

# **LANA MINERAL INSUFLADA SUPAFIL 034 - SOLUCIÓN PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS A TRAVÉS DE SU ENVOLVENTE TÉRMICA**

Luis Pozo Lama

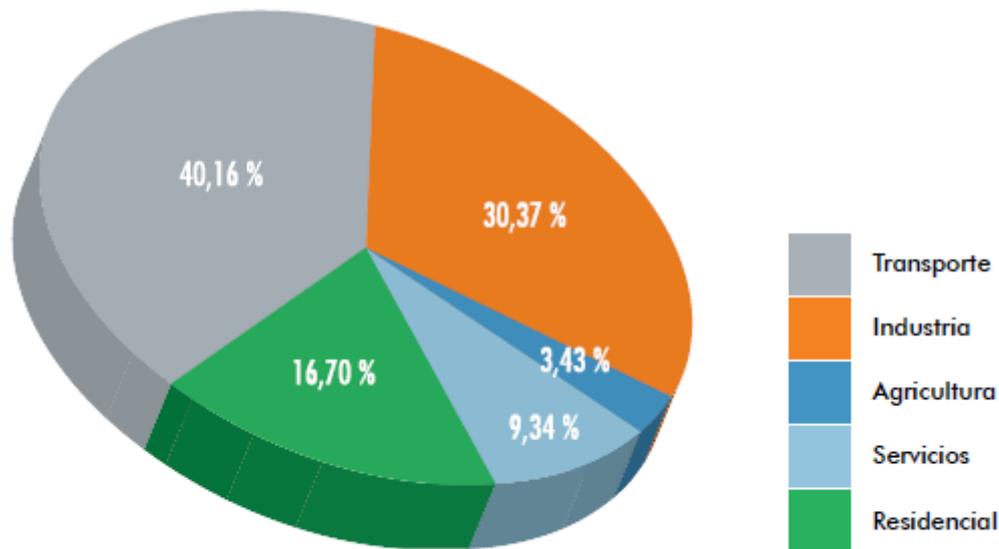
Departamento Técnico – Knauf Insulation  
e-mail: luis.pozo@knaufinsulation.com

## **Resumen**

La eficiencia energética de muchos edificios en España, cuyas fachadas están construidas con doble hoja de fábrica y cavidad intermedia, puede ser mejorada mediante insuflación mecánica de la solución SUPAFIL 034, aislante de Lana Mineral. Sus prestaciones proporcionan una eficaz solución en rehabilitación, con resultados de reducción de la demanda proporcionales al espesor de la cavidad disponible. Cálculos realizados avalan la solución, con una gran relación calidad-precio frente a otras soluciones, y resultados de reducción de la demanda y de las emisiones de hasta un 55%, en función de las características del edificio, del espesor de cavidad y de posibles intervenciones previas ya realizadas.

## **1 Introducción**

El consumo de energía final del sector de la edificación en nuestro país, representa el 26% de la energía final nacional, correspondiendo un 17% aproximadamente al sector residencial y el 9% restante al sector terciario.



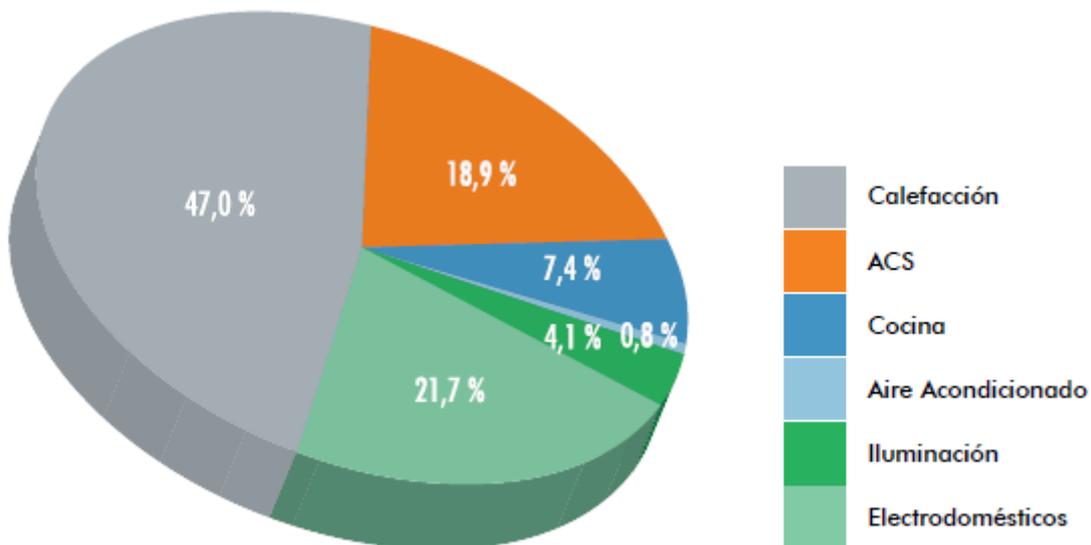
*Imagen 1. Consumo de energía final por sectores en España  
(Fuente: IDAE)*

