

COMPORTAMIENTO ENERGETICO Y ECONOMICO ACCIONES DE REHABILITACION:

Edificio plurifamiliar entre medianeras y patios interiores. Rehabilitado con SATE en fachadas y Cubierta Invertida

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 plurifamiliar entre medianeras en el que se desea evaluar el impacto energético y económico que representa realizar una rehabilitación mediante sistema SATE/ETICS con aislante URSA XPS N-RG I de 90/100/120mm y de un aislante URSA XPS N-III de 90/100/120 mm en la cubierta.

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 (inicial) y repetir el mismo cálculo con el edificio después de la rehabilitación (final).

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 plurifamiliar entre medianeras comprendiendo unos bajos y 4 plantas.

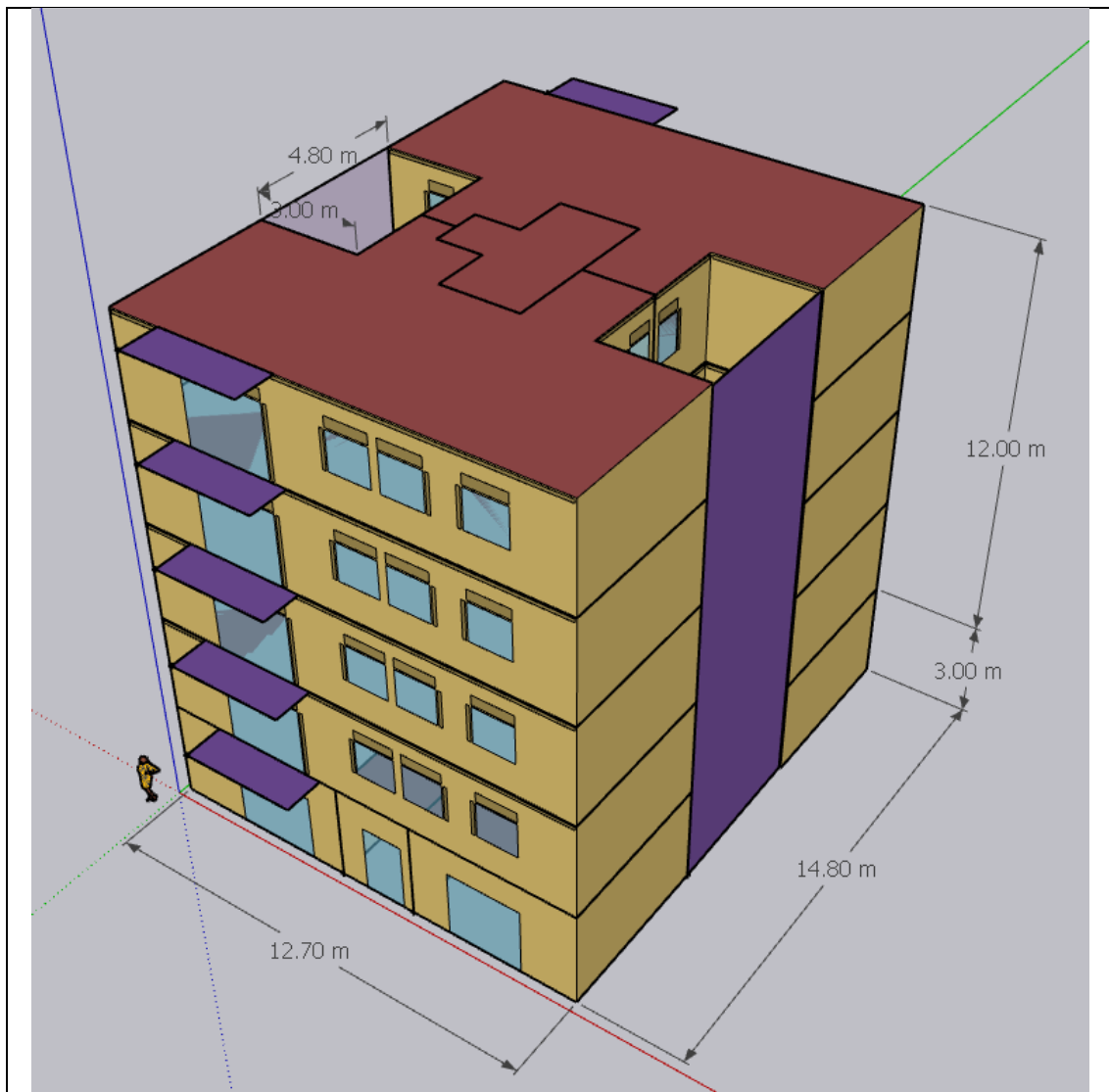
La planta baja contiene el acceso al edificio y unos locales sin ningún uso definido y que a efectos del estudio se consideran como no acondicionados por lo que se excluyen del cálculo energético del edificio.

Cada una de las plantas tipo se destina a uso de vivienda y contiene 2 viviendas de 73 m² cada una con un total de 8 viviendas.

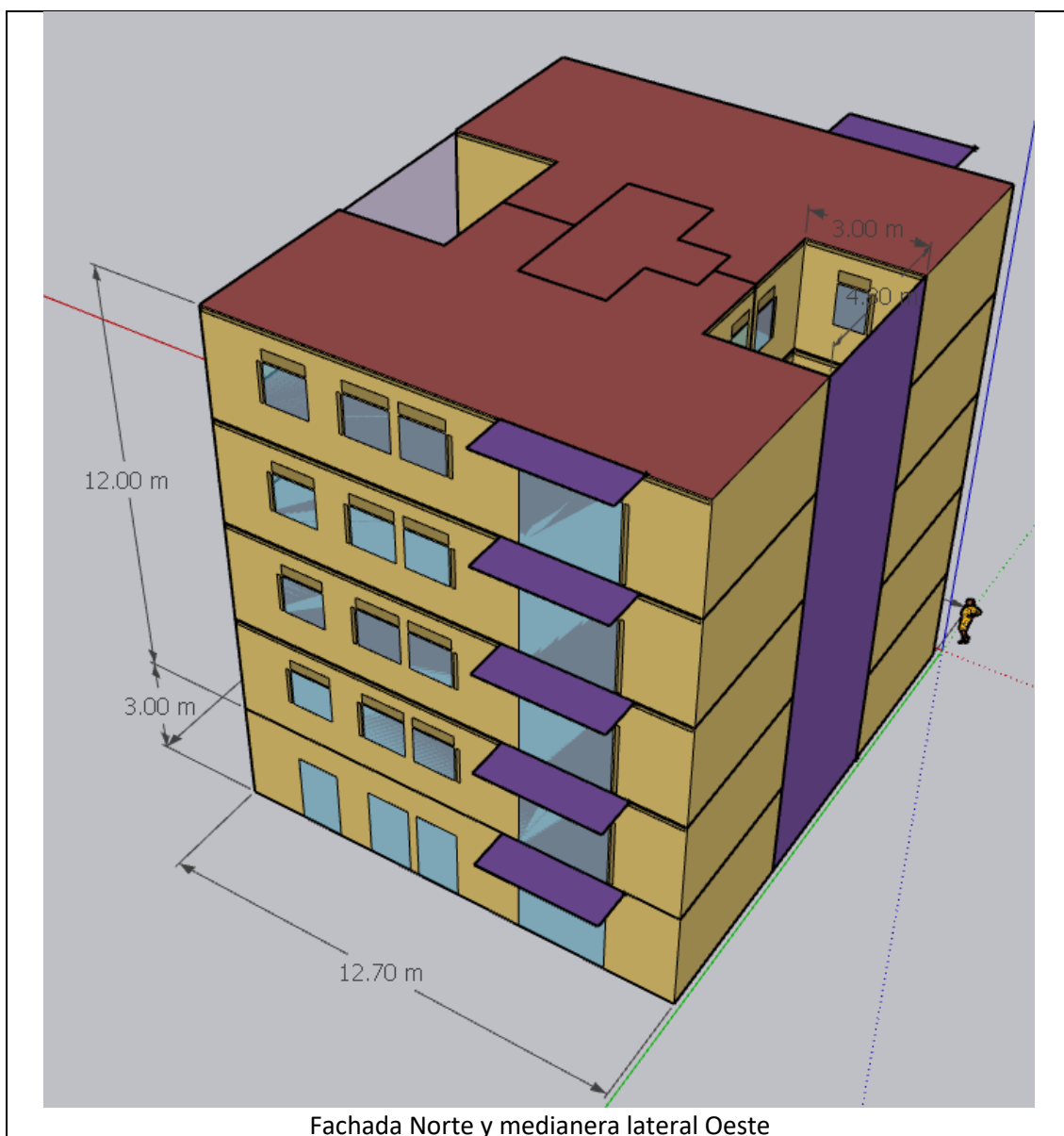
En los esquemas adjuntos se puede visualizar la geometría del edificio

