

PONENCIAS

Metodología de Evaluación para el Programa de Ayudas a las Actuaciones de Rehabilitación para la Mejora de la Sostenibilidad y Eficiencia Energética de las Edificaciones

Margarita de Luxán García de Diego
mrgluxan@telefonica.net

Mar Barbero Barrera
mbarberob@yahoo.es

Raquel Díez Abarca
rasdiez@yahoo.com

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 (ETSAM). Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

1. ANTECEDENTES

El presente documento es un trabajo de investigación realizado, en el año 2008, por encargo de la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo del Ayuntamiento de Madrid (EMVS). En este estudio se ponen en práctica las conclusiones de los trabajos de investigación sobre Rehabilitación Sostenible de viviendas de los barrios en el Centro y en las Periferias de Madrid, realizados anteriormente por el mismo grupo de investigación (GIAU+S) para la EMVS.

2. OBJETO

El objeto del estudio es establecer una metodología sencilla que fije los criterios de evaluación para la concesión de subvenciones dentro del *Programa de Ayudas a las Actuaciones de Rehabilitación para la Mejora de la Sostenibilidad y Eficiencia Energética de las Edificaciones*. Pretende aportar datos y clarificar ideas en relación a los programas de rehabilitación energética de viviendas promovidos desde las administraciones públicas.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 Rehabilitación sostenible

El carácter sostenible de la rehabilitación, como opción en la política urbana y de alojamiento, ha sido teorizado frecuentemente y, en ocasiones, en contraposición con la obra nueva. Así, el catedrático Günther Moewes afirmaba que básicamente, sólo existen tres procesos que pueden conducir razonablemente a reducir las necesidades energéticas o la carga sobre el medio ambiente la rehabilitación de edificios existentes (Moewes, 1977):

PONENCIAS

- la sustitución de antiguos edificios ecológicamente despilfarradores por nuevas formas de bajo consumo
- y el cierre de intersticios entre edificios.

El *Programa de Ayudas de Sostenibilidad y Eficiencia Energética de las edificaciones para Madrid*, se dirige al primero de estos objetivos: **la rehabilitación de edificios existentes**, siendo además el más amplio cuantitativamente en la ciudad.

El componente principal del consumo energético en la edificación es el debido al uso cotidiano del edificio. En general, el despilfarro en un edificio se produce cuando se dan dos condiciones:

- Uso intensivo de instalaciones (calefacción y acondicionamiento de aire, alumbrado, etc.)
- Comportamiento extremadamente disipativo del edificio (por ejemplo, edificios sin aislamiento y/o sin inercia térmica)

Además las distintas condiciones climáticas específicas de la ciudad de Madrid, y la diversidad en la composición de las edificaciones destinadas a vivienda que se encuentran en ella, condicionan las posibilidades de mejora y las soluciones más adecuadas en cada caso.

3.2 Reducción del consumo energético

Como hemos comentado anteriormente dentro de los criterios medioambientales para la rehabilitación sostenible de las edificaciones, uno de los más importantes, es la **reducción del consumo energético durante la vida útil** del mismo.

Actualmente no hay datos específicos sobre los consumos de las viviendas en Madrid. Algunos datos sobre este tema han sido recogidos por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en estudios como la Guía Práctica de la Energía: consumo eficiente y responsable. Dichos datos, al ser valores medios para toda España, pueden llegar a ser contradictorios en algunas ocasiones debido a las diferencias climáticas de la península, y por tanto a las distintas necesidades para alcanzar el confort. Por ejemplo la estimación del consumo de energía por el uso de aire acondicionado (1%) no puede ser igual en Asturias que en Andalucía.