Según WWF España<sup>1</sup>, el parque edificatorio nacional cuenta con un total de 3.500 millones de m<sup>2</sup> construidos, de los cuales el 85% está destinado a usos residenciales y el 15% restante a usos terciarios, principalmente con fines administrativos y comerciales. Según estadísticas oficiales, el parque residencial en España en 2008 estaba formado por algo más de 25 millones de viviendas, de las cuales el 67% eran viviendas principales y el 33% restante segundas residencias.

Con respecto a la distribución del consumo energético en el sector residencial español, según el IDAE<sup>2</sup>, un 48% corresponde a la climatización de la vivienda o edificio, muy mayoritariamente a la calefacción.

<sup>1</sup> Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del parque residencial existente en España en 2020 – Informe diciembre 2010

<sup>2</sup> Proyecto SECH-SPAHOUSEC – Análisis del consumo energético en el sector residencial en España – Informe final – Secretaría General – Departamento de Planificación y Estudios – 16 de julio de 2011



*Imagen 2. Distribución del consumo energético en la vivienda en España  
(Fuente: IDAE)*

Las edificaciones construidas en España antes de 1979 incorporan muy poco o ningún nivel de aislamiento, resultando ineficientes térmicamente. Asimismo, las edificaciones construidas durante los 27 años que van desde la implementación de la extinta Norma Básica sobre Condiciones Térmicas en los edificios (NBE CT-79) hasta la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE), con su Documento Básico sobre Ahorro de Energía (DB HE), están construidas bajo unos criterios de eficiencia energética inferiores a los utilizados actualmente, resultando “potenciales” consumidoras de energía en las próximas décadas si no se someten a procesos de rehabilitación energética.

La vida útil de una vivienda puede superar los 50 años, por tanto al comprar, alquilar o acometer obras de reforma en la misma, es muy importante que la envolvente térmica del edificio y sus instalaciones sean de buena calidad y de alta eficiencia energética, con objeto de no estar lastrados por un gasto excesivo e innecesario de energía y dinero a lo largo del tiempo.

Cada año un gran número de edificaciones están sujetas a algún tipo de reforma de mayor o menor entidad, como la limpieza y el pintado de fachadas, la reparación de la cubierta, la sustitución de la carpintería, pero pocas veces se acometen trabajos de rehabilitación por razones energéticas, incluso cuando son significativos el valor global del ahorro económico en la factura energética y la cuantía de las ayudas y subvenciones por parte de las administraciones.



*Imagen 3. Rehabilitación de fachadas*

El estudio “A cost Curve for greenhouse gas reduction (2007)” de la prestigiosa consultoría energética McKinsey, concluye que entre las políticas de ahorro y eficiencia energética, la mejora del nivel de aislamiento térmico en los edificios es la de menor coste para un mismo objetivo de beneficio.

## **2 Estudio. Análisis y objetivos**

Más del 50%<sup>3</sup> del parque actual de viviendas en España está compuesto por construcciones previas a la aplicación de la NBE CT-79, en las cuales nos encontramos con que el único aislamiento proporcionado a los espacios interiores frente al exterior es el derivado de la resistencia térmica de los materiales que conforman sus estructuras y acabados.