El edificio presenta dos fachadas y dos medianeras, las medianeras se consideran con edificios vecinos edificados por lo que estos cerramientos tendrán la consideración de adiabáticos.

Existen dos patios de luces de 12 m² que sirven para ventilar e iluminar correctamente las viviendas.



Fachada Sur y medianera lateral Este



CONSTRUCCION EDIFICIO ANTES DE REHABILITACION

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

	Situación Inicial	Situación Final
Fachadas	--- --- Enlucido de mortero ½ pie de Fabrica de ladrillo perforado Camara de aire de 10 cm Tabiquillo de ladrillo hueco Enlucido de yeso	Capa de mortero <u>URSA XPS N-RG I de 90/100/120mm</u>
Huecos	Vidrio simple 6 mm Carpintería de madera	
Cubierta	Grava	

	Lamina impermeabilización Capa de mortero ---- Forjado Unidireccional entrevigado de hormigón aligerado Enlucido de yeso	<u>URSA XPS N-III de 90/100/120 mm</u>
Forjados	Plaqueta de gres Capa de mortero Forjado Unidireccional entrevigado de hormigón aligerado Enlucido de yeso	
Paredes medianeras	Enlucido de yeso ½ pie de Fabrica de ladrillo perforado Enlucido de yeso	

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

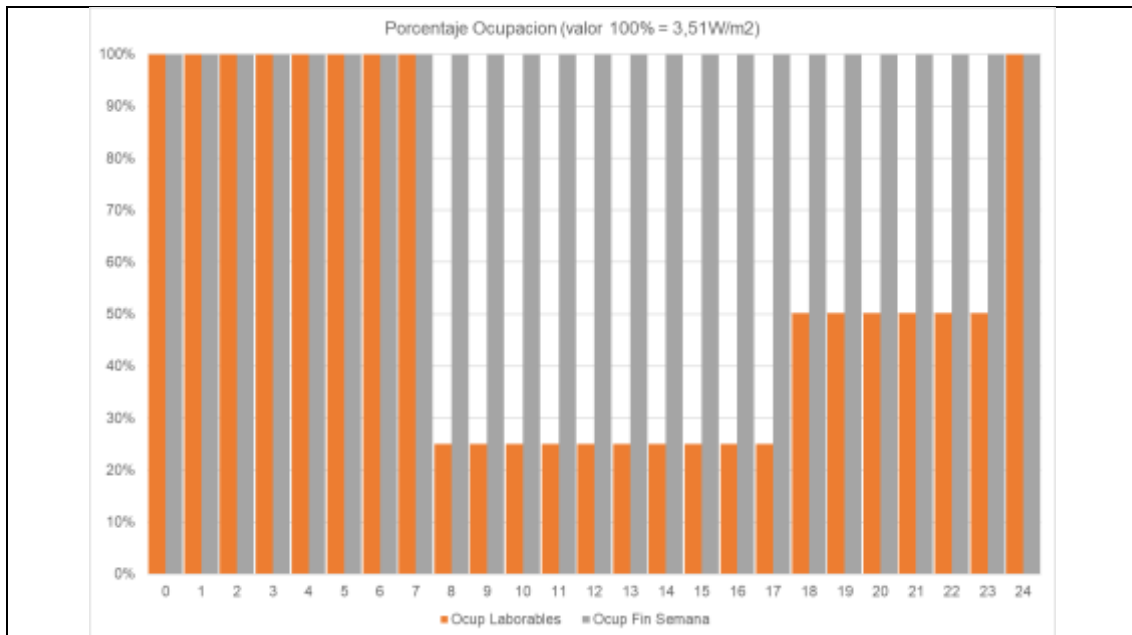
Capialzados de ventanas donde se aloja la persiana enrollable con aislamiento de Resistencia térmica 0,83 m²K/W

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 m² de vivienda con una actividad de 70 W/persona y con un perfil horario de presencia en el edificio de acuerdo con el grafico siguiente:

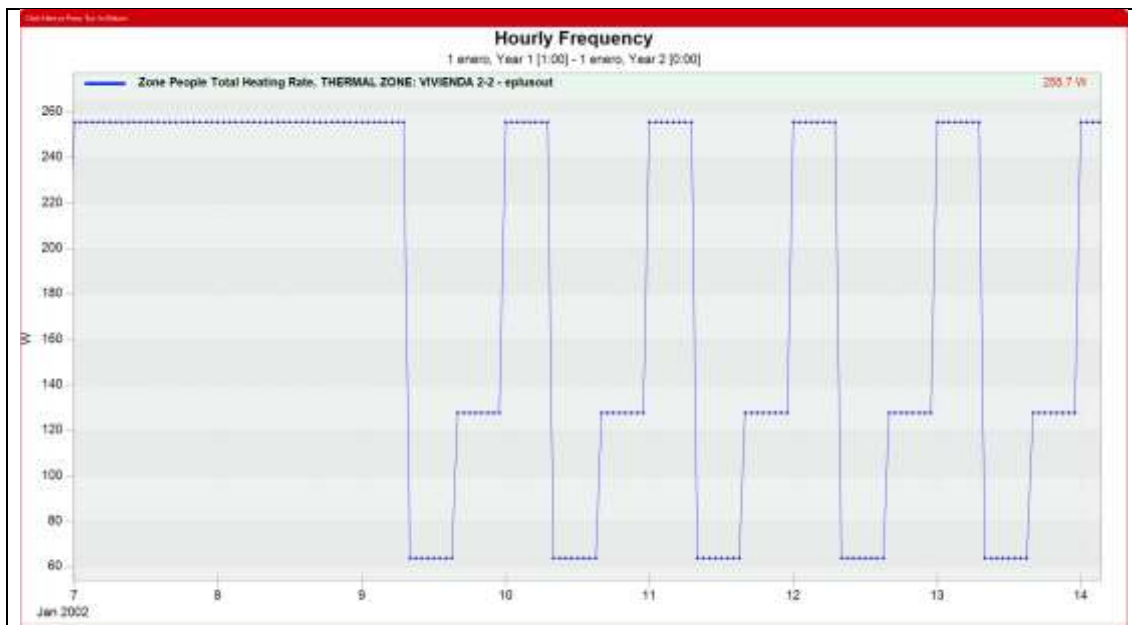


Esta tasa de ocupación y perfil horario coincide exactamente con el que prescribe el Documento DB HE en su Anejo D

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

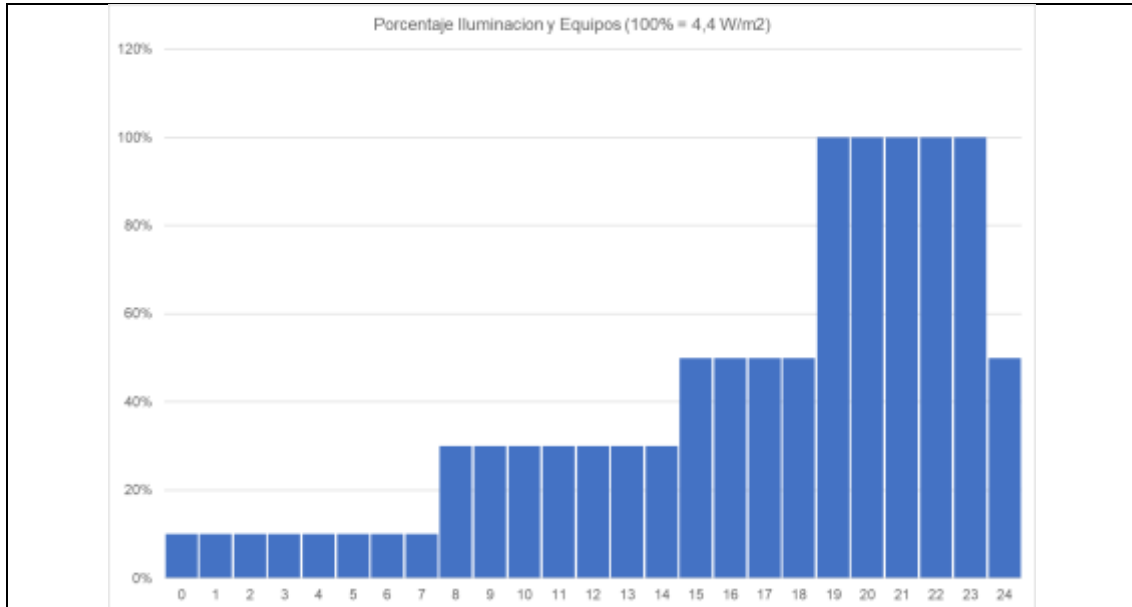
73 m2 por vivienda con una tasa de ocupación de 20 m2/persona = 3,65 personas

$3,65 \text{ personas} \times 70 \text{ W/persona} = 255 \text{ W}$ por vivienda tal como se aprecia en el grafico



Iluminación y Equipos:

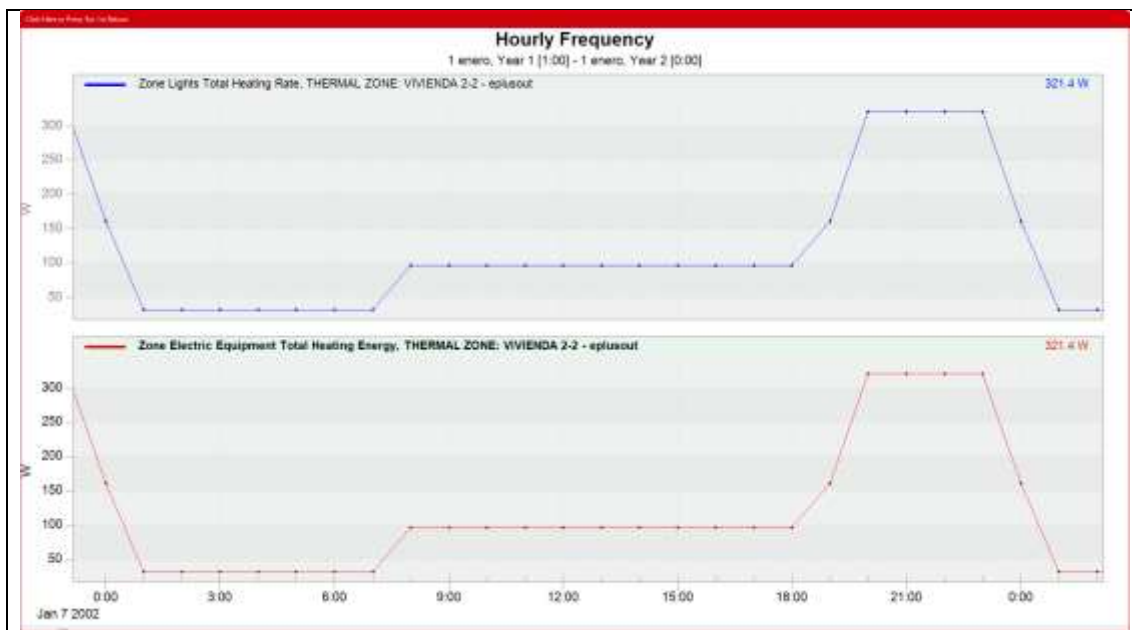
Las cargas derivadas de la disipación térmica de los aparatos de iluminación y equipos que existen en el edificio se estiman con un valor pico de 4,4 W/m² y con un perfil horario tal como se indica en el gráfico adjunto