A partir de dichos datos se ha reelaborado la tabla 1, sobre el consumo energético de la vivienda media española por usos:

Tabla 1. Consumos de energía en la vivienda media española por usos

Climatización (calefacción + refrigeración)	49 %
Iluminación	8 %
Cocina	10 %
Electrodomésticos	12 %
Agua Caliente	20 %
Agua (Transporte)	1 %

De los datos anteriores se deduce que **el mayor ahorro energético derivará de la disminución del consumo en climatización (49%)**

PONENCIAS

Si aplicamos medidas de ahorro energético en una vivienda media española perteneciente a un grupo edificado en los años 80, es decir posterior a la puesta en vigor de la NBE-CT-79, podemos conseguir los siguientes valores ⁽¹⁾

Tabla 2. Posibles ahorros parciales respecto al consumo medio por vivienda

Consumo energético medio por vivienda		Posibles ahorros parciales		Valoración en el total
Climatización	49%	Aislamiento muros y cubierta	18 %	17,64 %
		Carpintería y vidrios	18 %	
		Total	36 %	
Iluminación	8%	Sistemas de bajo consumo	25 %	2,00 %
Cocina	10%		-	-
Electrodomésticos	12%	Eficiencia energética (etiqueta energética)	10 %	1,20 %
Agua caliente	20%	Placas solares	50 %	10,00 %
Agua (Transporte)	1%	Ahorro en consumo de griferías	20 %	0,20 %

Con estos resultados observamos que **es en el aislamiento de la envolvente del edificio donde es más eficaz aplicar las ayudas**, para conseguir el mayor ahorro energético y la mayor disminución de la contaminación derivada. Hay que destacar la importancia de las medidas pasivas, en relación con la mejora del aislamiento de fachadas, patios y vidrios, respecto a la posibilidad de mejorar la eficiencia en los sistemas activos. Otro dato muy importante, para **priorizar las ayudas a los sistemas de mejoras pasivas**, es la duración de la vida útil de la acción de mejora: mientras la de los elementos constructivos se aprecia en 50 años, la de los equipos oscila entre 10 y 20 años. **Las mejoras pasivas**, por tanto, también **son más eficaces en el tiempo**.

4. ÁMBITO DE APLICACIÓN

4.1 Normativas aplicadas y estado de conservación de los edificios

Una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta es la normativa térmica de obligado cumplimiento que ha ido existiendo en España. Las primeras medidas encaminadas a la consecución de un ahorro energético a través de una adecuada construcción de los edificios en España fueron adoptadas a través del Decreto 1490 del año 1975, haciendo frente así a los problemas derivados del encarecimiento de la energía tras las crisis del año 73. Pero no fue hasta **1979, con el Real Decreto 2429**, cuando se aprobó la **Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los Edificios**, con la que se confirmaron esas primeras medidas adoptadas.

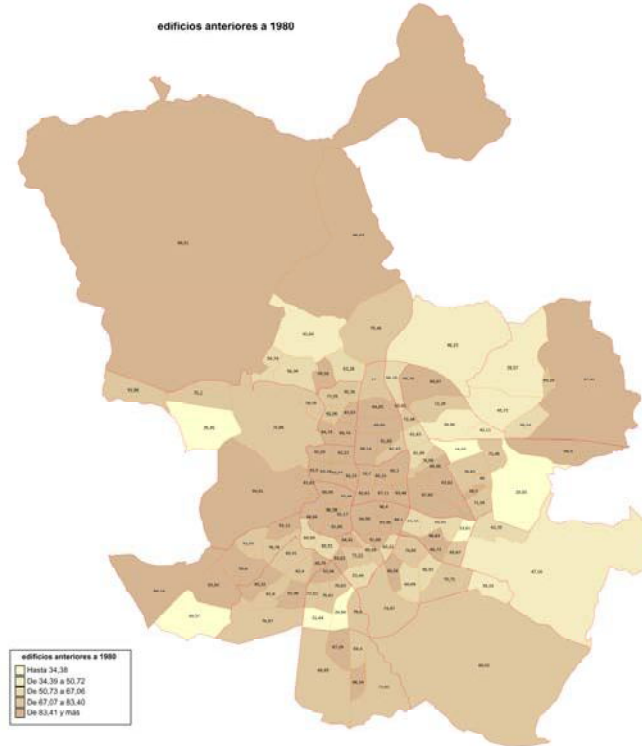
Por otro lado, entre los años 1975 y 1980 el sector de la construcción de viviendas entró en crisis. A consecuencia del fuerte encarecimiento de la producción la actividad se ralentizó y la demanda sufrió una importante caída. Por tanto la mayor parte de las viviendas construidas durante las dos décadas de desarrollismo (60 y 70), fueron construidas antes de 1975. Además, según el Centro Nacional de Energías Renovables **los cerramientos anteriores a 1980 no suelen tener ningún aislamiento**. Esto significa que **el 80% del parque de la ciudad de Madrid es potencialmente ineficiente en términos energéticos**.

