

PONENCIAS

Estudio para la elaboración del Plan RENOVE de acristalamientos en viviendas de la Comunidad de Madrid

Margarita de Luxán García de Diego
mrgluxan@telefonica.net

Mar Barbero Barrera
mbarberob@yahoo.es

Gloria Gómez Muñoz
glogomu@cc60.com

Emilia Román López
emiliaroman@cc60.com

Grupo de Investigación en Arquitectura y Urbanismo más Sostenibles (GIAU+S). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid

ANTECEDENTES

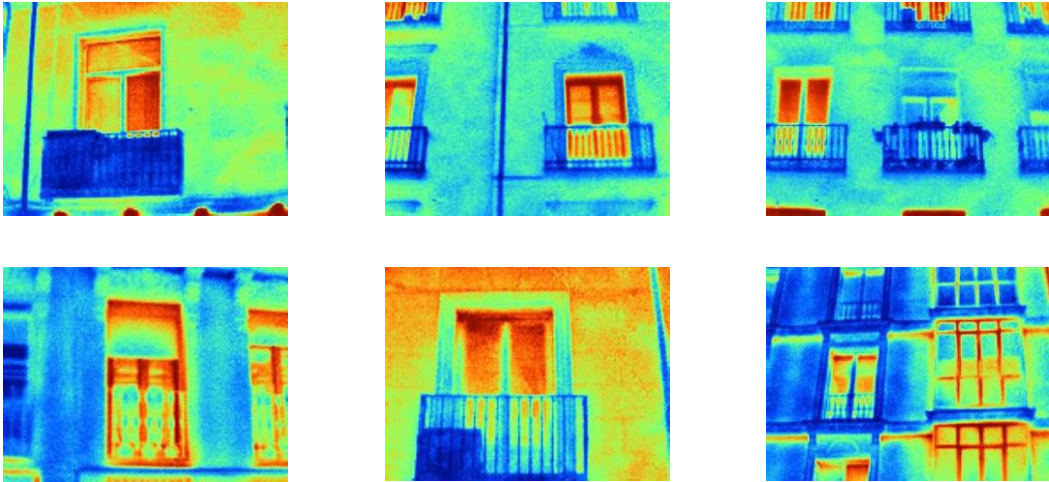
Este estudio, realizado por encargo de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, tiene como objetivo evaluar las características y datos de las edificaciones de viviendas en la Comunidad de Madrid, así como las específicas de los huecos, carpinterías y vidrios existentes, de cara a definir las exigencias técnicas para la implantación de un plan de renovación de cristalamientos de las viviendas (Plan RENOVE) que mejora el comportamiento térmico de la envolvente de las edificaciones.

INTRODUCCIÓN

Los vidrios son una de las partes del edificio donde se producen mayores pérdidas y ganancias de calor si no se diseñan de manera adecuada. La importancia del vidrio en la estabilidad térmica de las edificaciones se puede apreciar en las siguientes termografías realizadas para edificios del Centro de Madrid. Estas termografías están realizadas durante las noches de invierno y las zonas de color rojo más intenso son las que tienen mayor temperatura superficial y por tanto por las que se producen las mayores pérdidas de calor desde el interior.

Ilustración 1. Termografías de fachadas de edificios del Centro de Madrid en invierno