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

$$73 \text{ m}^2 * 4,4 \text{ W/m}^2 = 321 \text{ W}$$

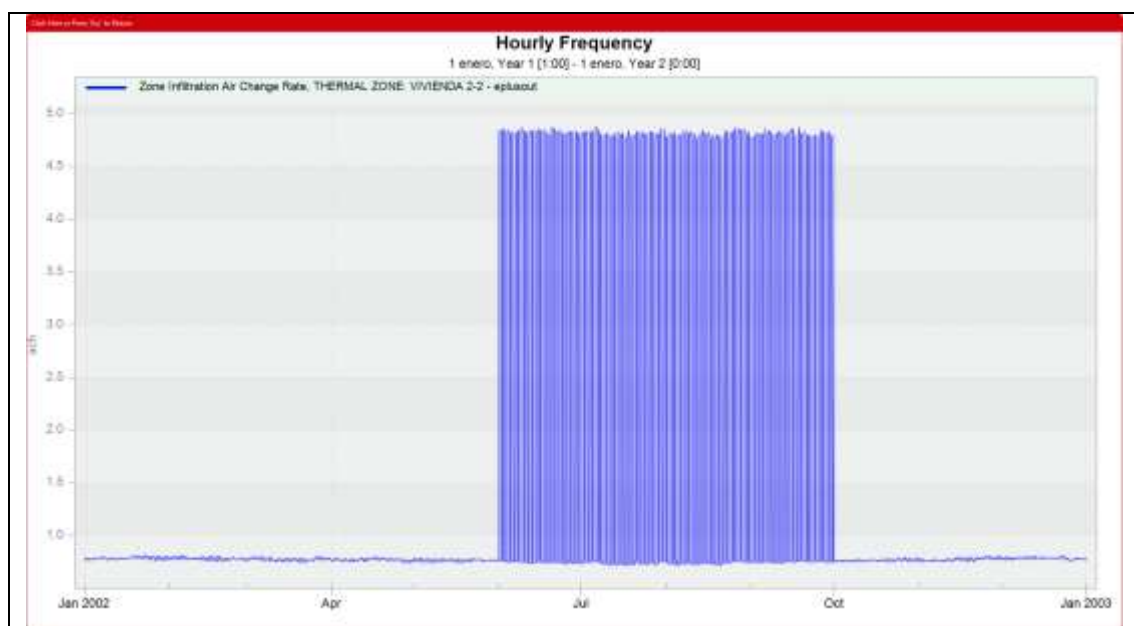


Infiltración de aire

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 la hermeticidad y el usuario probablemente sea más consciente del comportamiento energético del edificio y tratará de optimizar la abertura 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.

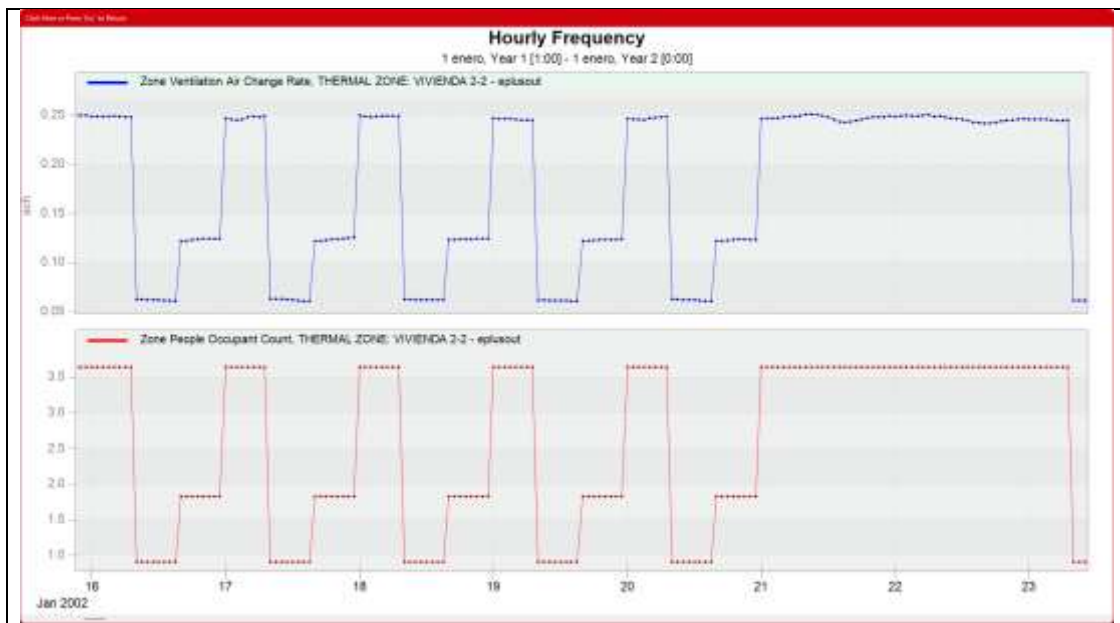
En el grafico siguiente se aprecia la tasa de infiltración constante de aire y el suplemento debido a la infiltración nocturna durante las noches de verano



Ventilación:

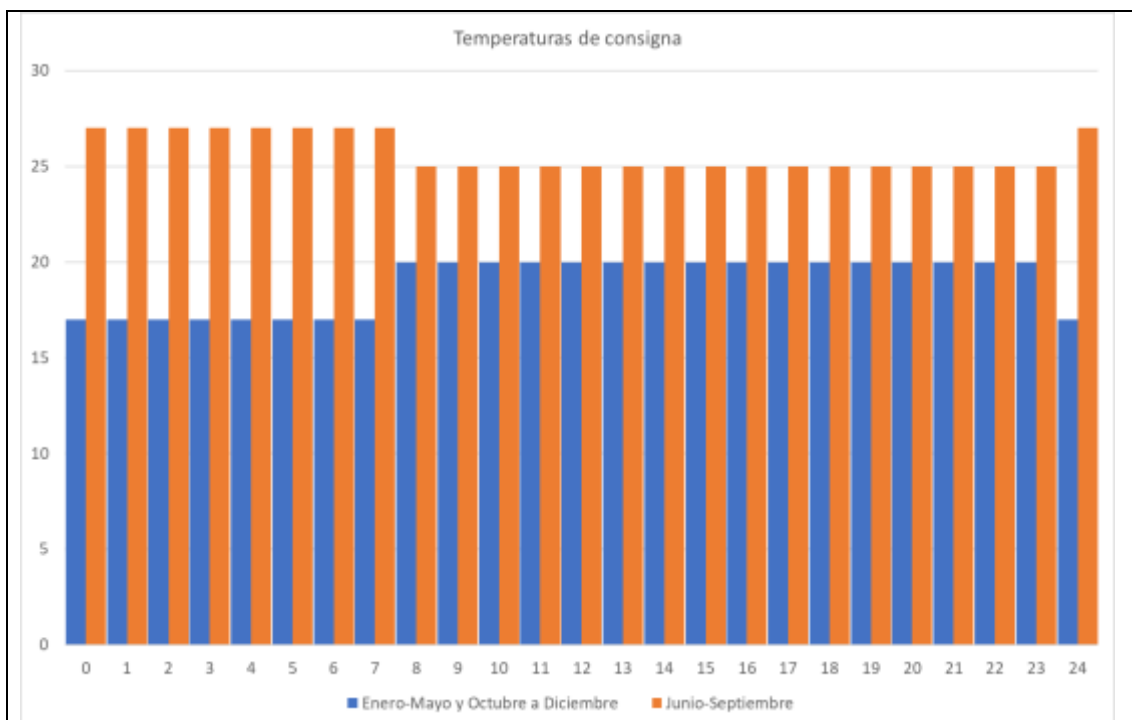
Se ha considerado que además de la infiltración de aire derivada de la hermeticidad del edificio este dispondrá de una ventilación (natural o mecánica) que aporte 4 l/s/ por persona de esta forma se asegura una calidad de aire interior acorde a la tasa de ocupación sin provocar excesos de perdidas térmicas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