---

<sup>3</sup> INE – Instituto Nacional de Estadística

El estudio de rehabilitación energética contenido en esta comunicación se ha realizado a partir de una vivienda unifamiliar tipo, referente de las construidas antes de 1979, por tanto sujeta a las escasas exigencias térmicas de la época, sin presencia de aislamiento térmico en la envolvente en su estado original, pero que ya ha sido sometida a un primer proceso de rehabilitación energética en años precedentes, consistente en implementar aislamiento térmico en la cubierta y en sustituir las ventanas originales por otras más eficientes.

Dicho estudio contempla la impactante influencia, desde el punto de vista de reducción de la demanda energética y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, que puede llegar a tener la insuflación mecánica por relleno total, de un aislante a base de Lana Mineral virgen, sin ligante, de muy baja conductividad térmica, en la cámara de aire de 10 cm de espesor del muro de doble hoja constitutivo de los cerramientos opacos de las fachadas.

Se presentan valores de ahorro de la demanda energética (kWh/m<sup>2</sup>.a) y de las emisiones de CO<sub>2</sub> (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.a), ubicando la vivienda en cada una de las zonas climáticas de invierno, excepto en la zona climática α, definidas en el Documento Básico de Ahorro de Energía, sección HE 1, del Código Técnico de la Edificación en España, rehabilitándola mediante la insuflación del aislante en las cámaras de aire de los muros de doble hoja que constituyen los cerramientos de fachadas.

### **3 Metodología**

Para realizar los cálculos correspondientes, se ha utilizado una herramienta informática reconocida por la Administración, basada en un método abreviado. Se ha calculado la demanda energética de climatización y las emisiones de CO<sub>2</sub> de la vivienda tipo, primero en estado previo a la rehabilitación de las fachadas (es decir, con la cubierta intervenida mediante la implementación de aislamiento térmico y con las ventanas originales sustituidas por otras más eficientes), y después una vez insufiladas las cámaras de aire de los muros de fachadas con el aislante de Lana Mineral virgen. Se han comparado los valores obtenidos y se han deducido los porcentajes de ahorro energético y “ambiental” en cada una de las cinco zonas climáticas de invierno españolas.

#### **4 Características vivienda original**

- Vivienda unifamiliar aislada, PB + 2PP
- Construcción anterior a 1979 y parcialmente rehabilitada
- Superficie vivienda: 48 m<sup>2</sup>/planta x 3 plantas = 144 m<sup>2</sup>
- Plantas habitables: P1 y P2
- Superficie habitable: 48 m<sup>2</sup>/planta x 2 plantas = 96 m<sup>2</sup>
- Superficie maciza fachadas: 273 m<sup>2</sup> – 35 m<sup>2</sup> huecos = 238 m<sup>2</sup>
- Instalaciones térmicas: Caldera eléctrica mixta para calefacción y ACS (potencia calorífica 20 kW; rendimiento  $\eta = 0,85$ ). Sin refrigeración

Elemento de envolvente	Tipología	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Cubierta	Inclinada sobre forjado horizontal y tabiquillos, con 6 cms de aislamiento	0,42
Fachadas	Muro de doble hoja, con cámara de aire ligeramente ventilada de 10 cms de espesor	2,01
Ventanas	Cristal doble de baja emisividad (< 0,03)	2,50
Suelo	Solera de hormigón bajo pavimento, en contacto con el terreno	3,21

*Imagen 4. Transmitancias térmicas vivienda antes de insuflar las cámaras de aire*

#### **5 Rehabilitación energética fachadas**

El proceso de rehabilitación energética a realizar en la vivienda consiste en insuflar la cámara de aire del muro de doble hoja perimetral que constituye el cerramiento opaco de las fachadas, mediante un aislante de Lana Mineral virgen, sin ligante, de muy baja conductividad térmica, aplicada con medios mecánicos por un equipo de instaladores especializado.



*Imagen 5. Lana Mineral virgen, sin ligante, para insuflado de cámaras de aire*

Las características principales de este producto son su  $\lambda$  garantizado, de 0,034 W/m.K, su capacidad fonoabsorbente al tratarse de un material de estructura fibrosa que retiene fuertemente aire inmóvil en su interior, con lo que mejora la capacidad de aislamiento acústico del muro original, del orden de 6 dB, su carácter incombustible, con una Euroclase de reacción al fuego A1, que contribuye a la protección pasiva frente a incendios de la edificación, y su muy baja absorción de agua por capilaridad, estando clasificado como material no hidrófilo de acuerdo al DB HS del CTE.

