



**COMPORTAMIENTO ENERGETICO Y ECONOMICO ACCIONES DE REHABILITACION:  
EDIFICIO UNIFAMILIAR AISLADO TIPO PB+1 CON SATE EN FACHADAS, FALSO TECHO BAJO CUBIERTA Y  
AISLAMIENTO BAJO PAVIMENTO EN SOLERA (REHABILITACION URSA)**

URSA Ibérica deseaba disponer de datos actualizados acerca de la estimación técnico económica de diferentes acciones de rehabilitación de los edificios en el contexto de España para ello ha encargado la realización de una serie de casos de estudio sobre diferentes edificios con diferentes intervenciones de rehabilitación con el fin de cuantificar los beneficios técnicos y económicos que la rehabilitación comporta.

El presente estudio se refiere a la rehabilitación de un edificio unifamiliar aislado tipo PB+1 en el que se desea evaluar el impacto energético y económico que representa realizar un sistema SATE/ETICS con URSA XPS RG de 90/100/120 mm las fachadas, de instalación de un falso techo con aislante URSA TERRA PLUS 32 de 100 mm bajo la cubierta y de un aislante URSA XPS N-III de 40 mm bajo el pavimento en la solera de la Planta Baja.

## **METODOLOGIA**

---

Para poder estimar el impacto de una acción de rehabilitación en un edificio es necesario efectuar una estimación de la demanda y el consumo energético del edificio en la situación que se encuentre antes de realizar la rehabilitación y repetir el mismo cálculo con el edificio después de la rehabilitación.

La comparación de las demandas / consumos antes y después de efectuar la rehabilitación permite evaluar la mejora que aporta la acción rehabilitadora.

Traduciendo el consumo de energía final a su coste económico y estimando el coste de inversión en rehabilitación se puede efectuar la estimación del impacto económico de la inversión realizada en acciones de rehabilitación.

Para los cálculos energéticos se ha usado Sketchup como herramienta de modelado tridimensional y OpenStudio/EnergyPlus como herramienta de simulación energética, cuando se realizan cálculos paramétricos se usa la herramienta jEplus que permite acelerar los cálculos con varias zonas climáticas o con varias variables sobre un mismo modelo.

Para las evaluaciones económicas se han usado los datos de costes de intervención incluidas en el Generador de Precios de CYPE.

Para estimar los costes de operación del edificio se han usado las tarifas domésticas de los suministros energéticos considerando solo los términos de energía (parte variable) de las mismas por lo que no se incluyen los costes fijos que son independientes del mayor o menor consumo energético.

## **DESCRIPCION DEL EDIFICIO:**

---

En este caso de estudio se plantea sobre un edificio unifamiliar aislado de tipo PB+1 compuesto por planta baja y una planta superior.

La vivienda está constituida por la planta baja y la primera, una pequeña construcción en planta baja se destina a garaje privado.

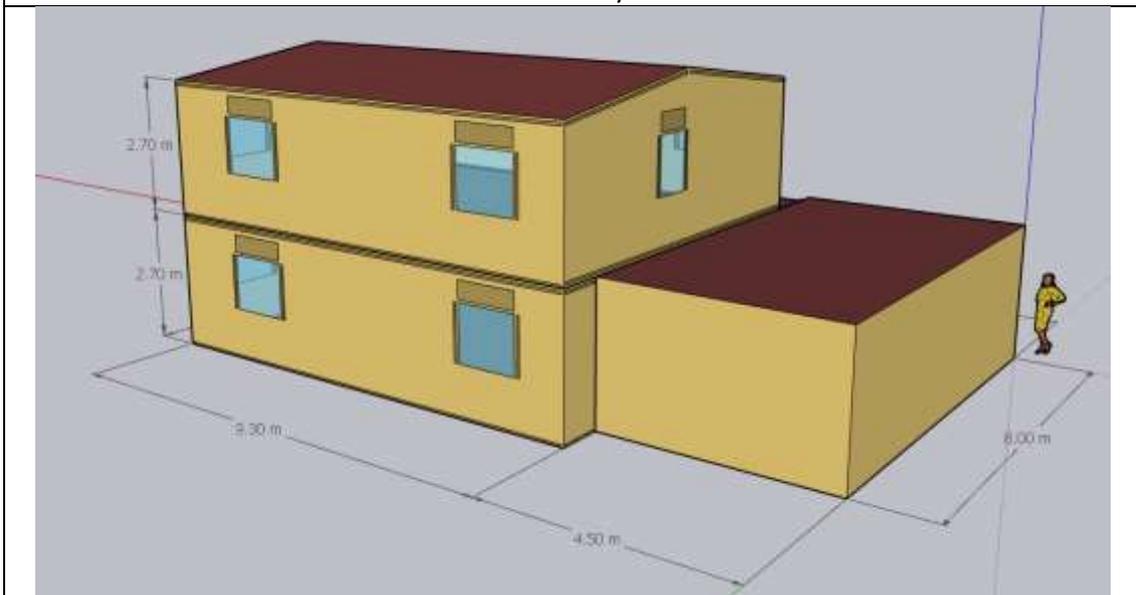
La superficie acondicionada de la vivienda es de 139,5 m<sup>2</sup> y el garaje adosado es de 36 m<sup>2</sup>.

En los esquemas adjuntos se puede visualizar la geometría del edificio

El edificio presenta cuatro fachadas todas ellas expuestas al exterior.



Fachada Sur y Este



Fachada Norte y Oeste

### CONSTRUCCION EDIFICIO ANTES DE REHABILITACION

Para la modelización de la envolvente se han considerado las construcciones siguientes:

	Situación Inicial	Rehabilitación URSA
Fachadas	-- -- Enlucido de mortero ½ pie de Fabrica de ladrillo perforado Enlucido de yeso	Mortero exterior URSA XPS RG de 90/100/120 mm



Huecos	Vidrio simple 6 mm Carpintería de madera	
Cubierta	Tejas Mortero Forjado Unidireccional entrevigado de Enlucido de yeso -- --	<u>URSA TERRA PLUS 32 de 100 mm</u> Placa de Yeso Laminado
Forjados intermedios	Plaqueta de gres Capa de mortero Forjado Unidireccional entrevigado de hormigón aligerado Enlucido de yeso	
Solera	Plaqueta de Gres --- Capa de mortero Losas de hormigón	<u>URSA XPS N-III de 40 mm</u>

No se ha considerado en la rehabilitación el cambio de ventanas ya que no forman parte de la oferta de productos URSA.

#### **PUENTES TERMICOS**

---

Se han incluido en el modelo los puentes térmicos más relevantes que se presentan en el edificio:

Intersecciones de las fachadas con los forjados

Jambas laterales de ventanas

Capialzados de ventanas donde se aloja la persiana enrollable con aislamiento de Resistencia térmica 0,83 m<sup>2</sup>K/W

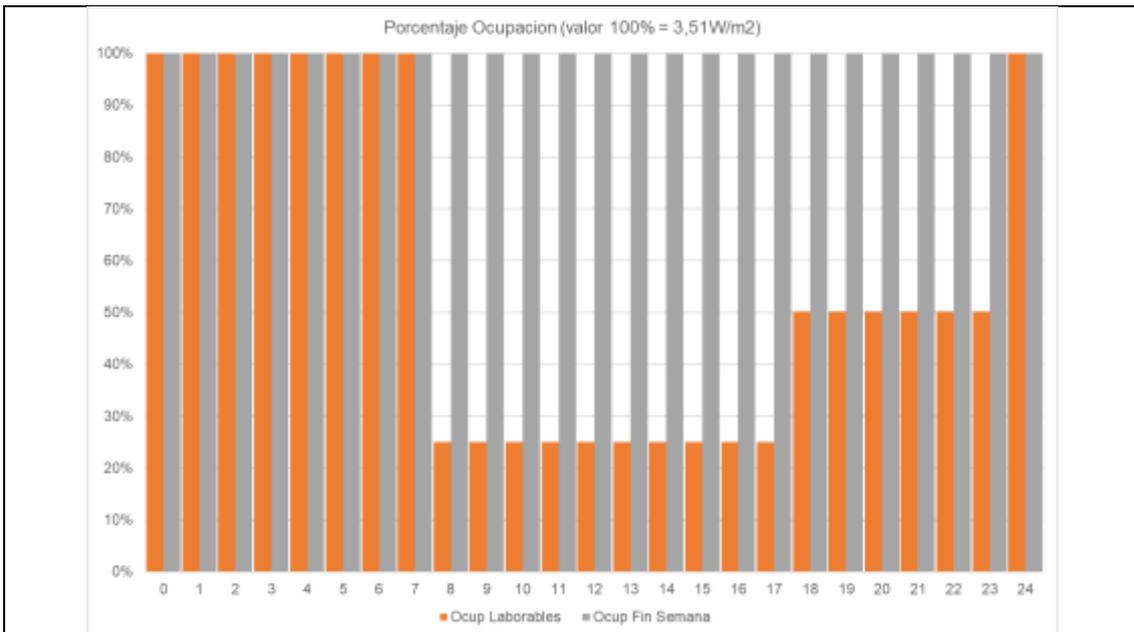
#### **PERFILES OCUPACIONALES**

---

Para los cálculos energéticos se han considerado las hipótesis siguientes:

##### **Ocupación:**

Se ha considerado una tasa de ocupación de 1 persona cada 20 m<sup>2</sup> de vivienda con una actividad de 70 W/persona y con un perfil horario de presencia en el edificio de acuerdo con el gráfico siguiente:

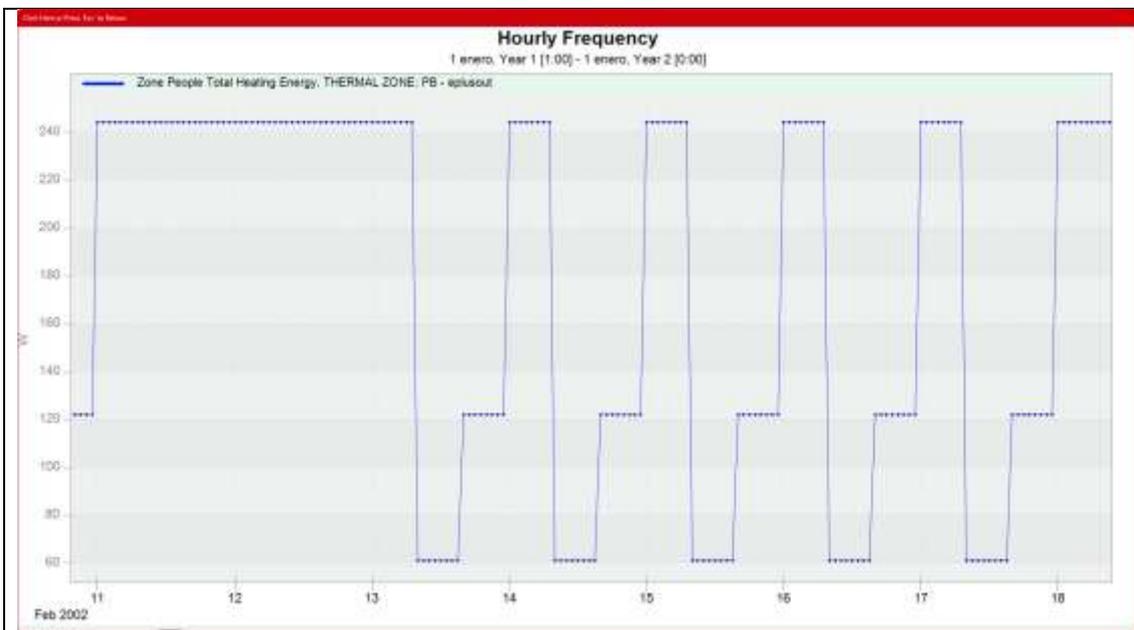


Esta tasa de ocupación y perfil horario coincide exactamente con el que prescribe el Documento DB HE en su Anejo D

En el grafico siguiente se aprecia la evolución horaria de las cargas debidas a la ocupación durante una semana empezando en sábado.

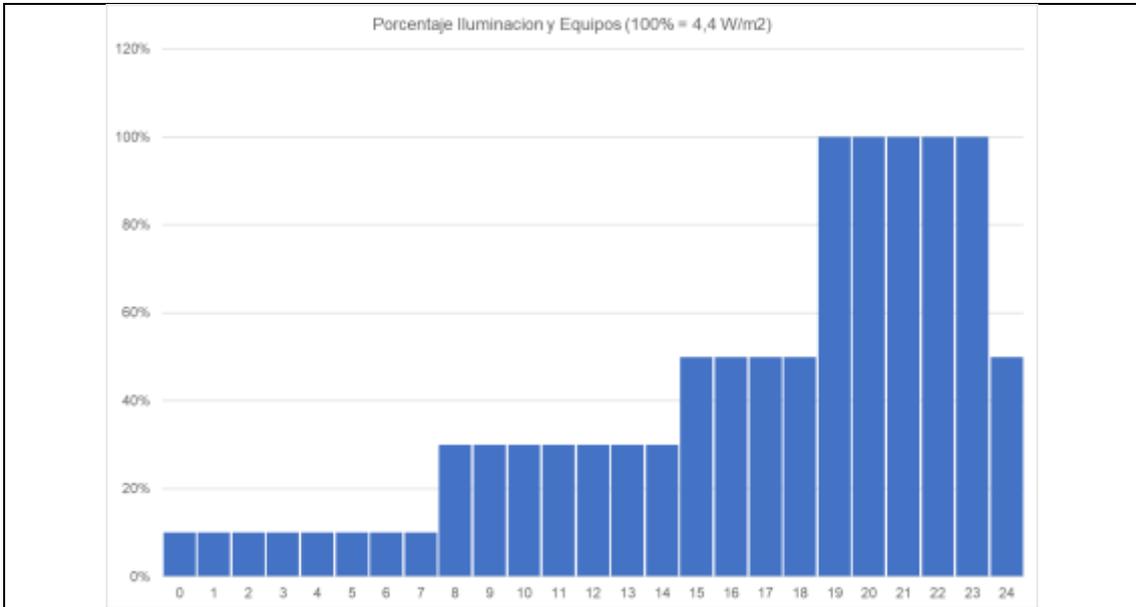
69,75 m2 por vivienda con una tasa de ocupación de 20 m2/persona = 3,48 personas

3,48 personas \* 70 W/persona = 243,6 W por vivienda tal como se aprecia en el grafico



**Iluminación y Equipos:**

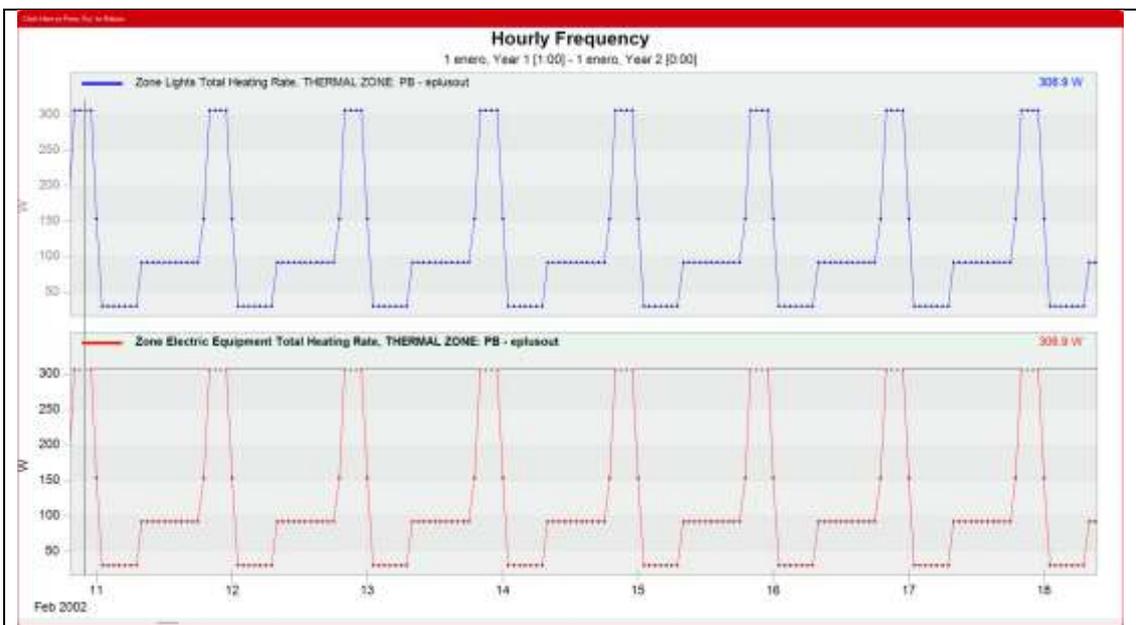
Las cargas derivadas de la disipación térmica de los aparatos de iluminación y equipos que existen en el edificio se estiman con un valor pico de 4,4 W/m<sup>2</sup> y con un perfil horario tal como se indica en el gráfico adjunto