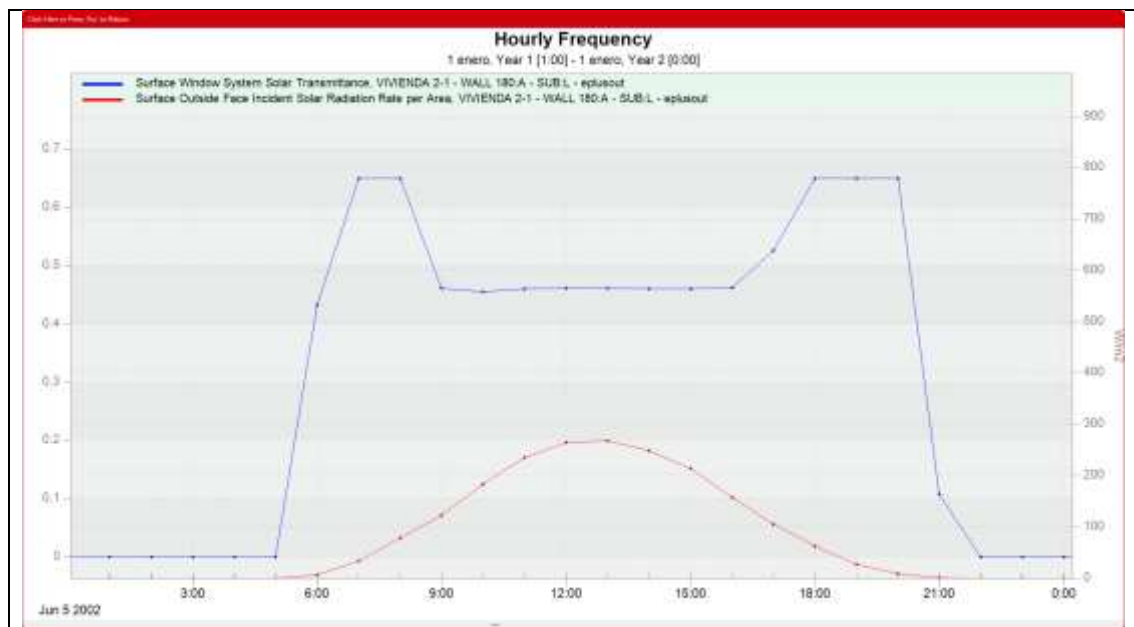
la totalidad de ocupantes durante los fines de semana tal como se aprecia en los perfiles de presencia de personas en la determinación de los perfiles de ocupación.

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/m².

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/m² (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 instalar un sistema de aislamiento por el exterior SATE / ETICS en todas las fachadas con un aislante URSA XPS N-RG I de 90/100/120mm en la cubierta se ha previsto instalar un aislante URSA XPS N-III de 90/100/120 mm todos los demás elementos constructivos mantienen la misma construcción inicial.

Como que la acción de rehabilitación afecta a los puentes térmicos existentes se ha adaptado el modelo del edificio rehabilitado para incluir unos valores de transmitancia térmica lineal que represente esta situación.

Los perfiles ocupacionales y temperaturas de consigna se mantienen idénticos en el edificio antes de rehabilitación y después de la misma

RESULTADOS DEMANDA ENERGETICA ANUAL

Zona	Ciudad	INICIAL (antes rehabilitación)		FINAL (después rehabilitación) 90 mm		FINAL (después rehabilitación) 100 mm		FINAL (después rehabilitación) 120 mm	
		Calef. kWh	Refrig. kWh	Calef. kWh	Refrig. kWh	Calef. kWh	Refrig. kWh	Calef. kWh	Refrig. kWh
A	Málaga	28400	16692	5516	11690	5371	11639	5154	11531
B	Valencia	38406	24517	9058	14811	8861	14710	8561	14520
C	Barcelona	58164	13656	16234	9184	15934	9124	15462	9002
D	Madrid	78297	17803	24837	9564	24425	9468	23786	9294
E	León	122636	1083	42438	604	41759	600	40695	589

Reducción porcentual de la demanda

Zona	Ciudad	Después rehabilitación 90 mm			Después rehabilitación 100 mm			Después rehabilitación 120 mm		
		Calef.	Refrig.	TOTAL.	Calef.	Refrig.	TOTAL.	Calef.	Refrig.	TOTAL.
A	Málaga	81%	30%	62%	81%	30%	62%	82%	31%	63%
B	Valencia	76%	40%	62%	77%	40%	63%	78%	41%	63%
C	Barcelona	72%	33%	65%	73%	33%	65%	73%	34%	66%
D	Madrid	68%	46%	64%	69%	47%	65%	70%	48%	66%
E	León	65%	44%	65%	66%	45%	66%	67%	46%	67%

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	$0.17+21\% = 0.2057 \text{ €/kWh}$
---------------	---	------------------------------------

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	INICIAL (antes rehabilitación)			Después rehabilitación 90 mm			Después rehabilitación 100 mm			Después rehabilitación 120 mm		
		Calef. €	Refrig. €	TOTAL €	Calef. €	Refrig. €	TOTAL €	Calef. €	Refrig. €	TOTAL €	Calef. €	Refrig. €	TOTAL €
A	Málaga	2021	1145	3166	393	802	1194	382	798	1180	367	791	1157
B	Valencia	2734	1681	4415	645	1016	1660	631	1009	1639	609	996	1605
C	Barcelona	4140	936	5076	1155	630	1785	1134	626	1760	1101	617	1718
D	Madrid	5573	1221	6794	1768	656	2424	1738	649	2388	1693	637	2330
E	León	8729	74	8803	3021	41	3062	2972	41	3013	2896	40	2937

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

Zona	Ciudad representativa	Rehabilitación 90 mm Ahorro económico €/año	Rehabilitación 100 mm Ahorro económico €/año	Rehabilitación 120 mm Ahorro económico €/año
A	Málaga	1972	1986	2008
B	Valencia	2754	2775	2810
C	Barcelona	3291	3317	3358
D	Madrid	4370	4406	4463
E	León	5741	5790	5866

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)