La puesta en obra consiste en realizar perforaciones en la hoja exterior del muro, mediante un patrón de perforaciones previamente establecido por el equipo de trabajo, a través de las cuales se insufla mecánicamente en seco la Lana Mineral virgen, hasta colmatar por relleno total la cámara de aire existente entre ambas hojas del muro.

Este sistema tiene como ventajas más destacables, en cuanto a su puesta en obra, su rapidez de ejecución, sus bajos costes económicos frente a otros sistemas de aislamiento de fachadas, no genera prácticamente escombros ni residuos, y en el caso de su aplicación por el exterior de la vivienda, no provoca apenas molestias en los usuarios de las mismas.



*Imagen 6. Proceso rehabilitación energética fachadas mediante insuflación mecánica de Lana Mineral: inspección cavidades, perforación puntos de insuflación, muestra material aislante, insuflado cámaras de aire*

## **6 Resultados de la simulación**

Las tablas siguientes presentan los valores de demanda energética y de emisiones de CO<sub>2</sub> que la vivienda modelizada genera, tanto antes como después de la rehabilitación energética de las fachadas, insuflando mecánicamente el aislante de Lana Mineral virgen, mediante relleno total de la cámara de aire de 10 cm de espesor.

Vivienda en estado original [ $U_{fachada} = 2,01 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ]			
Zona Climática	Ciudades de referencia	Demanda energética [ $\text{kW}\cdot\text{h/m}^2 \cdot \text{a}$ ]	Emisiones de CO <sub>2</sub> [ $\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{a}$ ]
<b>A</b>	Cádiz, Málaga	169,5	111,1
<b>B</b>	Sevilla, Alicante	223,8	141,6
<b>C</b>	Barcelona, Orense	251,7	189,8
<b>D</b>	Madrid, Albacete	347,4	260,2
<b>E</b>	Burgos, León	489,2	392,1

*Imagen 7. Demanda energética y emisiones de CO<sub>2</sub> vivienda antes de insuflar las cámaras de aire*

Vivienda rehabilitada energéticamente con SUPAFIL 034 [ $U_{fachada} = 0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ]			
Zona Climática	Ciudades de referencia	Demanda energética [kW.h/m <sup>2</sup> .a]	Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .a]
A	Cádiz, Málaga	79,4	50,3
B	Sevilla, Alicante	105,3	60,4
C	Barcelona, Orense	108,4	81,2
D	Madrid, Albacete	153,9	114,1
E	Burgos, León	216,5	172,7

Imagen 8. Demanda energética y emisiones de CO<sub>2</sub> vivienda después de insuflar las cámaras de aire

A partir de las tablas de resultados anteriores, se deducen los porcentajes de ahorro de la demanda energética y de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas, los cuales se reflejan en la siguiente tabla.

Zona Climática	Ciudades de referencia	Demanda energética (%)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (%)
A	Cádiz, Málaga	53	55
B	Sevilla, Alicante	53	55
C	Barcelona, Orense	57	57
D	Madrid, Albacete	56	56
E	Burgos, León	56	56

Imagen 9. Porcentajes de ahorro de la demanda energética y de las emisiones de CO<sub>2</sub> vivienda rehabilitada energéticamente mediante insuflación de Lana Mineral en las fachadas

## **7 Período de retorno de la inversión y ahorro económico**

Se presenta a continuación un ejemplo concreto de período de retorno de la inversión y ahorro económico derivado de la rehabilitación energética de las fachadas insuflando el aislante de Lana Mineral virgen, ubicando la vivienda modelizada en Madrid, zona climática D3.

El valor de transmitancia térmica del muro original de fachadas es de 2,01 m<sup>2</sup>.KW, y los valores anuales de demanda energética y de emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidos con

herramienta oficial de cálculo son 347,4 kWh/m<sup>2</sup>.a y de 260,2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.a respectivamente.