PONENCIAS

Un análisis pormenorizado de los barrios que componen cada uno de los distritos madrileños resulta esclarecedor en este sentido: orientar las actuaciones de rehabilitación hacia aquellos barrios susceptibles de poseer el mayor porcentaje de edificios ineficientes resulta de una gran importancia.

La figura 1 recoge los datos del Censo de Población y Vivienda de 2001 (los últimos disponibles) y muestra, dentro de cada barrio, el porcentaje de edificios construidos antes de 1980 ⁽²⁾

Figura 1. Porcentaje de edificios construidos antes de 1980 por barrios

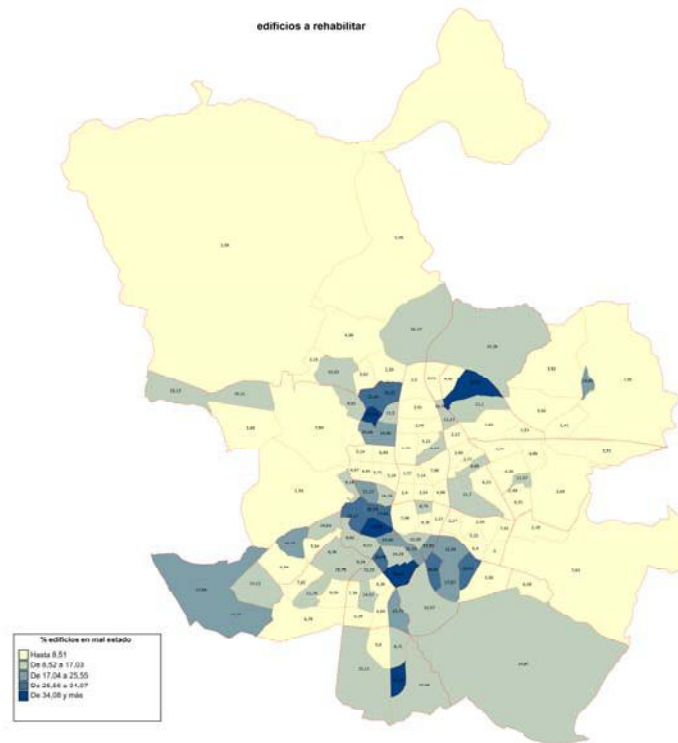


Otro factor importante a la hora de determinar las prioridades de actuación en Madrid, es conocer aquellos barrios en los que los edificios muestran unas mayores **necesidades de rehabilitación física**. Aprovechar la necesaria intervención para que esta rehabilitación se haga con criterios de sostenibilidad no sólo es aconsejable, sino que resulta importantísimo para la mejora global de la ciudad en este sentido. De esta manera, además, el sobrecoste de aplicar los criterios de sostenibilidad durante la rehabilitación sería mucho menor que si se realizara a posteriori.

La figura 2 nos muestra en cada barrio el porcentaje de edificios que necesitarían una rehabilitación para conseguir un buen estado de conservación ⁽³⁾

PONENCIAS

Figura 2. Porcentaje de edificios en mal estado de conservación por barrios.



La eficacia de las acciones aumenta si las actuaciones están encaminadas hacia los edificios que se encuentran en peor estado energético, ya que para una inversión económica prácticamente similar se obtienen reducciones de pérdidas energéticas mucho más significativas y, por tanto, hay una mayor reducción global del consumo de energía y de las emisiones.

4.2. La rehabilitación de edificios en función de su tipología y estado actual

En este apartado se muestra un estudio de diferentes tipologías edificatorias, en función de sus características constructivas y situación dentro de la trama urbana. Todas ellas corresponden a casos en Madrid, pero puede extrapolarse a muchas de las ciudades españolas

Se ha evaluado el comportamiento energético del edificio, en el estado actual, y los posibles ahorros pasivos tras las actuaciones de rehabilitación energética.