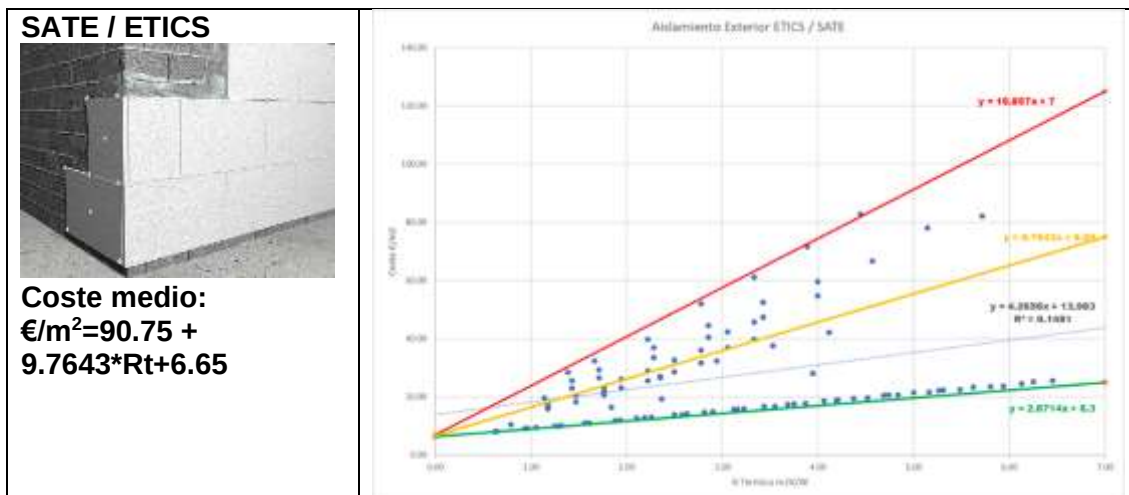
Reducción EPnr = Reducción consumo E.Final * Coeficiente de paso de E.Final a EPnr

Zona	Ciudad	Rehabilitación 90 mm % Reducción EPnr			Rehabilitación 100 mm % Reducción EPnr			Rehabilitación 120 mm % Reducción EPnr		
		Calefacción	Refrigeración	TOTAL	Calefacción	Refrigeración	TOTAL	Calefacción	Refrigeración	TOTAL
A	Málaga	81%	30%	70%	81%	30%	70%	82%	31%	71%
B	Valencia	76%	40%	68%	77%	40%	68%	78%	41%	69%
C	Barcelona	72%	33%	68%	73%	33%	69%	73%	34%	70%
D	Madrid	68%	46%	66%	69%	47%	67%	70%	48%	68%
E	León	65%	44%	65%	66%	45%	66%	67%	46%	67%

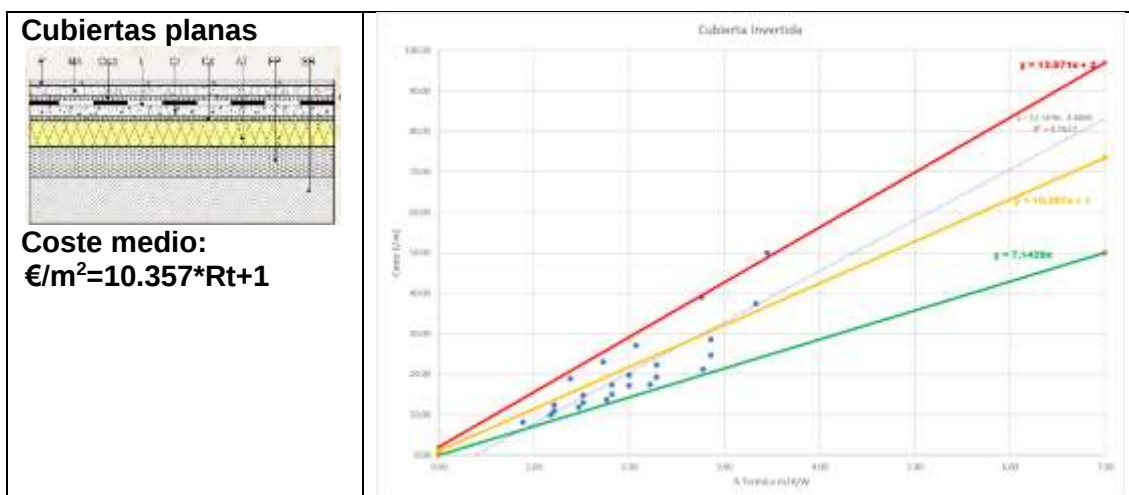
INVERSION EN REHABILITACION

Se han considerado las superficies netas (huecos excluidos) de las fachadas delantera, posterior y de los patios interiores de iluminación que serán objeto de rehabilitación.

Para el coste unitario del sistema SATE / ETICS 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).



En este caso considerando que las diferentes resistencias térmicas del aislante obtendremos un valor de entre 128 a 132 €/m2 incluyendo un 10% de Beneficio Industrial y un 10% de IVA (rehabilitación).



En este caso considerando que la resistencia térmica de los diferentes espesores de aislamiento instalado obtendríamos un coste de instalación de entre 33 a 44 €/m2 incluyendo un 10% de Beneficio Industrial y un 10% de IVA (IVA aplicable a obras de rehabilitación) (se ha supuesto que la instalación del aislante por encima de la impermeabilización se puede efectuar sin necesidad de tener que rehacer la impermeabilización).

	Superficie m2	Rehabilitación 90 mm Coste intervención €	Rehabilitación 100 mm Coste intervención €	Rehabilitación 100 mm Coste intervención €
Fachada delantera	116.4	14938	15320	16084
Fachada posterior	116.4	14938	15320	16084
Fachada patio 1	122.56	15729	16131	16935
Fachada patio 2	115.52	14825	15204	15962

Azotea	159.16	5318	5888	7027
TOTAL	747.76	65748	67863	72092

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
			años	%	€		años	%	€		años	%	€
A	Málaga	1.50	33	1.72	11537	1.46	34	1.61	9964	1.39	36	1.39	6631
B	Valencia	2.09	24	3.40	42216	2.04	24	3.27	40918	1.95	26	3.01	38038
C	Barcelona	2.50	20	4.43	63249	2.44	20	4.29	62133	2.33	21	4.00	59546
D	Madrid	3.32	15	6.34	105540	3.25	15	6.17	104832	3.10	16	5.83	102853
E	León	4.37	11	8.50	159280	4.27	12	8.38	159071	4.07	12	7.96	157838

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 α	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	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	52598	80%	54290	80%	57674	80%
B	Valencia	52598	80%	54290	80%	57674	80%
C	Barcelona	52598	80%	54290	80%	57674	80%
D	Madrid	52598	80%	54290	80%	57674	80%
E	León	52598	80%	54290	80%	57674	80%