Tanto el valor pico como el perfil horario coincide exactamente con el que prescribe el Documento DB HE en su Anejo D

En los gráficos adjuntos se aprecia la evolución de las cargas debidas a iluminación y equipos para un día

$$69,75 \text{ m}^2 * 4,4 \text{ W/m}^2 = 306,9 \text{ W}$$

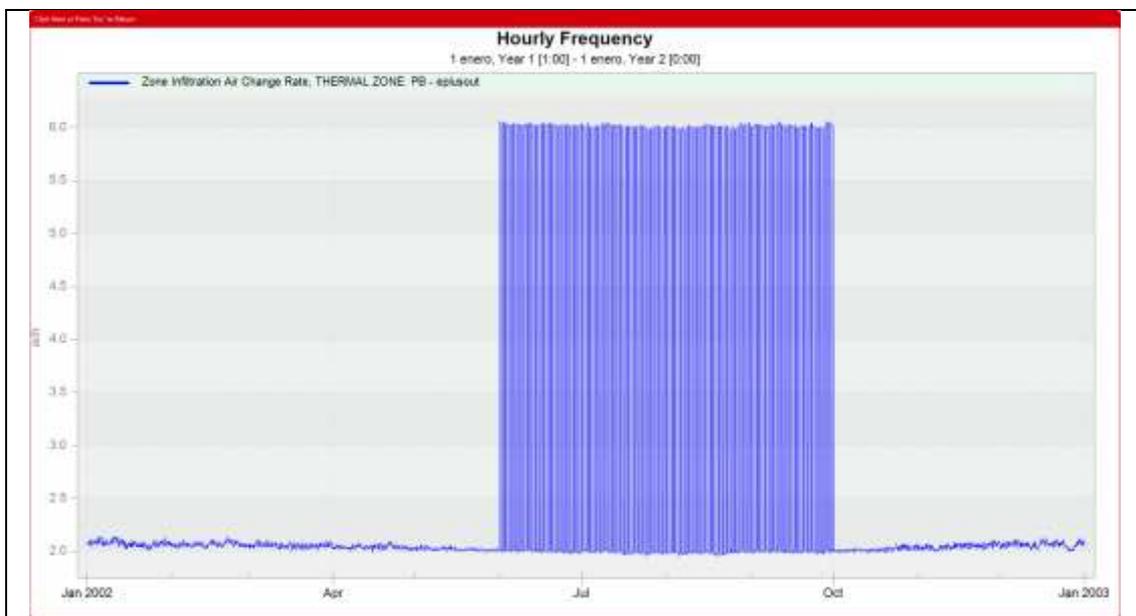


### Infiltración de aire

En las condiciones de uso se ha considerado una tasa de infiltración de aire constante de 2 volúmenes por hora (huecos de hermeticidad sin rehabilitar) en situación inicial y de 0,75 ACH en el edificio rehabilitado, aunque no se rehabiliten los huecos se ha considerado una mejora debido a que la infiltración de aire a través de los cerramientos opacos se verá mejorada (reducida) por la rehabilitación y el usuario probablemente sea más consciente del comportamiento energético del edificio y tratará de optimizar (minimizar) la apertura de ventanas.

Durante las noches de verano se dispondrá adicionalmente re una renovación de aire de 4 volúmenes por hora para aprovechar el efecto del enfriamiento gratuito.

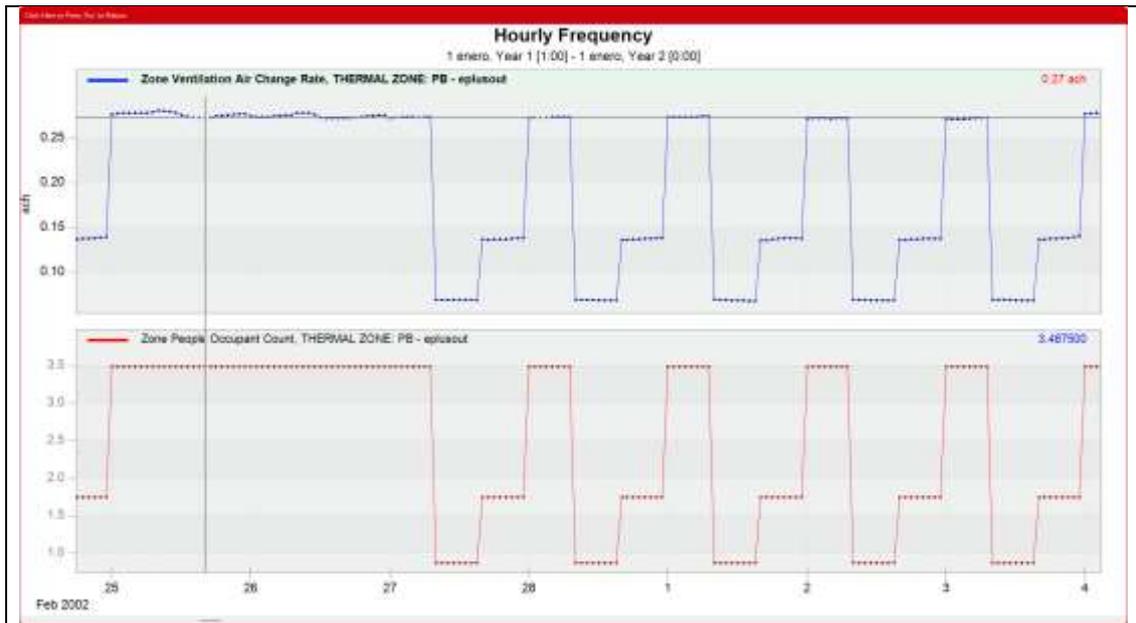
En el grafico siguiente se aprecia la tasa de infiltración constante de aire y el suplemento debido a la infiltración nocturna durante las noches de verano



### Ventilación:

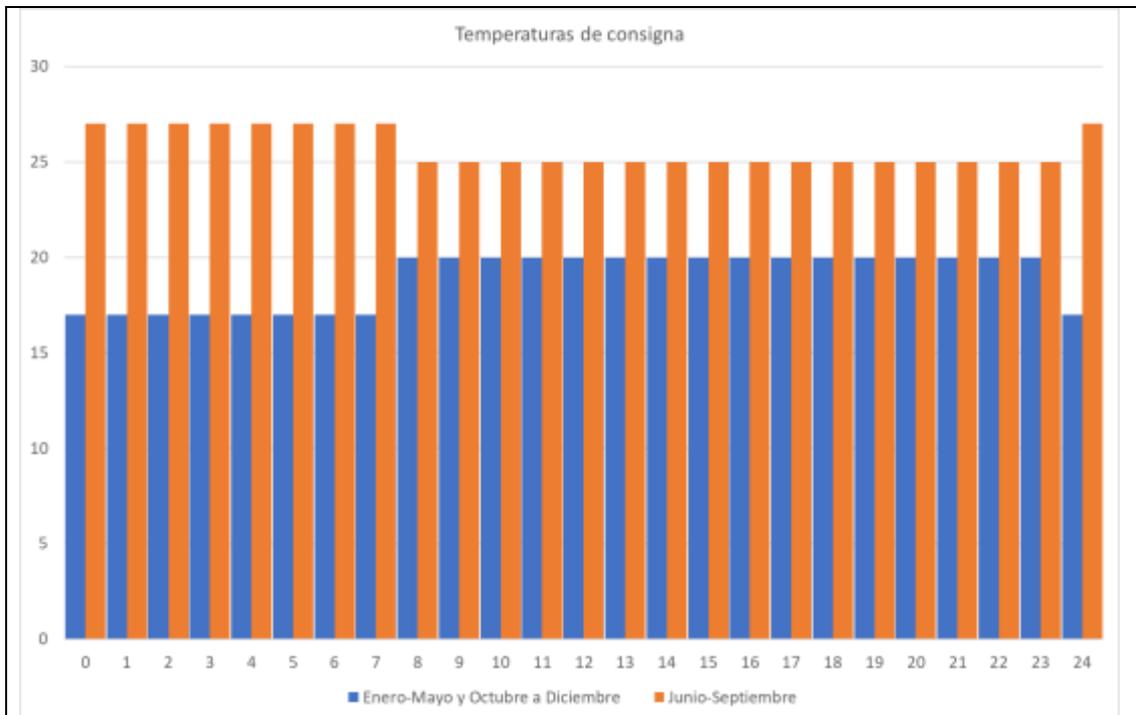
Se ha considerado que además de la infiltración de aire derivada de la hermeticidad del edificio este dispondrá de una ventilación (natural o mecánica) que aporte 4 l/s/ por persona de esta forma se asegura una calidad de aire interior acorde a la tasa de ocupación sin provocar excesos de pérdidas térmicas debidas a una posible sobre ventilación.