Tabla 3. Cuadro comparativo de transmitancias (en W/m^2K)

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Anterior a NBE-CT-79 Caso más desfavorable	Anterior a NBE-CT-79 Caso tipo	Anterior a NBE-CT-79 VPO	NBE-CT-79	CTE-DB-HE1 2007
Muros exteriores	2,8	1,9	1,4	1,2	0,66
Cubiertas	2,0	1,7	1,4 -1,85 ¹⁾	0,9	0,38
Suelos	2,3	1,8	1,4	0,8	0,49
Huecos	5,0	5,0	5,0	3,5	2,9 ²⁾

¹⁾ 1,4 para cubierta plana y 1,85 para cubierta inclinada

²⁾ Valor medio

PONENCIAS

La situación de cada edificio respecto al consumo energético es consecuencia, entre otros parámetros, de las diferentes tipologías constructivas y, como se ha dicho anteriormente, de las normativas vigentes durante su época de construcción. Por tanto, es muy importante tener en cuenta estas condiciones de partida, ya que en función de lo anterior el grado de eficacia de las actuaciones varía considerablemente:

Fotografía 1. Imágenes de edificios característicos de las zonas estudiadas



5. REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y REPERCUSIÓN ECONÓMICA

5.1 Reducción del consumo energético

Como hemos comentado anteriormente, y refiriéndonos al comportamiento térmico de la envolvente, no todas las viviendas parten de las mismas condiciones constructivas. Tras la comparación de los datos obtenidos en el estudio podemos afirmar que la eficacia de las acciones aumentará si las actuaciones están encaminadas hacia los edificios que se encuentran en peor estado energético.

Gran parte de estos edificios han sido construidos antes de la NBE-CT-79 y presentan unas condiciones bastante desfavorables en términos energéticos. Las actuaciones deberían ir encaminadas, en primer lugar, a mejorar las condiciones de estas construcciones.

En general, el elemento con mayor peso relativo en el ahorro energético es el muro y en algunos casos el ahorro, si se mejora energéticamente dicho elemento, puede llegar a superar el 70% del total posible. También se puede observar que, actuando únicamente en la envolvente del edificio, podemos conseguir entre un 35-70 % de reducción de pérdidas totales:

PONENCIAS

Tabla 4. Valoración de medidas pasivas - Mejora de la envolvente para cumplir el CTE-DB-HE 1

TIPO DE EDIFICIO DE VIVIENDA	AHORROS %
EDIFICIOS DEL CENTRO DE MADRID	
Anterior a NBE-CT-79	60,04
NBE-CT-79	36,92
Caso real	41,64
Caso más desfavorable anterior NBE-CT-79	69,00
Anterior a NBE-CT-79. Protección Oficial	56,85
EDIFICIOS DE LA PERIFERIA DE MADRID	
Entre medianeras	
Anterior a NBE-CT-79	61,14
NBE-CT-79	40,02
Caso más desfavorable anterior NBE-CT-79	69,34
Anterior NBE-CT-79. Protección Oficial	53,09
En esquina	
Anterior a NBE-CT-79	61,21
NBE-CT-79	40,16
Caso más desfavorable anterior NBE-CT-79	69,51
Anterior NBE-CT-79. Protección Oficial	53,03
Torre (7 plantas)	
Anterior a NBE-CT-79	59,70
NBE-CT-79	40,85
Caso más desfavorable anterior NBE-CT-79	69,41
Anterior NBE-CT-79. Protección Oficial	50,24

5.2 Repercusión económica

Para poder estudiar la repercusión económica de estas intervenciones y su “eficacia energética” vamos a realizar varios supuestos que se aproximen a casos reales de rehabilitación para este tipo de edificaciones.