ANÁLISIS VIAVILIDAD ECONOMICA CONSIDERANDO SUBVENCIONES

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

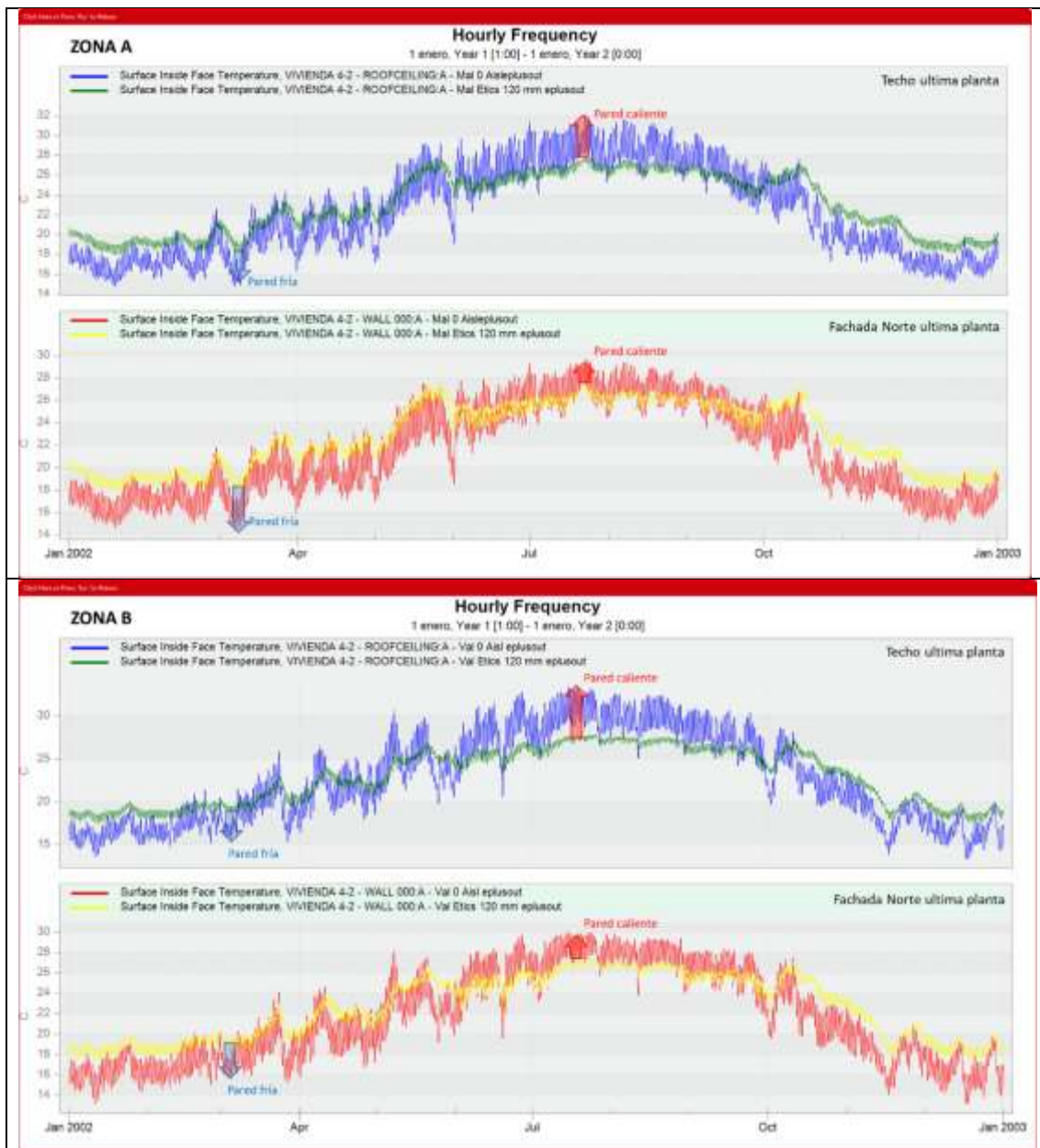
Zona	Ciudad referencia	Rehabilitación 90 mm				Rehabilitación 100 mm				Rehabilitación 120 mm			
		Retorno inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN	Retorno inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN	Retorno inversión	Tiempo recuperación	TIR	VAN
		años	años	%	€	años	años	%	€	años	años	%	€
A	Málaga	7.50	7	14.98	64136	7.31	7	14.61	64254	6.96	7	13.91	64305
B	Valencia	10.47	5	20.95	94814	10.22	5	20.45	95208	9.74	5	19.48	95712
C	Barcelona	12.51	4	25.03	115848	12.22	4	24.44	116423	11.65	4	23.29	117220
D	Madrid	16.62	3	33.23	158138	16.23	3	32.46	159122	15.48	3	30.96	160526
E	León	21.83	2	43.66	211878	21.33	2	42.66	213361	20.34	2	40.69	215512