POENCIAS



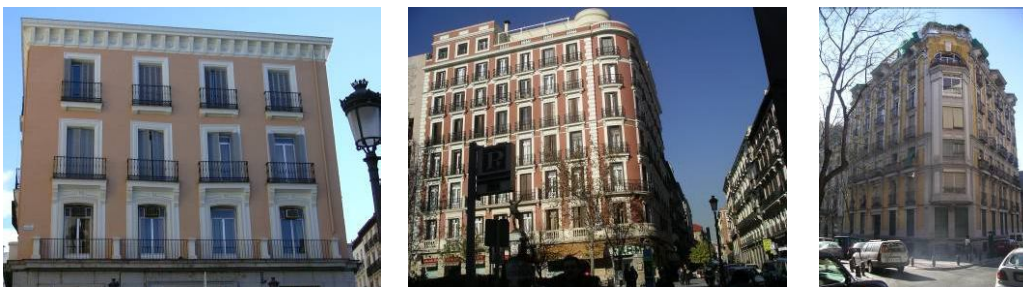
CONCLUSIONES DE LAS EXIGENCIAS REFERIDAS A VIDRIOS EN CARPINTERÍAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN PARA LAS ZONAS CLIMÁTICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Las exigencias para los huecos (carpinterías y vidrios) para las distintas zonas climáticas de la Comunidad de Madrid vienen determinadas por la zona climática de Madrid capital, la altitud de cada municipio respecto a la de la ciudad de Madrid y por el % de huecos en cada fachada.

Para evaluar las dimensiones de los huecos, este documento se apoya en los datos conseguidos en estudios previos realizados por el equipo de trabajo. A partir del análisis de estos trabajos, conocemos los datos relativos a % de huecos de fachada en edificios del Centro Histórico, de la Arquitectura Popular y de las Periferias. Estos datos son extrapolables a las edificaciones de la Comunidad de Madrid en el orden siguiente:

Los huecos de las edificaciones de **Centros Históricos de la Comunidad de Madrid** tienen unas dimensiones como los del Centro de la ciudad de Madrid, o en todo caso de menor tamaño. Se encuentran aproximadamente entre el **15% y el 30%** de la superficie de fachada.

Ilustración 2. Edificios en Centro Histórico de Madrid



Los huecos de los edificios de **arquitectura popular**, de la Comunidad de Madrid, son de pequeño tamaño. Se encuentran aproximadamente entre el **5% y el 15%** de la superficie de fachada.

PONENCIAS

Ilustración 3. Edificios de arquitectura popular en Madrid



Los huecos de las **edificaciones anteriores a 1980** de periferias de la Capital, son similares a las de las edificaciones de actuaciones protegidas y de promoción privada en toda la Comunidad de Madrid. Se encuentran aproximadamente entre el **10% y el 25%** de la superficie de fachada.

Ilustración 4. Edificios anteriores a 1980 en Madrid



Los huecos de las **edificaciones posteriores a 1980** de la Capital, son similares a las de las edificaciones en toda la Comunidad de Madrid. Se encuentran aproximadamente entre el **15% y el 40%** de la superficie de fachada.

Ilustración 5. Edificios posteriores a 1980 en Madrid

PONENCIAS



Conclusiones iniciales

Dado que los vecinos señalan como uno de los mayores problemas el ruido, se ha evacuado una consulta al CITAV (Centro de Información Técnica de Aplicaciones del Vidrio) sobre las condiciones de los distintos tipos de vidrio para compararlos.

La respuesta es que el aislamiento térmico depende del tamaño de la cámara y de la existencia de la adición de la lámina o tratamiento de baja emisividad, siendo prácticamente independiente del grosor de los vidrios, sin diferencia entre los de 6, 5 y 4 mm.

El aislamiento al ruido depende de la masa, y mejora si en un sistema de vidrio doble éstos son de grosor diferente. Así sería óptimo combinar un vidrio de 6 mm. y otro de 5 mm.

El usar vidrios de distinto espesor y compuestos en una de las capas, mejora entre el 10% y el 20% el aislamiento al ruido.