En los gráficos siguientes se aprecia la evolución semanal de la tasa de ventilación y su paralelismo con la tasa de ocupación de una de las viviendas



### TEMPERATURAS DE CONSIGNA

Se han considerado las temperaturas de consigna para calefacción y refrigeración que se representan en el grafico siguiente:



Estas temperaturas coinciden con las que se describen en el Anejo D del DB HE excepto que para la consigna de refrigeración durante las horas centrales del día se ha establecido una consigna de 25°C (igual a la que establece el DB HE para el atardecer) con el fin de asegurar el confort a los usuarios que permanecen en el edificio durante estas horas los días laborables y a

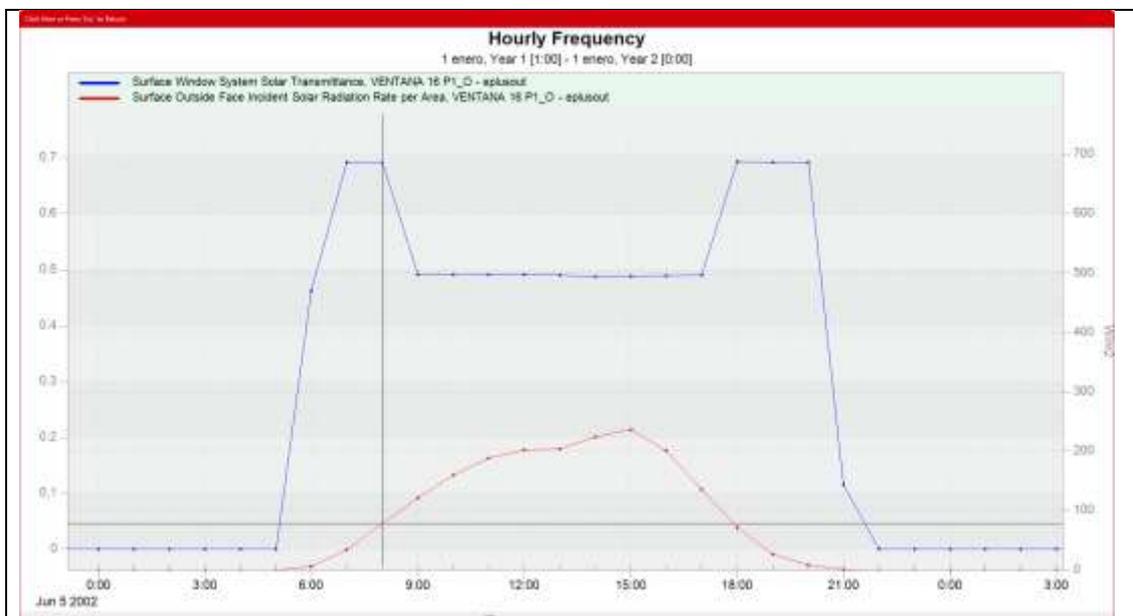
la totalidad de ocupantes durante los fines de semana tal como se aprecia en los perfiles de presencia de personas en la determinación de los perfiles de ocupación.

Todo ello tiene por objetivo no infra valorar la demanda / consumo de refrigeración durante estas horas especialmente críticas del edificio ya que la temperatura es máxima y la radiación solar elevada.

### PROTECCION SOLAR

Se ha establecido una protección solar en los huecos de forma que durante los meses de verano se reduzca el factor solar en un 30% siempre que la radiación solar incidente sobre el hueco supere los 100 W/m<sup>2</sup>.

En el grafico siguiente se aprecia como se reduce la transmitancia solar de un hueco (línea azul) cuando la radiación solar aumenta por encima de 100 W/m<sup>2</sup> (línea roja)



Esta forma de proceder está en línea con la modelización de la protección solar que se prescribe en las bases de cálculo de la Calificación Energética de los Edificios y que pretende minimizar el impacto del sobrecalentamiento en verano.

### ZONAS CLIMATICAS

El cálculo se efectúa para una ciudad representativa de cada una de las zonas climáticas en que se suele subdividir España.

Zona climática	Ciudad representativa
A	Málaga
B	Valencia
C	Barcelona
D	Madrid
E	León

### REHABILITACION



La rehabilitación consiste en este caso en efectuar un sistema SATE / ETICS con aislante URSA XPS RG de 90/100/120 mm la incorporación de un falso techo con aislamiento URSA TERRA PLUS 32 de 100 mm bajo la cubierta y la instalación de un aislante URSA XPS N-III de 40 mm bajo el pavimento en la solera de la Planta Baja, todos los demás elementos constructivos mantienen la misma construcción inicial.

La acción de rehabilitación permite reducir los puentes térmicos existentes por lo que en el modelo de edificio rehabilitado se ha adecuado a la situación después de la rehabilitación.

Los perfiles ocupacionales y temperaturas de consigna se mantienen idénticos en el edificio antes de rehabilitación y después de haber efectuado las acciones de rehabilitación descritas.

#### RESULTADOS DEMANDA ENERGETICA ANUAL

Zona	Ciudad	INICIAL (antes rehabilitación)		Rehabilitación 90 mm		Rehabilitación 100 mm		Rehabilitación 120 mm	
		Calef. kWh	Refrig. kWh	Calef. kWh	Refrig. kWh	Calef. kWh	Refrig. kWh	Calef. kWh	Refrig. kWh
A	Málaga	8867	4540	1201	4176	1171	4162	1125	4140
B	Valencia	11271	6898	2117	5173	2074	5145	2008	5101
C	Barcelona	16452	4218	3870	3597	3802	3580	3696	3553
D	Madrid	21820	5633	5948	3580	5856	3555	5712	3515
E	León	35132	635	10273	445	10116	444	9869	442

Reducción porcentual de la demanda

Zona	Ciudad	Reducción demanda energética %								
		Rehabilitación 90 mm			Rehabilitación 100 mm			Rehabilitación 120 mm		
		Calef.	Refrig.	TOTAL	Calef.	Refrig.	TOTAL	Calef.	Refrig.	TOTAL
A	Málaga	86%	8%	60%	87%	8%	60%	87%	9%	61%
B	Valencia	81%	25%	60%	82%	25%	60%	82%	26%	61%
C	Barcelona	76%	15%	64%	77%	15%	64%	78%	16%	65%
D	Madrid	73%	36%	65%	73%	37%	66%	74%	38%	66%
E	León	71%	30%	70%	71%	30%	70%	72%	30%	71%

#### RESULTADOS ANUALES DE CONSUMO ENERGIA FINAL Y COSTES DE OPERACIÓN

Para estimar el consumo de energía final se debe estimar el rendimiento medio estacional de los sistemas de calefacción y refrigeración.

Para estimar el coste de operación anual es preciso considerar el coste del suministro energético.

$$\text{Consumo} = \text{Demanda} / \text{Rendimiento medio estacional}$$

$$\text{Coste Operación} = \text{Consumo} * \text{Coste unitario}$$

Para los cálculos actuales hemos usado los valores siguientes:

	Rendimiento medio estacional	Coste energético
--	------------------------------	------------------

Calefacción	0,85	0.05+21% = 0.0605 €/kWh
Refrigeración	3	0.17+21% = 0.2057 €/kWh

Para los rendimientos estacionales de los sistemas se han considerado unos valores medios que se consideran representativos de un aparato de combustión para calefacción y de una bomba de calor para refrigeración.