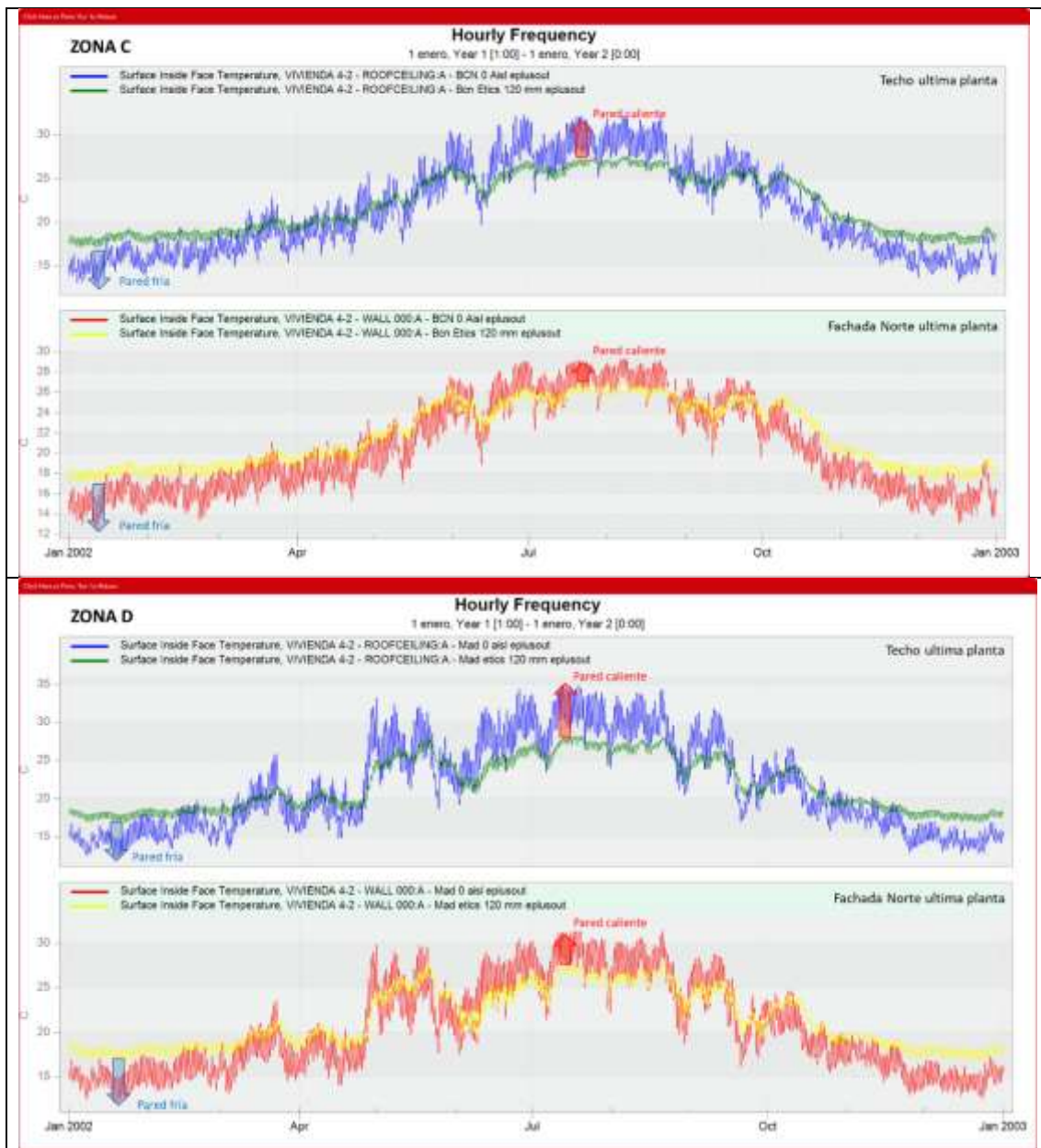
MEJORA DEL CONFORT

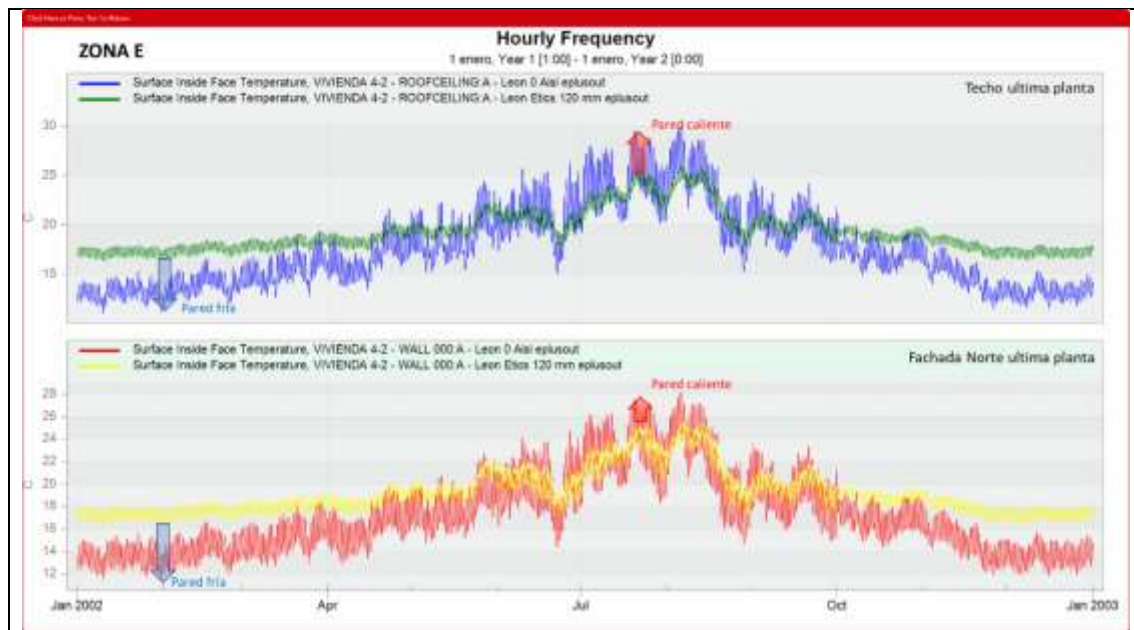
El aislamiento térmico asociado las acciones de rehabilitación no solo es útil desde un punto de vista de reducir las necesidades / consumo de energía o desde un punto de vista económico en cuanto a la viabilidad de la inversión sino que también aporta beneficio en cuanto al confort percibido por los 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 dos cerramientos de referencia, en este caso se han elegido el techo de la última planta y la fachada norte también de la última planta, y 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.







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

Zona	Ciudad referencia	Sin rehabilitar		Rehabilitación 90 mm		Rehabilitación 100 mm		Rehabilitación 120 mm	
		frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso	frio	caluroso
A	Málaga	6179	5788	1340	2643	1249	2588	1120	2465
B	Valencia	6918	9274	1891	3296	1785	3193	1631	2989
C	Barcelona	10085	6213	3054	2219	2919	2157	2719	2026
D	Madrid	12274	8655	3957	2458	3777	2350	3514	2149
E	León	22272	620	7086	58	6767	53	6287	41

Grados Hora de sensación de fachada 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	6621	2921	1452	1888	1351	1867	1201	1815
B	Valencia	7428	4780	2023	2317	1905	2270	1723	2178
C	Barcelona	10380	3038	3200	1536	3044	1509	2807	1452
D	Madrid	13042	4383	4201	1664	3994	1608	3678	1506
E	León	21968	243	7214	24	6864	23	6326	18

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, una mejora de las condiciones de confort y la tasa interna de retorno de la inversión es siempre positiva.

La rehabilitación de los elementos opacos de un edificio es suficiente para acceder a las subvenciones que están establecidas.

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 62% a un 67 % y de reducción de la Energía Primaria no renovable con valores entre el 65% al 71% en función de la zona climática y el nivel de aislamiento considerado.

Las inversiones hechas en rehabilitación de los elementos opacos de un edificio proporcionan ahorros económicos promedios desde $1972/8 = 246\text{€}$ hasta $5866/8 = 733\text{€}$ anuales por vivienda.

Cada euro dedicado a la rehabilitación de la parte opaca de la envolvente de un edificio permite recuperar desde 1,39 hasta 4,37 € sin considerar el efecto de las subvenciones y entre 6,96 a 21,83 si consideramos el efecto de las subvenciones dependiendo de la zona climática y nivel de aislamiento.

La inversión en la rehabilitación de la envolvente de un edificio se recupera entre 11 a 36 años sin considerar las subvenciones y entre 2 a 7 años si se consideran las subvenciones.

La inversión en rehabilitación es rentable ya que proporciona tasas de interés de entre 1,39 hasta 8,50 % sin considerar las subvenciones y entre el 13,91% hasta el 43,66 % considerando el impacto de las subvenciones dependiendo de la zona climática y nivel de aislamiento, estas tasas de interés son muy superiores a las tasas que se pueden obtener en inversiones convencionales.

Las subvenciones actualmente disponibles hacen todavía mas 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.

Los resultados obtenidos sirven para evaluar el impacto energético y económico de la acción de rehabilitación inclusión de un sistema SATE / ETICS en todas las fachadas y el aislamiento de



la cubierta (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 serían 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