El nuevo valor U de transmitancia térmica del muro rehabilitado inyectando el aislante de Lana Mineral virgen en la cámara de aire de 10 cm es de 0,30 W/m<sup>2</sup>.K, y los valores anuales de demanda energética y de emisiones de CO<sub>2</sub> son 153,9 kWh/m<sup>2</sup>.a y 114,1 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.a respectivamente.



*Imagen 10. Insuflación cámara de aire muros cerramiento fachadas con Lana Mineral virgen*

En este caso particular se obtienen porcentajes de reducción de la demanda energética y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, del 56%.

A partir de los valores anteriores, se calculan los ahorros energético y “ambiental” anuales de la vivienda. En primer lugar multiplicamos la diferencia entre demandas energéticas superficiales antes y después por la superficie habitable de 96 m<sup>2</sup> que tiene la vivienda, obteniendo 18.576 kWh/año. Después realizamos la misma operación con las emisiones de CO<sub>2</sub>, obteniendo 14.026 kgCO<sub>2</sub>/año.

Si se considera por ejemplo una vida útil de la vivienda de 50 años, los ahorros energético y “ambiental” totales son 929 MWh y 701 tonCO<sub>2</sub>.

Y por último calculamos el período de retorno de la inversión y el beneficio económico que obtenemos con la rehabilitación energética mediante insuflado, sin tener en cuenta ninguna subvención autonómica o local.

Para ello calculamos el coste de la rehabilitación energética, multiplicando los 238 m<sup>2</sup> de superficie de cerramiento opaco de las fachadas a insuflar, por un precio de 22,5 €/m<sup>2</sup> de ejecución material estipulado para una obra de estas características, con un espesor de cámara de aire de 10 cm, resultando ser de 5.355 euros.

Teniendo en cuenta el ahorro energético anual que obtuvimos antes, y multiplicando dicho valor por el precio unitario de la energía, en este caso electricidad, de 0,13 €/kWh, repercutiendo en los cálculos porcentajes hipotéticos de incremento anual del precio de la energía (6% los 15 primeros años y 3% a partir del año 15 hasta el año 50) y de depreciación anual de la moneda (3%), resulta un ahorro económico anual el primer año de 2.345 euros, y a partir del año 15 de 3.505 euros.

El período de retorno de la inversión resultante es de 2  $\frac{1}{4}$  años, período en que amortizaríamos el coste de la obra, y a partir de aquí estaríamos hablando de ahorro neto o beneficio, resultando un total de 73.021 euros en el año 25 y de 160.637 euros en el año 50.

## **8 Conclusiones**

Al partir de una vivienda que previamente ha sido sometida a actuaciones para la mejora de su eficiencia energética, el resultado de intervenir en las fachadas, parte de la envolvente del edificio a través de la cual se produce un elevado porcentaje de pérdidas de calor, tiene una incidencia enorme en la reducción de la demanda de energía necesaria para climatizar dicha vivienda. Con ello, los medios de climatización que se utilizan para conseguir el confort térmico dentro de las estancias se optimizan, reduciendo la frecuencia y/o intensidad con la que los usuarios necesitan disponer de los mismos para sentirse cómodos.

Estamos ante un caso típico de vivienda construida en nuestro país en una reciente época en que no existía apenas preocupación por los aspectos medio-ambientales, la eficiencia energética era un concepto casi desconocido y la normativa térmica existente permitía construir edificios sin prácticamente ningún tipo de aislamiento, resultando auténticos depredadores de energía.

Desde el punto de vista económico, el presente estudio permite aseverar que la medida de eficiencia energética consistente en implementar aislamiento en la envolvente de una vivienda o de un edificio tiene un gran impacto monetario, con reducidos períodos de retorno de la inversión realizada.

La supresión del efecto pared fría repercute en un aumento de la temperatura interior en invierno y en la reducción de la variación de la temperatura de las estancias acondicionadas, que indudablemente resultarán de la intervención insuflando este aislante de Lana Mineral en las cámaras de aire de las fachadas de la vivienda, aunque esto no sea objeto del presente estudio. Estos parámetros tendrán una elevada influencia en la sensación de confort y en la habitabilidad de la vivienda.