De esta manera se pretende establecer una comparación para ver qué ocurriría en los distintos muros, suponiendo que los aislamos exteriormente con un sistema compuesto por: aislamiento EPS tipo IV + malla de fibra de vidrio + revoco + pintura. En la tabla 5 se puede apreciar la disminución de la transmitancia, y por tanto del consumo y la contaminación derivada, y el coste por m² para adecuar cada uno de estos muros al CTE-DB-HE1 ⁽⁵⁾

PONENCIAS

Tabla 5. Cuadro comparativo de muros

Tipo de vivienda	U_M Actual (W/m ² K)	U_{Mlim} Exigido (W/m ² K)	Espesor Aislam. (cm)	Coste del Sistema Aislam. (€/m ²)	Incremento coste (%)	Ahorro Pérdidas (%)
Viviendas peores de la periferia	2,80	0,66	5	76,20	3	76,43
Viviendas medias de la periferia. Anteriores al año 1979	1,90	0,66	4	75,10	1	66,66
Viviendas de Protección Oficial. Anteriores al año 1979	1,40*	0,66	3	74,00	0	52,90
Viviendas que cumplan la NBE-CT-79	1,20*	0,66	3	74,00	0	45,00
Viviendas que cumplan el CTE-DB-HE1. A partir del año 2007	0,66*	0,66	-	-	-	-

* Valor exigido por la normativa

De la tabla anterior podemos obtener la conclusión de que **es más eficaz, energéticamente hablando, actuar sobre la envolvente de los edificios que se encuentran en peores condiciones, con un incremento mínimo en el coste de la intervención.**

De la misma manera, si comparamos lo que ocurre con los distintos vidrios, suponiendo que los sustituimos por un vidrio de doble acristalamiento tipo 4.12.4, obtenemos los siguientes datos:

Tabla 6. Cuadro comparativo de huecos

TIPO DE VIVIENDA	Vidrio Actual (mm)	U_{Huecos} Actual (W/m ² K)	U_{lim} medio exigido (W/m ² K)	Vidrio Nuevo (mm)	Incremento coste (%)	Ahorro pérdidas (%)
Viviendas peores de la periferia	5	5,0	2,9	4.12.4	=	42,00
Viviendas medias de la periferia. Anteriores al año 1979	5	5,0	2,9	4.12.4	=	42,00
Viviendas de Protección Oficial. Anteriores al año 1979	6	5,0	2,9	4.12.4	=	42,00
Viviendas que cumplan la NBE-CT-79	4.6.4	3,5	2,9	4.12.4	=	17,20
Viviendas que cumplan el CTE-DB-HE1. A partir del año 2007	4.12.4	2,9*	2,9	4.12.4	=	-

PONENCIAS

* Valor exigido por la normativa

Comprobamos, según la tabla anterior, que **a igual inversión económica en la sustitución de vidrios, la eficacia de las acciones es mayor cuanto peor sea el vidrio.**

Como conclusión puede afirmarse que la eficacia de mejorar energéticamente los muros de los edificios que se encuentran en peores condiciones, tiene un efecto mucho mayor, respecto al ahorro energético, con costes idénticos o muy ligeramente superiores.

En todos los casos analizados **la inversión económica debido a la adecuación en el muro exterior es mayor que en los demás** elementos constructivos, entre otras causas por que la superficie de este elemento constructivo es mayor que la del resto de elementos que conforman la envolvente en los edificios analizados.

Por ejemplo, en un edificio en torre de periferias puede representar casi un 80 % de la inversión total:

Figura 3. Reducción de pérdidas por rehabilitación de la envolvente (W/K). Inversión económica