Por tanto, un vidrio plano 6mm + tratamiento de baja emisividad+ Cámara 8mm+ Vidrio plano 4 mm, tendría:

Espesor	18 mm
Peso	25,0 Kg/m ²
Transmitancia	2,1 W/m ² .K
Atenuación	33 dB

Se proponen vidrios **6.8.4 de baja emisividad** para cumplir todos los requisitos (aislamiento térmico y acústico)

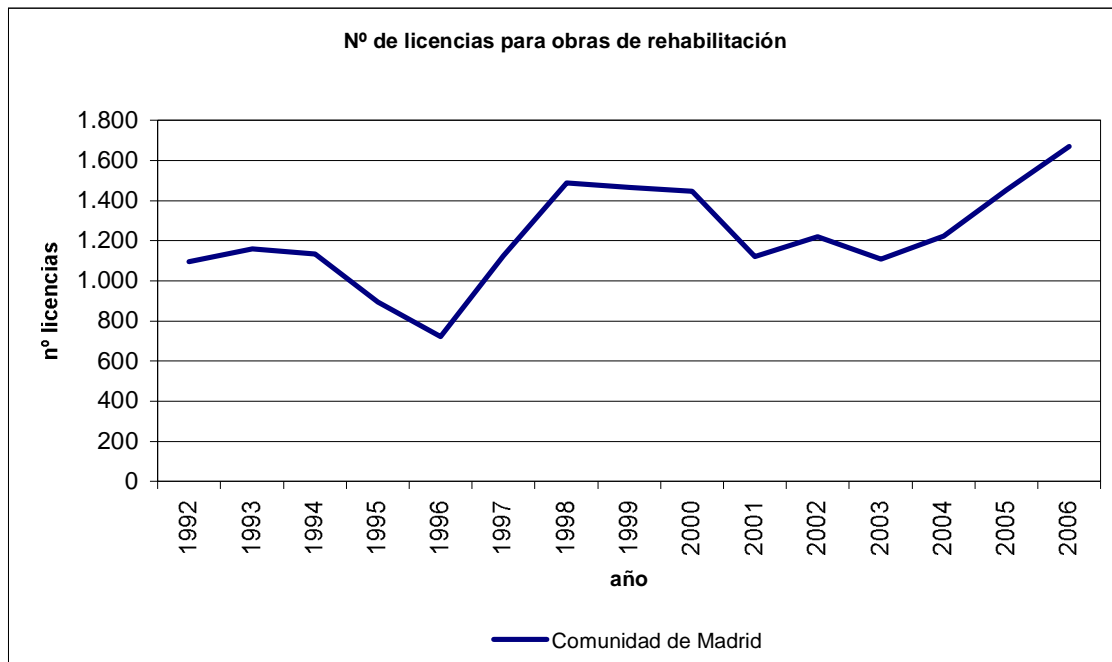
ESTIMACIONES SOBRE LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN Y SOBRE EL ESTADO DE LOS ACRISTALAMIENTOS DEL PARQUE DE VIVIENDAS DE LA CAM

Las obras de rehabilitación de viviendas en la Comunidad de Madrid

PONENCIAS

Como se observa en el gráfico adjunto, desde el año 1992 el número de licencias para la rehabilitación de edificios en la Comunidad de Madrid ha aumentado en más de un 50%, si bien hasta el año 2003 la media de licencias se ha mantenido prácticamente constante.

Figura 1: N° de licencias para obras de rehabilitación en la Comunidad de Madrid



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística, en los últimos años se han solicitado cerca de 1.250 licencias de media al año para la rehabilitación de edificios de viviendas. Si cada edificio tiene una media de 15 viviendas, y aproximadamente el 40% de las obras afectan a la fachada ¹ se puede estimar que se produce el cambio de carpinterías de unas 7.500 viviendas al año en toda la Comunidad de Madrid.

En estos datos se incluyen rehabilitaciones que precisen de licencia, pero no aquellas obras en las que, por su pequeña envergadura, no sea necesaria la concesión de una licencia o los propietarios no lo comuniquen al Ayuntamiento por diversas razones. Entre éstas se pueden incluir las sustituciones de vidrios y carpinterías.

