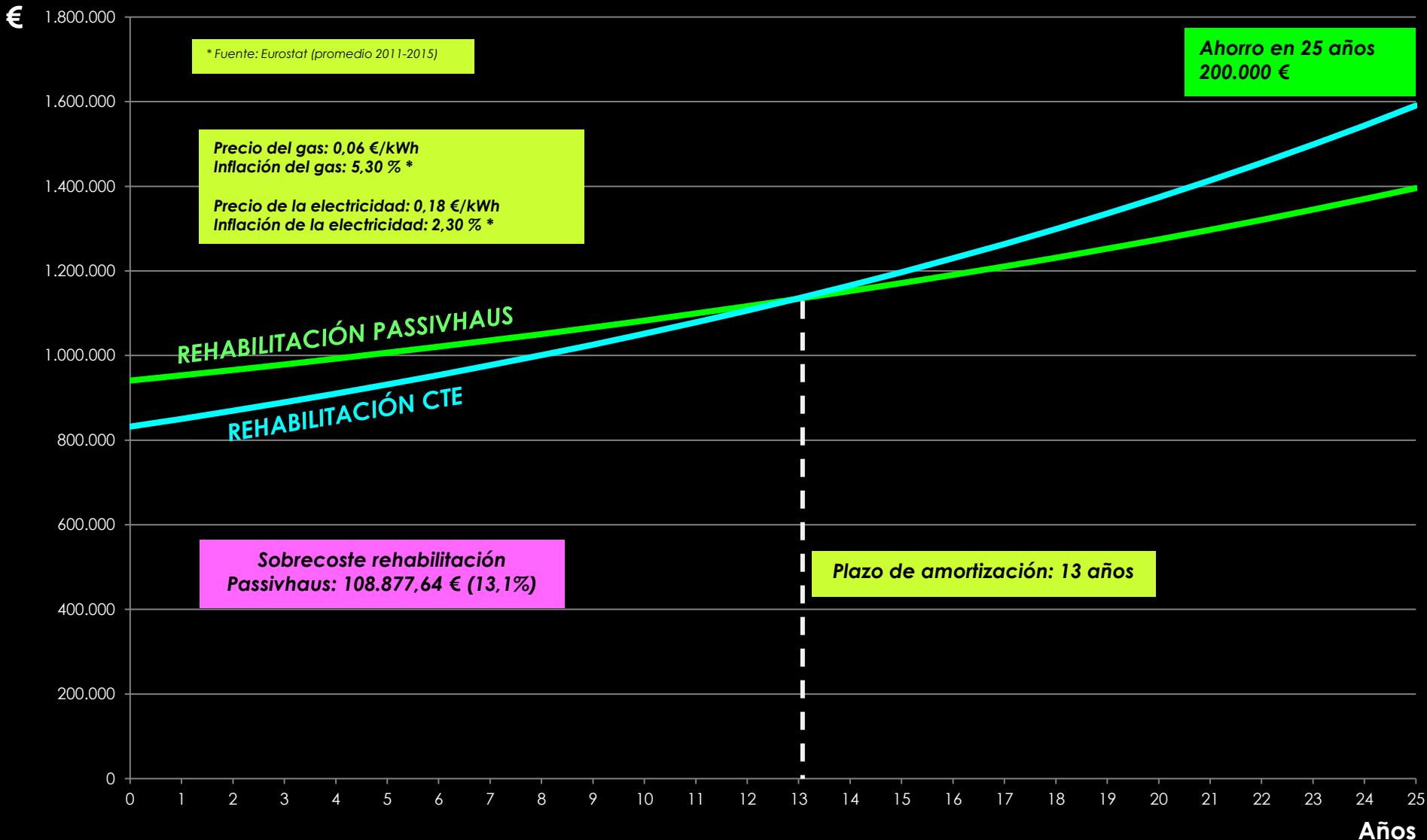
ANÁLISIS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS



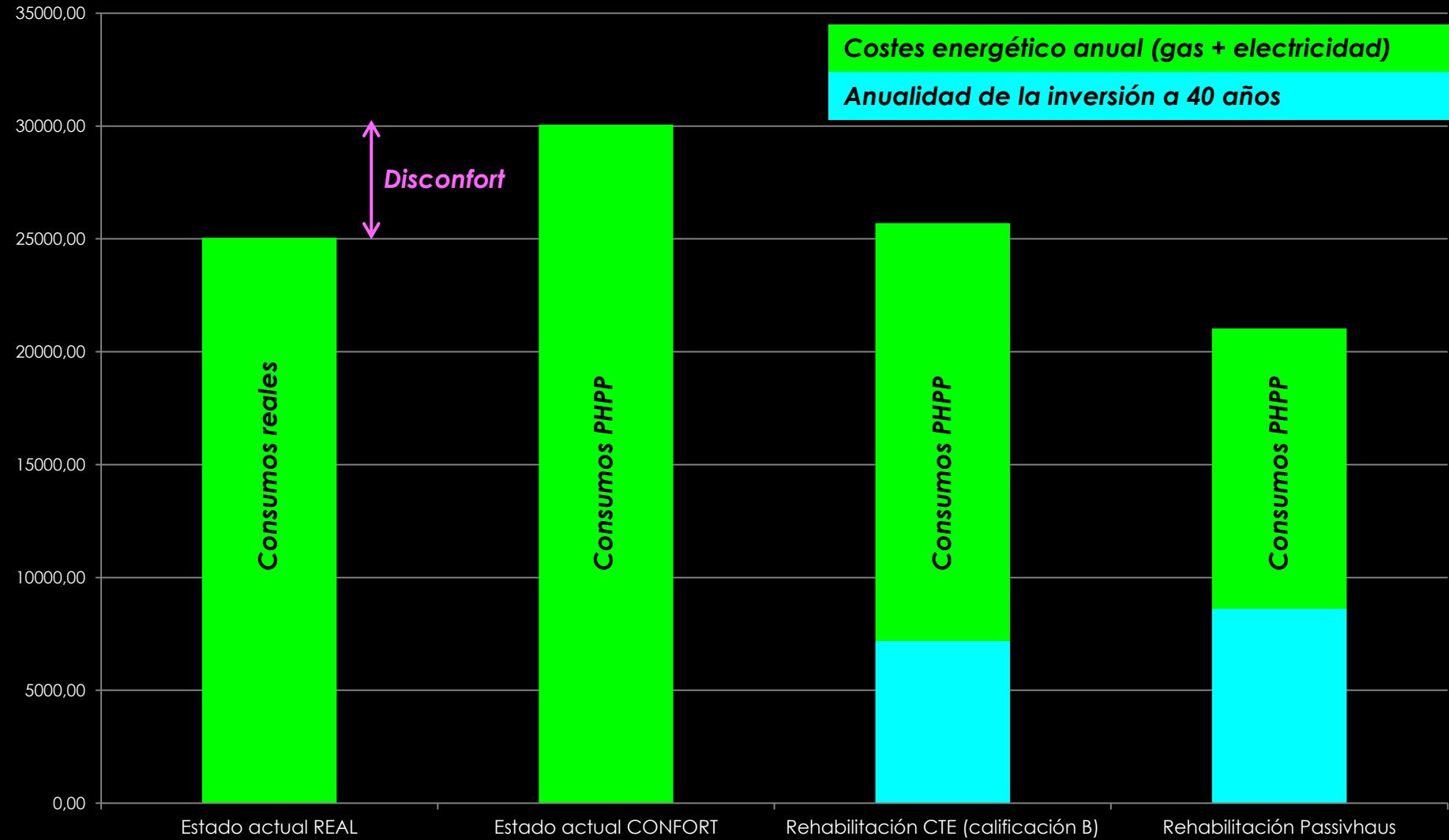
EVOLUCIÓN ANUAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO



AMORTIZACIÓN ECONÓMICA (precios con IVA)



COSTES TOTALES ANUALES (€/a)



PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE CONTRATA (P.E.C.)

Fase 1: 363.635,43 € (IVA no incluido)

Fase 2: 247.933,95 € (IVA no incluido)

Fase 3: 165.959,05 € (IVA no incluido)

TOTAL: 777.528 €

Superficie construida: 3023 m²

TOTAL: 257 €/m²



EJEMPLO <https://labuonascuola.gov.it/>

Italia ha adoptado en 2015 un programa nacional de tres años de proyectos de construcción de escuelas para el período 2015/2017. Más de 6.000 intervenciones solicitadas por las regiones, en consulta con las autoridades locales. Para un presupuesto total de 3700 millones de euros. Las primeras 1.300 intervenciones serán financiadas con 905 millones de los llamados préstamos del BEI (**Banco Europeo de Inversiones**), con préstamos solicitados por las Regiones y gastos de amortización a cargo del Estado. Se financiaran rehabilitaciones en materia de seguridad estructural y sísmica, y eficiencia energética, para las escuelas y residencias para los estudiantes universitarios. Los beneficiarios de los préstamos serán las autoridades locales propietarias de los bienes.

*la buona
SCUOLA*

FACCIAMO CRESCERE IL PAESE



MUCHAS GRACIAS

información detallada del proyecto:

info@energiehaus.es