En el coste de la energía se han usado como referencia la parte variable de las tarifas domésticas de gas y electricidad sin tomar en consideración los valores excepcionalmente altos actuales (marzo 2022) confiando que a medio largo plazo los precios energéticos se estabilicen.

Zona	Ciudad	Coste operacional anual											
		INICIAL (antes rehabilitación)			Rehabilitación 90 mm			Rehabilitación 100 mm			Rehabilitación 120 mm		
		Calef. €	Refrig. €	TOTAL €	Calef. €	Refrig. €	TOTAL €	Calef. €	Refrig. €	TOTAL €	Calef. €	Refrig. €	TOTAL €
A	Málaga	631	311	942	85	286	372	83	285	369	80	284	364
B	Valencia	802	473	1275	151	355	505	148	353	500	143	350	493
C	Barcelona	1171	289	1460	275	247	522	271	245	516	263	244	507
D	Madrid	1553	386	1939	423	245	669	417	244	661	407	241	648
E	León	2501	44	2544	731	31	762	720	30	750	702	30	733

La reducción de los costes de operación del edificio se resume en la tabla siguiente

Zona	Ciudad representativa	Ahorro económico €/año		
		Rehabilitación 90 mm	Rehabilitación 100 mm	Rehabilitación 120 mm
A	Málaga	571	574	578
B	Valencia	770	775	783
C	Barcelona	938	944	953
D	Madrid	1271	1279	1292
E	León	1782	1794	1811

### REDUCCION CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE.

Para estimar la reducción del consumo de energía primaria no renovable es preciso considerar el factor de paso de Energía Final a Energía primaria no renovable.

Se ha considerado un coeficiente de paso de Energía final a Energía Primaria no renovable de 1,195 para la calefacción (referencia Gas Natural) y de 1,954 para la refrigeración (referencia Electricidad)

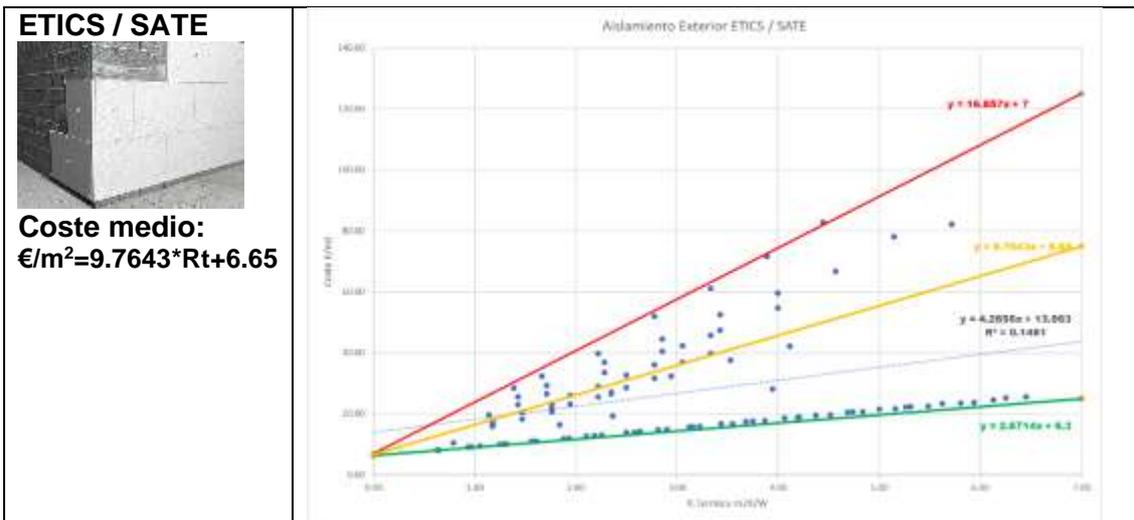
$$\text{Reducción EPnr} = \text{Reducción consumo E.Final} * \text{Coeficiente de paso de E.Final a EPnr}$$

Zona	Ciudad	Reducción Energía Primaria no renovable %								
		Rehabilitación 90 mm			Rehabilitación 100 mm			Rehabilitación 120 mm		
		Calef.	Refrig.	TOTAL	Calef.	Refrig.	TOTAL	Calef.	Refrig.	TOTAL
A	Málaga	86%	8%	71%	87%	8%	72%	87%	9%	72%
B	Valencia	81%	25%	69%	82%	25%	69%	82%	26%	70%
C	Barcelona	76%	15%	70%	77%	15%	70%	78%	16%	71%
D	Madrid	73%	36%	69%	73%	37%	69%	74%	38%	70%
E	León	71%	30%	70%	71%	30%	71%	72%	30%	72%

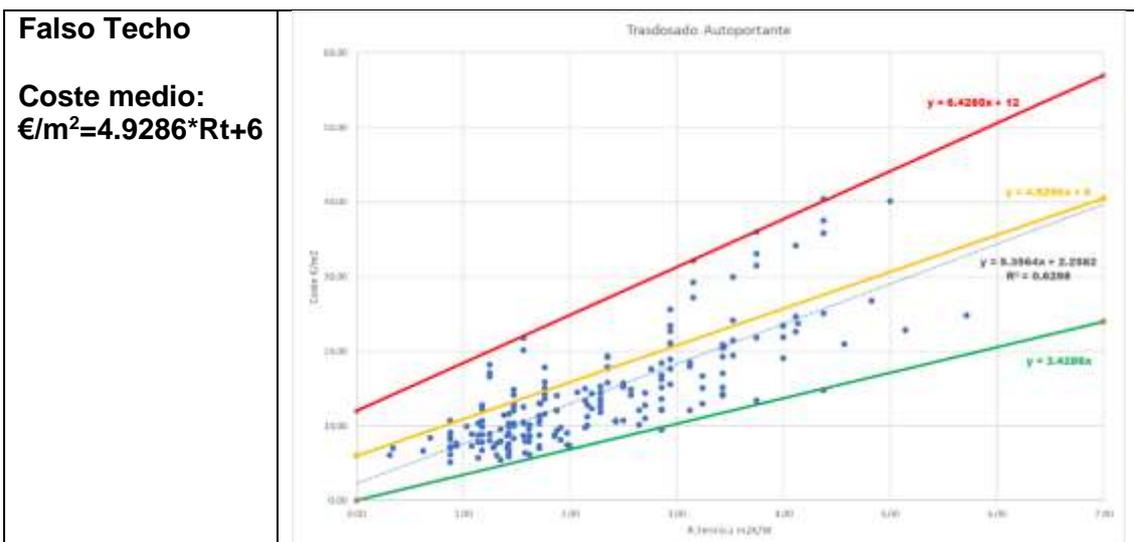
## INVERSION EN REHABILITACION

Se han considerado las superficies netas (huecos excluidos) de las fachadas que serán objeto de rehabilitación.

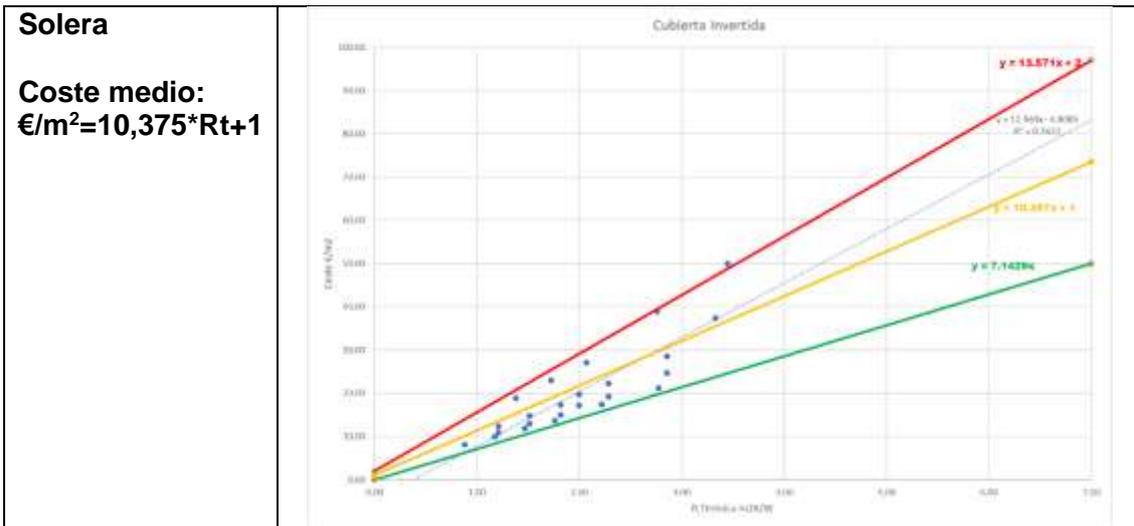
Para el coste unitario de la insuflación de aislante en cámaras de aire verticales se usan los valores del estudio de “Correlación prestaciones / coste aislante instalado” basados en los datos del Generador de Precios de CYPE (versión marzo 2022).