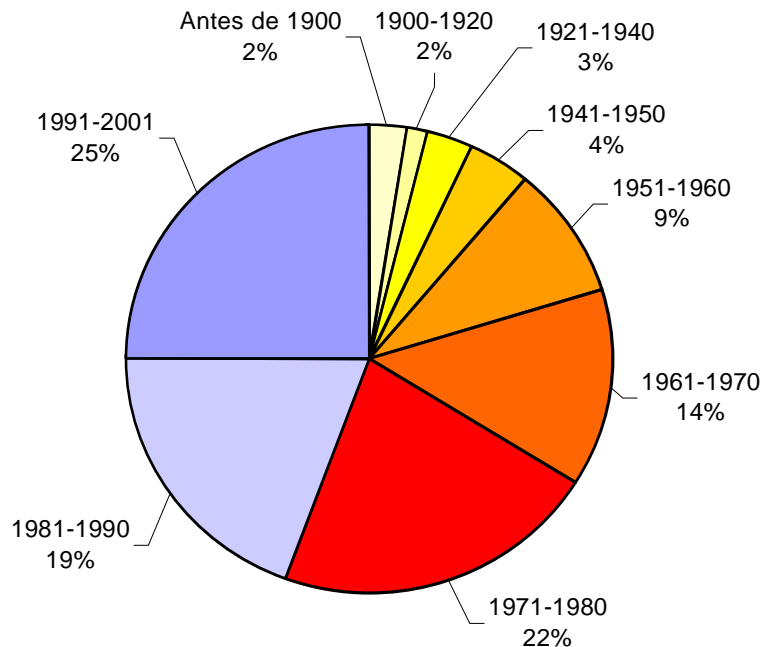
Podemos suponer que únicamente soliciten licencia como máximo 1/3 de las actuaciones, lo que conllevaría que anualmente se actuase en más de 21.000 viviendas.

Estimaciones sobre el estado de los acristalamientos del parque de viviendas existente

Para valorar el estado de los acristalamientos es fundamental conocer la fecha de construcción de los edificios de viviendas en la Comunidad de Madrid. Según el año de construcción el parque de viviendas en la Comunidad de Madrid se distribuía hasta el año 2001 de la siguiente manera:

PONENCIAS

Figura 2. Antigüedad del parque de viviendas en la Comunidad de Madrid



Fuente: @INE 2004. Censos de Población y Viviendas 2001. Resultados definitivos.

Como se observa, el 56% de las edificaciones es anterior a la Normativa Básica de la Edificación. Condiciones Térmicas de los Edificios – NBE-CT-79, que por primera vez limitaba el coeficiente de transmitancia térmica de la envolvente de todas las edificaciones construidas a partir de 1979.

Los edificios anteriores a esta normativa, en los que no se hayan renovado carpinterías, por lo general tendrán marcos de madera o aluminio sencillo con vidrios sencillos. Esto supone un coeficiente de transmitancia medio $U_H = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Los edificios construidos entre 1980 y 2006 (fecha de aprobación del Código Técnico de la Edificación) deberán tener como mínimo una transmitancia de huecos $U_H = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Estimaciones sobre los consumos energéticos asociados a las pérdidas a través de los vidrios existentes

La tabla siguiente recoge, en función de diversas tipologías de vivienda y características constructivas, el porcentaje de reducción de pérdidas que se producen a través de los huecos de las edificaciones si se adecuan las carpinterías a los límites exigidos en el Código Técnico de la Edificación.

Tabla 1. Porcentaje de reducción de pérdidas por huecos en la envolvente de la edificación (%)

PONENCIAS

Tipología	Construcción anterior a la NBE-CT-79	Construcción de protección Oficial anterior a la NBE-CT-79	Construcción posterior a la NBE-CT-79
Edificio entre medianeras en el Centro de Madrid	14,12	19,28	3,05
Edificio entre medianeras en la periferia de Madrid	17,28	24,02	9,20
Edificio en esquina en la periferia de Madrid	16,32	22,81	8,09
Edificio tipo torre en la periferia de Madrid	13,06	19,15	2,89

De este cuadro, podemos estimar el porcentaje de reducción de pérdidas que se produciría en el consumo de climatización debido a las pérdidas por la envolvente en función de la tipología y las calidades de construcción.