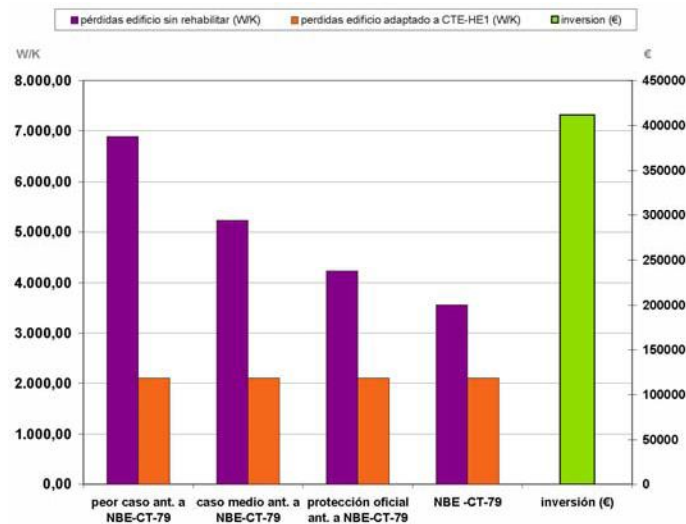
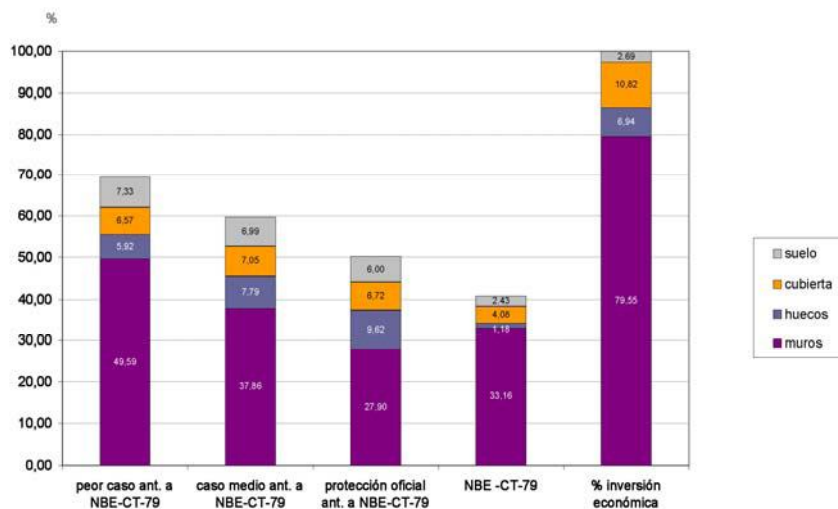


Figura 4. Peso relativo de cada elemento en la reducción de pérdidas. Inversión económica



PONENCIAS

6. ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

Actualmente el programa está aprobado y todos los datos referentes al mismo, así como la descarga de las herramientas necesarias para su aplicación están, a disposición de los interesados, en la página Web de la Empresa Municipal de la vivienda y Suelo de Madrid (EMVS) ⁽⁴⁾

6.1 La ficha de evaluación

La ficha de evaluación tiene formato de tabla Excel y se estructura en varios apartados: mejora de la envolvente, tipos de muros, tipos de suelos, tipos de cubierta, tipos de carpintería, espesores equivalentes de aislante, orientaciones según el CTE y resumen de la propuesta de actuación.

El primer apartado se refiere a actuaciones encaminadas a la mejora de la envolvente, concretamente a los cerramientos opacos (fachadas, cubiertas y suelos) y a huecos (carpintería-vidrio). La ficha evalúa tres escenarios posibles, de tal forma que se puede comprobar la eficacia de las actuaciones sobre cada elemento y se pueden comparar los distintos estados del mismo respecto al ahorro energético:

- Estado actual del edificio,
- Las actuaciones mínimas para cumplir las exigencias del Código Técnico de la Edificación
- Las actuaciones previstas por el técnico.

Se recomienda mejorar lo establecido por el CTE, pues con pequeñas diferencias económicas se mejoran considerablemente las condiciones globales del edificio.

Su uso es muy sencillo, ya que únicamente hay que introducir datos de superficies y transmitancias de los distintos elementos que componen el edificio y los cálculos se realizan automáticamente. En los apartados siguientes podremos encontrar numerosas tipologías constructivas de los distintos elementos, que se han obtenido de los estudios anteriormente mencionados, donde el valor de la transmitancia se obtiene directamente, sin cálculos previos.

6.2 Actuaciones subvencionables

Las actuaciones subvencionables se dividen en tres tipos:

a) **Medidas pasivas:** actuaciones en la envolvente térmica del edificio.

- Aislamiento de cubierta.
- Aislamiento de muros de fachadas (principales, patios y medianerías).
- Aislamiento de los huecos de fachada (carpinterías, vidrios y otros elementos de cierre).
- Aislamiento de suelos.

b) **Medidas activas,** actuaciones para la renovación, adecuación o implantación de instalaciones:

- Instalación de sistema solar para la producción de agua caliente sanitaria (ACS).
- Instalación de sistemas de iluminación en zonas comunes que incluyan detectores de presencia, control de luminosidad y zonificación adecuada de circuitos.
- Dotación de alumbrado de bajo consumo en viviendas.