Para este caso concreto considerando que la resistencia térmica de cada caso obtendríamos un coste de instalación del aislante de 31/34/39 €/m<sup>2</sup> y 75 €/m<sup>2</sup> de coste de instalación del sistema SATE/ETICS al que debe añadirse un 10% de Beneficio Industrial y el 10% de IVA (rehabilitación)



El coste de instalación del falso techo se estima en 33 €/m<sup>2</sup> al que debe añadirse el coste del aislante que asciende en este caso a 21 €/m<sup>2</sup> y a ambos debe añadirse el beneficio industrial 10% y la tasa de IVA 10%



El coste de retirar y volver a colocar el pavimento se estima en 57 €/m<sup>2</sup> al que debe añadirse el coste del aislante que asciende en este caso a 14 €/m<sup>2</sup> en ambos casos debe añadirse el beneficio industrial 10% y la tasa de IVA 10%

	Superficie m <sup>2</sup>	Inversión Rehabilitación		
		Rehabilitación 90 mm	Rehabilitación 100 mm	Rehabilitación 120 mm
Fachadas	141.73	18189	18654	19584
Huecos	25.64			
Solera	69.75	5956	5956	5956
Cubierta	70.36	4632	4632	4632
<b>TOTAL</b>	<b>307.48</b>	<b>28777</b>	<b>29242</b>	<b>30172</b>

### ANALISIS VIAVILIDAD ECONOMICA SIN CONSIDERAR SUBVENCIONES

Para el análisis de viabilidad económica consideraremos los indicadores siguientes:

**Retorno de la inversión:** se evalúa como la relación entre el ahorro económico proporcionado por la intervención en relación al coste de la inversión

**Tiempo de recuperación:** representado por el número de años que se tarda en recuperar la inversión inicial mediante el ahorro económico debido a la inversión

**Tasa Interna de retorno:** Representa el porcentaje de interés de los flujos de caja debidos a la inversión y los ahorros producidos

**Valor actual neto:** permite evaluar la viabilidad de proyectos de inversión y representa el valor actual de todos los flujos de caja debidos a la inversión y los ahorros proporcionados

Para todos los cálculos anteriores es preciso definir:

Horizonte temporal en este caso habida cuenta la larga durabilidad de la intervención propuesta se considera un periodo de cálculo de 50 años.

Variación de los precios futuros de la energía, en este caso se ha considerado que el precio de la energía permanece constante a lo largo del tiempo

Tasa de interés de referencia en este caso se ha usado un 1%.

Zona	Ciudad	Rehabilitación 90 mm				Rehabilitación 100 mm				Rehabilitación 120 mm			
		Retorno Inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN	Retorno Inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN	Retorno Inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN
		€ ahorrados / € invertidos	años	%	€	€ ahorrados / € invertidos	años	%	€	€ ahorrados / € invertidos	años	%	€
A	Málaga	0.99	50	-0.03%	-6412	0.98	51	-0.08%	-6757	0.96	52	-0.16%	-7500
B	Valencia	1.34	37	1.21%	1397	1.32	38	1.16%	1126	1.30	39	1.07%	499
C	Barcelona	1.63	31	2.12%	7996	1.61	31	2.07%	7764	1.58	32	1.97%	7201
D	Madrid	2.21	23	3.70%	21023	2.19	23	3.64%	20881	2.14	23	3.52%	20460
E	León	3.10	16	5.83%	41086	3.07	16	5.76%	41064	3.00	17	5.61%	40828

## SUBVENCIONES

Se ha establecido un programa de subvenciones para facilitar las obras de rehabilitación con los criterios siguientes:

Zona	Reducción mínima de la demanda energética anual global de calefacción y refrigeración de la vivienda unifamiliar o del edificio
A, B y $\alpha$	Sin requisito
C	25 %
D y E	35 %

El montante de las ayudas depende del % de reducción del consumo de energía primaria no renovable.

Reducción EPnr	% máximo del coste	Máximo por vivienda
$30\% \leq \Delta C_{ep,nren} < 45\%$	40	8.100
$45\% \leq \Delta C_{ep,nren} < 60\%$	65	14.500
$\Delta C_{ep,nren} \geq 60\%$	80	21.400

En este caso de ejemplo las subvenciones susceptibles de ser obtenidas son:

Zona	Ciudad referencia	Subvención posible					
		Rehabilitación 90 mm		Rehabilitación 100 mm		Rehabilitación 120 mm	
		Montante	% en relación al coste	Montante	% en relación al coste	Montante	% en relación al coste
A	Málaga	21400	74%	21400	73%	21400	71%
B	Valencia	21400	74%	21400	73%	21400	71%
C	Barcelona	21400	74%	21400	73%	21400	71%
D	Madrid	21400	74%	21400	73%	21400	71%
E	León	21400	74%	21400	73%	21400	71%

## ANÁLISIS VIAVILIDAD ECONOMICA CONSIDERANDO SUBVENCIONES

Efectuando el cálculo de la viabilidad económica incluyendo el efecto beneficioso de las subvenciones obtendremos:

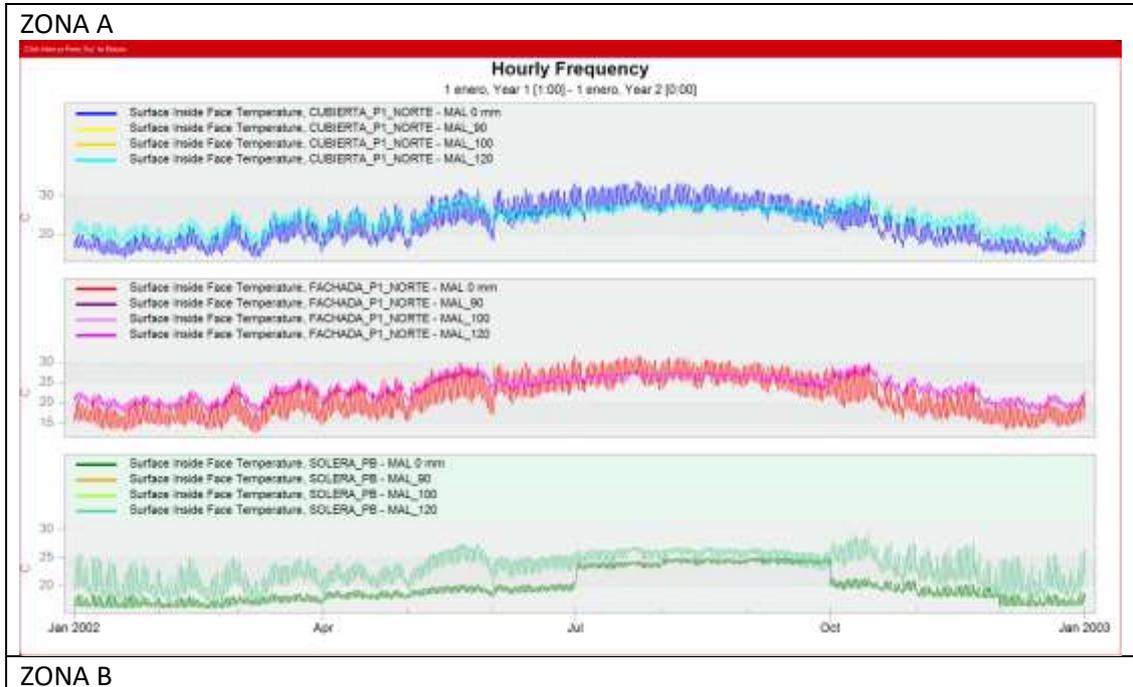
Zona	Ciudad	Rehabilitación 90 mm				Rehabilitación 100 mm				Rehabilitación 120 mm			
		Retorno inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN	Retorno inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN	Retorno inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN
		€ ahorrados / € invertidos	años	%	€	€ ahorrados / € invertidos	años	%	€	€ ahorrados / € invertidos	años	%	€
A	Málaga	3.87	13	7.53%	14988	3.66	14	7.08%	14643	3.30	15	6.28%	13900
B	Valencia	5.22	10	10.36%	22797	4.94	10	9.79%	22526	4.46	11	8.79%	21899
C	Barcelona	6.36	8	12.69%	29396	6.02	8	12.00%	29164	5.43	9	10.81%	28601
D	Madrid	8.61	6	17.22%	42423	8.15	6	16.30%	42281	7.36	7	14.71%	41860
E	León	12.08	4	24.16%	62486	11.44	4	22.87%	62464	10.32	5	20.65%	62228