Estimación de tipos de vidrios existentes en edificios de viviendas de la Comunidad de Madrid

Existe una amplia variedad de tipos de acristalamientos, con características diversas, directamente relacionados con la época de construcción de las edificaciones. Mediante el análisis de los tipos de acristalamiento de las edificaciones existentes se puede realizar una estimación del ahorro energético y la reducción de emisiones contaminantes que supone su sustitución por vidrios que se adapten a la normativa actual.

Al **primer grupo**, según la clasificación de edificaciones establecida en el capítulo primero, pertenecen las edificaciones de los centros históricos, de la arquitectura popular y de las edificaciones anteriores a 1980 presentarán carpinterías constituidas por acristalamientos sencillos de 4 ó 6 mm (Si no han sufrido reforma alguna y preservan los materiales y características convencionales). Seleccionando los valores que aparecen en la tabla del Catálogo del Programa LIDER del CTE, su transmitancia térmica en posición vertical es de 5,70 W/m²K en ambos casos.

Dentro del **primer grupo**, se estima que los espesores de vidrio más comúnmente empleados fueran de 4 mm., por lo que las combinaciones quedarían de la siguiente forma: 4+6+4, 4+9+4, 4+12+4 y acristalamiento sencillo.

El **segundo grupo** de edificaciones son las posteriores a 1980, época en la que estaba en vigor la normativa básica de la edificación NBE-CT-79. Para el cumplimiento de las exigencias de esta nueva normativa se emplearon acristalamientos de mejores prestaciones térmicas.

PONENCIAS

A partir de esta estimación y con la transmitancia máxima de $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, se elaboran el siguiente cuadro comparativo de los distintos vidrios, respecto al ahorro energético. Según las conclusiones anteriores suponemos que los sustituimos por un vidrio de doble acristalamiento tipo 6.6.4 y obtenemos los siguientes datos:

Tabla 2. Datos comparativos de vidrios

Tipo de vivienda	Vidrio actual (mm)	$U_{\text{Huecos actual}}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$)	U_{lim} Vidrio med. exigido ($\text{W/m}^2\text{K}$)	U_{lim} Vidrio Plan Renove ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Ahorro en Pérdidas por vidrios y/o huecos (%)	Ahorro estimado en el consumo de climatización (%)
Viviendas peores de la periferia	5	5,0	2,9	2,2	66,00	25,00
Viviendas medias de la periferia. Anteriores al año 1979	5	5,0	2,9	2,2	66,00	25,00
Viviendas de Protección Oficial. Anteriores año 1979	6	5,0	2,9	2,2	66,00	25,00
Viviendas que cumplan la NBE-CT-79	4.6.4	3,5	2,9	2,2	30,00	18,00
Viviendas que cumplan el CTE-DB-HE1. A partir del año 2007	4.12.4	2,9*	2,9	2,2	-	-

De la tabla anterior podemos concluir que el ahorro es mayor en los edificios de viviendas construidos antes de 1979.

PONENCIAS

ESTIMACIÓN DEL RESULTADO GLOBAL DE LA OPERACIÓN EN CUANTO AL AHORRO ENERGÉTICO Y REDUCCIÓN DE EMISIONES

Estimaciones de ahorro energético según tipos de vidrios

Según la tabla siguiente, el ahorro energético es superior en la sustitución de los acristalamientos con mayor transmitancia, de manera que la sustitución de vidrios sencillos supone hasta un 40% más de ahorro de energía que si se sustituye un vidrio con acristalamiento doble y cámara de 12 mm.