PONENCIAS

- Sustitución de aparatos elevadores tradicionales por otros de bajo consumo energético.
- Instalación o sustitución de calderas individuales de producción de calefacción y ACS por calderas individuales de condensación.
- Instalación o sustitución de calderas centralizadas de producción de calefacción y ACS por calderas de alta eficiencia energética.
- Dotación de sistemas de ahorro de agua en viviendas; instalación de aireadores en griferías, reductores de presión y cisternas de doble descarga.
- Otras instalaciones o medidas complementarias que contribuyan a la consecución del objeto de esta convocatoria, que deberán ser aceptadas por el órgano instructor.

C) **Otras medidas:** mejora de la imagen urbana y mejora del aislamiento acústico

- Mejora de la imagen urbana: modificación de huecos, ritmos, tratamientos o materiales, sustitución de elementos de cierre, implantación de elementos fijos, eliminación de elementos inadecuados en fachada
- Mejora del aislamiento acústico: restauración de la carpintería existente, incluso sustitución del acristalamiento, sustitución de carpintería de balcones y/o ventanas, incluyendo en su caso la sustitución de persianas u otros elementos de cierre, instalación de doble carpintería.

Una vez elaborada la ficha de evaluación, la actuación en el aislamiento de la envolvente (medidas pasivas), se considera obligatoria cuando la relación entre el valor de la transmitancia de la envolvente térmica del edificio, aplicando las exigencias mínimas establecidas para sus componentes en el documento HE 1 del Código Técnico de la Edificación, y los valores de la transmitancia actual no alcance un porcentaje del 60%. Si aplicando el criterio establecido en el punto anterior la actuación en medidas pasivas se considerara obligatoria, la intervención mínima exigible sería aquella que alcanzara, como mínimo, un 5% de reducción de los valores de la transmitancia total de la envolvente térmica del edificio.

6.3 Seguimiento del programa

El programa de ayudas fue aprobado a través del *Decreto 3043, de 4 de septiembre de 2008, de la Delegada del Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda, por el que se aprueba la convocatoria de subvenciones con destino a actuaciones de rehabilitación para la mejora de la sostenibilidad y eficiencia energética de las edificaciones.*

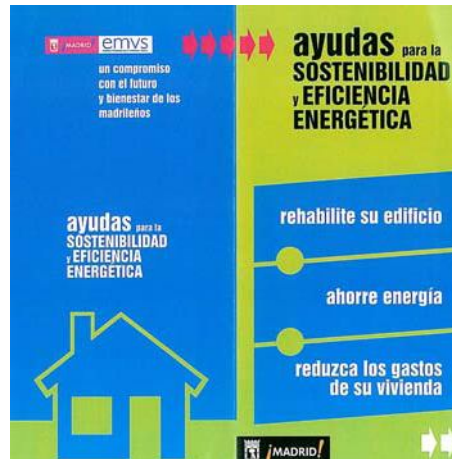
El plazo para la presentación de solicitudes finalizará el 31 de agosto de 2011.

Actualmente hay expedientes tramitados, correspondientes a 40 viviendas, y en fase de tramitación (200 viviendas)

La difusión del programa de ayudas se está realizando mediante la distribución de folletos informativos a los usuarios de las viviendas (buzoneo). Actualmente se ha repartido información a unos 20.000 edificios ubicados en el ámbito de aplicación. También se han realizado comunicaciones y jornadas informativas destinadas a administradores de fincas, la Federación Regional de Asociaciones de Vecinos de Madrid, asociaciones de empresas especializadas, empresas constructoras y comunidades de propietarios interesadas en obras derivadas de las ITEs.

PONENCIAS

Figura 5. Folleto divulgativo de las ayudas



7. CITAS

- (1) Tabla elaborada a partir de datos obtenidos de la Guía de la Eficiencia Energética para Administradores de Fincas, de Albert Cuchí y Gerardo WadeI
- (2) Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Estadística de la Comunidad Autónoma de Madrid
- (3) Datos referentes al estado de conservación de los edificios del Censo de Población y Vivienda de 2001, Instituto Nacional de Estadística.
- (4) Toda la información se puede descargar en la página Web de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid: <http://www.emvs.es/Webs/Rehabilitacion/sostenibilidad.html>
- (5) Los precios son los de mercado en enero de 2008

8. 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