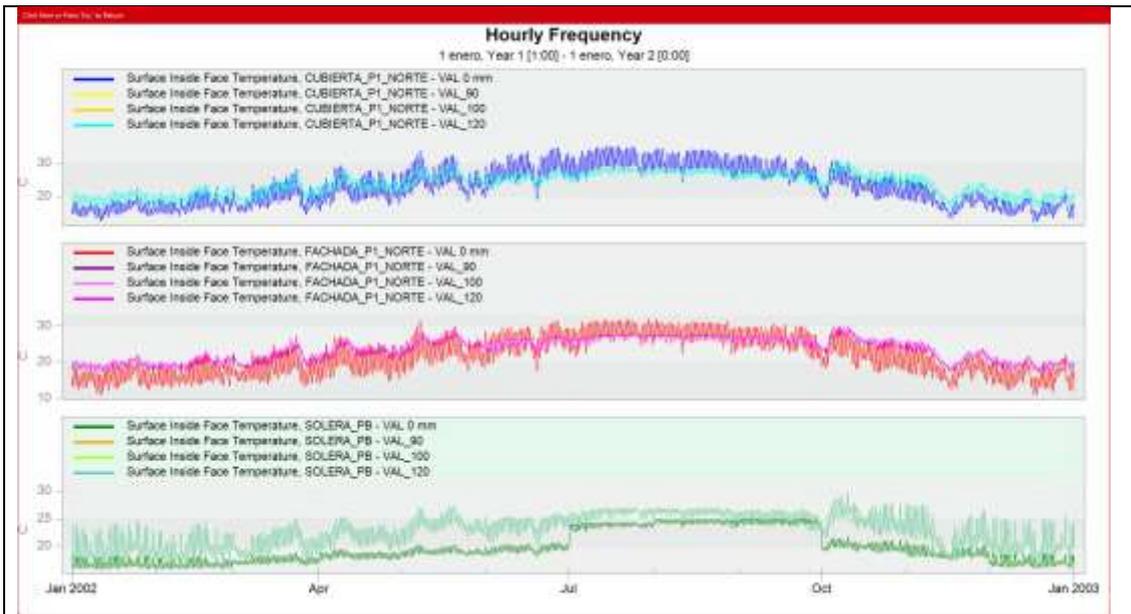
## MEJORA DEL CONFORT

El aislamiento térmico asociado las acciones de rehabilitación no solo es útil desde un punto de vista de reducir las necesidades / consumo de energía o desde un punto de vista económico en cuanto a la viabilidad de la inversión, sino que también aporta beneficio en cuanto al confort percibido por los usuarios.

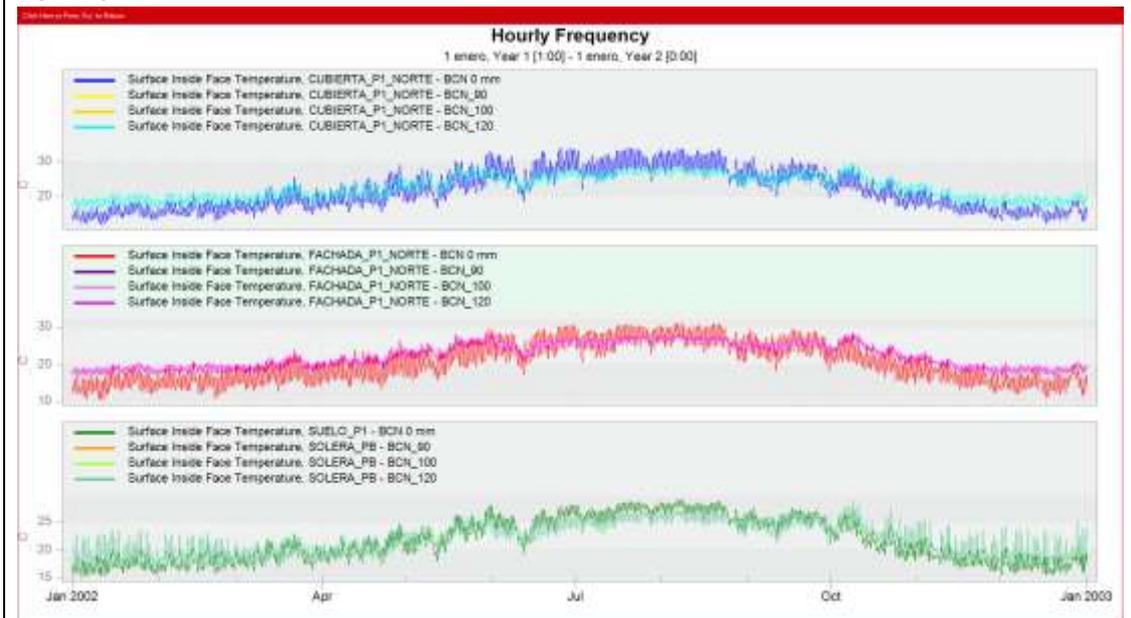
La percepción del confort se debe fundamentalmente a la sensación que provocan las paredes frías en invierno y las calientes en verano.

Para visualizar este efecto se comparan las temperaturas superficiales interiores en tres cerramientos de referencia, en este caso se han elegido la vertiente de la cubierta orientada al Norte, la fachada Norte de la planta superior y el suelo de la primera planta (solera), se ha considerado la evolución horaria en el edificio antes de ser rehabilitado y después de la acción de rehabilitación en cada una de las zonas climáticas consideradas.