Tabla 3. Ahorro energético según tipo de acristalamiento

Tipo de acristalamiento	% Ahorro energético
Acristalamiento sencillo	61,40
Acristalamiento doble 4+6+4	33,33
Acristalamiento doble 4+9+4	26,67
Acristalamiento doble 4+12+4	21,43

En cuanto al ahorro de emisiones de CO₂ a la atmósfera, a iguales características constructivas, son mayores en un edificio cuyo sistema de calefacción sea eléctrico y menores con gas natural o un sistema de energía renovable. Esto se debe a que el rendimiento en el proceso de producción de la electricidad es menor que en aquellos casos en los que la energía consumida es producida directamente en el lugar de consumo.

Los datos de emisiones de CO₂ ahorradas según el sistema de calefacción empleado y obtenidas de un estudio elaborado por la Universidad Politécnica de Cataluña², son:

Electricidad: 0,545 kg CO₂ / kWh

Gas natural: 0,201 kg CO₂ / kWh

Gasóleo C: 0,261 kg CO₂ / kWh

Estimaciones del consumo energético de fabricación de acristalamientos para la edificación

Según datos aportados por la empresa Saint Gobain, se consumen unos 95 kWh/m² para producir 20kg/m² correspondiente a un vidrio de 8 mm de espesor y teniendo en cuenta que el peso del vidrio es de 2500 kg/m³. Según estos datos, el consumo energético se puede estimar proporcionalmente a este dato, de tal forma que quedaría:

PONENCIAS

Tabla 4. Consumo energético en la fabricación de vidrios para la edificación

Esesor de los vidrios	Consumo energético
4+4	95 kWh/m ²
4+6	118,75 kWh/m ²
6+6	142,5 kWh/m ²

Estimaciones de reducción de emisiones de CO₂ producidas por el plan RENOVE de vidrios

Se contempla que la dotación anual de las ayudas globales y por m² sustituido son las siguientes:

Dotación anual: 4.000.000,00 €

Ayuda: 24,00 €/m² vidrio

$4.000.000,00 \text{ €} / 24,00 \text{ €/m}^2 =$

166.666,66 m² de vidrio sustituido.

Si se supone una media de 10,00 m² de vidrio por vivienda, se podría actuar sobre aproximadamente 17.000 viviendas

Si las ayudas a esas viviendas se distribuyen en un 60% a edificios anteriores al CTE 79 y un 40% a posteriores, podemos suponer que se reparten de la siguiente manera:

10.200 viviendas anteriores al CTE 97, con vidrios simples 5 mm

6.800 viviendas edificadas con el CTE 97, con vidrio doble 4.6.4

En cuanto a la reducción de emisiones de CO₂ por las actuaciones en vivienda, estimando un periodo mínimo de 10 años de uso de los nuevos vidrios, se podría estimar según el siguiente cuadro:

Tabla 5. Reducción de emisiones de CO₂ por las actuaciones en vivienda

	Emisiones anuales por vivienda ³ debidas a climatización (Tm CO ₂)	Reducción anual de emisiones por cambio de vidrios Plan RENOVE (%)	Reducción anual de emisiones por vivienda (Tm CO ₂)	Reducción de emisiones en 15 años (Tm CO ₂)	Emisiones por la fabricación del vidrio (Tm CO ₂)	Reducción total de emisiones por vivienda (Tm CO ₂)	Nº de viviendas	Reducción total de emisiones en 15 años ⁴ (Tm CO ₂)
Viviendas anteriores a NBE-CT-79	4,75	25 %	1,18	17,70	0,026	17,67	10.200	180.234

PONENCIAS

Viviendas posteriores a NBE-CT-79	3,00	18 %	0,54	8,10	0,026	8,07	6.800	54.876
Reducción total de emisiones en 15 años (Tm CO ₂) tras el aprovechamiento de la dotación anual RENOVE VIDRIOS								235.110

Este dato supondría una reducción anual de 0,043 % respecto a las emisiones de CO₂ producidas en la Comunidad Autónoma de Madrid. Si estimamos que aproximadamente el 25% de las emisiones pueden corresponder a la climatización de edificios, la reducción de emisiones en este sector difuso de la edificación, por la implantación del Plan RENOVE DE VIDRIOS en la Comunidad de Madrid, puede estimarse en cerca del 2%.