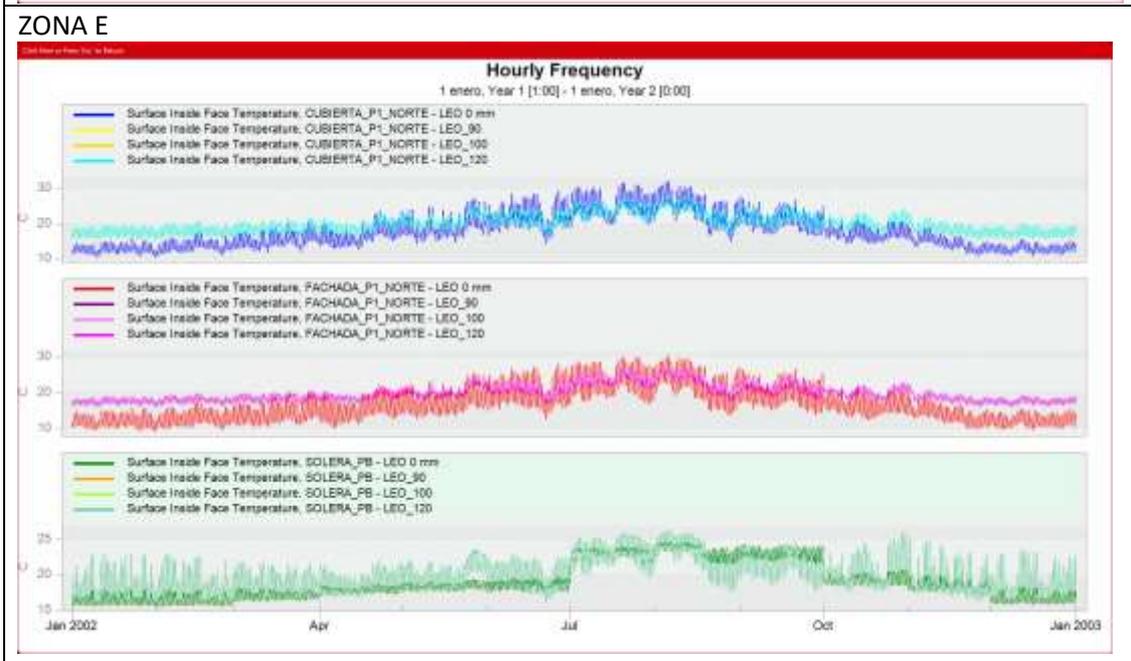
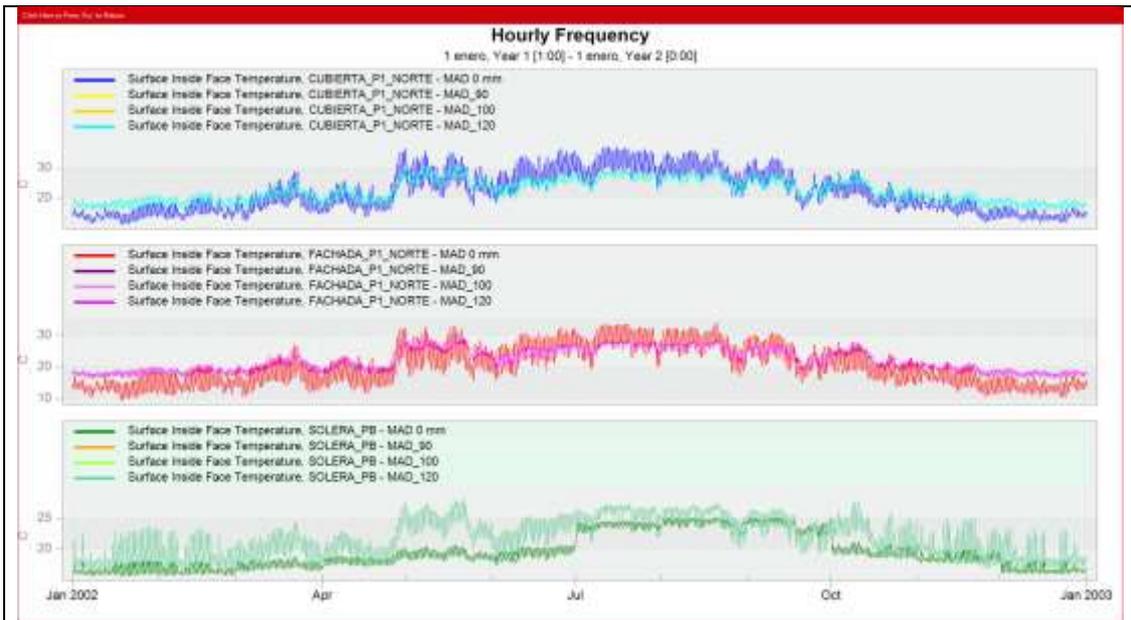




**ZONA C**



**ZONA D**



**Sensación de pared fría / calurosa**

Para cuantificar la mejora del confort aportada por el aislamiento incluido en la reforma se contabilizarán los grados hora en que la temperatura superficial de los cerramientos de referencia es inferior a la de consigna en calefacción (sensación de pared fría) y el número de horas en que la temperatura superficial de los cerramientos de referencia supera a la temperatura de consigna en refrigeración (sensación de pared cálida).

Grados Hora de sensación de techo frio / caluroso

		<b>GRADOS HORA SENSACION TECHO FRIO / CALUROSO</b>
--	--	--

Zona	Ciudad referencia	Sin rehabilitar		Rehabilitación 90 mm		Rehabilitación 100 mm		Rehabilitación 120 mm	
		frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso
A	Málaga	6187	7576	428	3782	410	3771	382	3754
B	Valencia	7180	11166	745	4541	721	4519	685	4484
C	Barcelona	10516	7902	1476	3437	1437	3426	1378	3408
D	Madrid	12898	10550	2205	3727	2152	3704	2070	3666
E	León	23056	1734	4283	597	4182	596	4024	595

#### Grados Hora de sensación de fachada frio / caluroso

GRADOS HORA SENSACION FACHADA Fría / Calurosa									
Zona	Ciudad referencia	Sin rehabilitar		Rehabilitación 90 mm		Rehabilitación 100 mm		Rehabilitación 120 mm	
		frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso
A	Málaga	7881	4404	513	2643	461	2635	386	2623
B	Valencia	8898	6337	993	3198	916	3172	798	3130
C	Barcelona	12423	4489	1980	2303	1861	2292	1677	2275
D	Madrid	15781	6029	2792	2446	2634	2414	2395	2364
E	León	27138	1003	5134	227	4854	227	4427	226

#### Grados Hora de sensación de suelo frio / caluroso

GRADOS HORA SENSACION SUELO FRIO / CALUROSO									
Zona	Ciudad referencia	Sin rehabilitar		Rehabilitación 90 mm		Rehabilitación 100 mm		Rehabilitación 120 mm	
		frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso
A	Málaga	6940	0	527	1637	514	1632	494	1623
B	Valencia	7173	2	842	1928	825	1918	798	1903
C	Barcelona	8032	0	1487	1380	1460	1374	1418	1366
D	Madrid	8121	5	2022	1458	1988	1448	1934	1432
E	León	9596	0	3265	164	3202	163	3103	162

### CONCLUSIONES

La rehabilitación energética de los elementos opacos de un edificio es “atractiva” en todas las zonas climáticas ya que en todas se obtienen reducciones de demanda / consumo de energía y una mejora de las condiciones de confort

Desde un punto de vista económico los escenarios de rehabilitación estudiados presentan un VAN positivo (excepto en la zona A) si se toman en consideración las subvenciones existentes el VAN es positivo en todas las zonas climáticas.

La rehabilitación de los elementos opacos de un edificio es suficiente para acceder a un nivel de las subvenciones elevado.

Las inversiones en hechas en la rehabilitación de elementos opacos de un edificio son “interesantes” desde un punto de vista energético con reducciones de la demanda energética de entre un 60 % a un 71 % y de reducción de la Energía Primaria no renovable con valores entre el 69 % al 72 % en función de la zona climática.



Las inversiones hechas en rehabilitación de los elementos opacos de un edificio proporcionan ahorros económicos promedios desde 571 hasta 1811 € anuales por vivienda.

Cada euro dedicado a la rehabilitación de la envolvente opaca de un edificio permite recuperar desde 0,96 hasta 3,10 € sin considerar el efecto de las subvenciones y entre 3,30 a 12,08 € si consideramos el efecto de las subvenciones.

La inversión en la rehabilitación de los elementos opacos de la envolvente de un edificio se recupera entre 16 a 52 años sin considerar las subvenciones y entre 4 a 13 años si se consideran las subvenciones.

Las subvenciones actualmente disponibles hacen más atractiva la inversión en la rehabilitación energética de los elementos opacos de la envolvente del edificio por lo que debe aprovecharse la oportunidad que representan estas subvenciones.

La mejora de confort es evidente ya que se reduce sensiblemente la sensación de pared fría / caliente gracias al aislamiento aportado por la rehabilitación.

Las consideraciones de viabilidad económica son menos ambiciosas que los criterios de reducción de demanda / consumo o mejora del confort.

## **CONSIDERACIONES**

---

No deberían confundirse las inversiones realizadas en aislamiento con las que se realizan para la rehabilitación ya que el coste del aislante representa solo la menor parte del coste total de intervención es por ello que escenarios con niveles de aislamiento bajo son difíciles de amortizar desde un punto de vista económico.

Los resultados obtenidos sirven para evaluar el impacto energético y económico de la acción de rehabilitación mediante sistema SATE/ETICS en las fachadas, el aislamiento de la cubierta y el suelo en contacto con el terreno (rehabilitación URSA) sin incluir los beneficios adicionales que supondría la rehabilitación de los huecos (rehabilitación integral).

La hipótesis anterior representa que la intervención sobre los elementos opacos es la primera acción rehabilitadora considerada y que las demás que puedan existir vendrán a complementar este primer paso.

En otros tipos de edificios los resultados serán ligeramente diferentes.

En otros escenarios de evolución de precios de la energía o de las tasas de interés los resultados económicos serian también diferentes.

La rehabilitación de los elementos opacos tiene también un efecto positivo sobre el aumento de valor patrimonial del inmueble, pero no se ha tenido en cuenta en este estudio.

Los proyectos de rehabilitación deberían abordarse caso por caso por los técnicos especialistas capaces de evaluar en cada ocasión la mejor combinación de técnicas y niveles de rehabilitación.

Josep Sole  
Arquitecto Técnico