A esta estimación hay que añadir la reducción de emisiones de CO₂ por el reciclado de los vidrios desmontados y sustituidos realizada en el punto anterior.

Tabla 6. Reducción de emisiones de CO₂ por las actuaciones en vivienda y reducción de emisiones por el reciclado del vidrio eliminado en el PLAN RENOVE VIDRIOS

Reducción total de emisiones en 15 años en 17.000 viviendas, incluyendo las emisiones por fabricación del nuevo vidrio instalado (Tm CO ₂)	Reducción de emisiones por aprovechamiento del vidrio eliminado para fabricación de envases, aislamiento de fibra de vidrio, etc. (Tm CO ₂)	Reducción de emisiones en 15 años por aplicación de 1 año del Plan RENOVE VIDRIOS con aprovechamiento del vidrio eliminado (Tm CO ₂)	Reducción de emisiones en 15 años por aplicación de 4 años del Plan RENOVE VIDRIOS con aprovechamiento del vidrio eliminado (Tm CO ₂)
235.110	1.062	236.172	944.688

Tabla 7. Reducción de toneladas equivalentes de petróleo (teq) por las actuaciones en vivienda y reducción de emisiones por el reciclado del vidrio eliminado en el PLAN RENOVE VIDRIOS

Reducción total de toneladas equivalentes de petróleo ⁵ en 15 años en 17.000 viviendas, incluyéndolas emisiones por fabricación del nuevo vidrio instalado (teq)	Reducción de toneladas equivalentes de petróleo por aprovechamiento del vidrio eliminado para fabricación de envases, aislamiento de fibra de vidrio, etc. (teq)	Reducción de toneladas equivalentes de petróleo en 15 años por aplicación de 1 año del Plan RENOVE VIDRIOS con aprovechamiento del vidrio eliminado (teq)	Reducción de toneladas equivalentes de petróleo en 15 años por aplicación de 4 años del Plan RENOVE VIDRIOS con aprovechamiento del vidrio eliminado (teq)

PONENCIAS

63.403,20	343	63.746,20	253.955,80
-----------	-----	-----------	------------

CITAS

(1) Esta estimación se basa en los datos de los anuarios estadísticos 2003, 2004, 2005 y 2006 del Ministerio de Fomento.

(2) Documento disponible en www.upc.es/mediambient/documents/documents/petjadaEUPMdocument.pdf

(3) Se ha hecho una estimación según los datos de distintas fuentes (IDAE, Iberdrola), ya que no existe un estudio actualizado sobre las emisiones de CO₂ por vivienda.

(4) La Comunidad de Madrid, según los datos del MIMAM y la Fundación BBVA, produjo 35.693.877 Tm CO₂ (excluidas refinerías y centrales termoeléctricas) en 2002.

(5) Estimación de datos según los datos de 2004 del Banco Público de Indicadores Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- DE LUXÁN, Margarita et al. Estudio de las posibilidades de actuación con criterios de sostenibilidad en la rehabilitación privada de viviendas en Madrid. Aplicación para los barrios de Hortaleza, Jacinto Benavente y Sector 1 de Lavapiés. Encargo de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo. Madrid, 2004
- DE LUXÁN, Margarita et al. Estudio de las posibilidades de actuación con criterios de sostenibilidad en los barrios periféricos de Madrid: Ciudad de los Ángeles, San Cristóbal de los Ángeles, Barajas, Ciudad Pegaso y Nuestra Señora de Loreto. Encargo de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo. Madrid, 2006
- DE LUXÁN, Margarita et al. Estudio de criterios y procedimiento adecuado para la ejecución de programas de adecuación arquitectónica para la integración de medidas de sostenibilidad y accesibilidad en la rehabilitación de edificios de las áreas del Centro de Madrid. Encargo de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo. Madrid, 2006