

Proyecto: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 1-Informe 1.1 Análisis de soleamiento-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMATICA

Informe: Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta(Donostia)
Código: Fase 1-Informe 1.1 Análisis de soleamiento-Rev.1
30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Marta Sampedro**

Firma: **Fecha:** 20 de agosto de 2010

Revisado por: Jefe de proyecto **Francisco José Serna**

Firma **Fecha:** 20 de agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. OBJETO Y ALCANCE	5
1.3. METODOLOGÍA.....	5
1.4. CONCLUSIONES.....	5
2. ANÁLISIS DE SOLEAMIENTO	6
2.1. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO DE SAN SEBASTIÁN	6
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PLANEAMIENTO	9
2.3. ESTUDIO DE SOMBREAMIENTO Y RADIACIÓN.....	11
2.3.1. Edificio Paseo de los Olmos 5.....	15
2.3.2. Edificio Paseo de los Olmos 7.....	18
2.3.3. Edificio Paseo de los Olmos 26.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura ambiente y humedad relativa en la ciudad de San Sebastian, España	6
Figura 2. Radiación solar (directa y difusa) en San Sebastián, España	7
Figura 3. Plano de urbanización del barrio de Bidebieta	9
Figura 4. Vista de pájaro del barrio de Bidebieta	10
Figura 5. Imágenes del modelo realizado de los edificios estudiados y su entorno....	11
Figura 6. Barrido de sombras cada 30 minutos para el día 21 de diciembre programa Ecotect v5.60	12
Figura 7. Barrido de sombras cada 30 minutos para el día 21 de junio programa Ecotect v5.60	14
Figura 8. Paseo de los Olmos 5. Análisis de sombras realizado mediante programa Ecotect v5.60	15
Figura 9. Paseo de los olmos 5. Radiación directa total acumulada durante el periodo de invierno (del 1 noviembre al 28 de febrero) según programa Ecotect v5.60	16
Figura 10. Paseo de los olmos 5. Radiación directa total acumulada durante el periodo de verano (del 1 de junio al 30 de septiembre) según programa Ecotect v5.60	17
Figura 11. Paseo de los Olmos 7. Análisis de sombras realizado mediante programa Ecotect v5.60	18
Figura 12. Paseo de los olmos 7. Radiación directa total acumulada durante el periodo de invierno (del 1 noviembre al 28 de febrero) según programa Ecotect v5.60	19
Figura 13. Paseo de los olmos 7. Radiación directa total acumulada durante el periodo de verano (del 1 de junio al 30 de septiembre) según programa Ecotect v5.60	19
Figura 14. Paseo de los Olmos 26. Análisis de sombras de la fachada oeste realizado mediante programa Ecotect v5.60	20
Figura 15. Paseo de los Olmos 26. Análisis de sombras de la fachada este realizado mediante programa Ecotect v5.60	20
Figura 16. Paseo de los olmos 26. Radiación directa total acumulada durante el periodo de invierno (del 1 noviembre al 28 de febrero) según programa Ecotect v5.60	21
Figura 17. Paseo de los olmos 26. Radiación directa total acumulada durante el periodo de verano (del 1 de junio al 30 de septiembre) según programa Ecotect v5.60	21

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de las condiciones climatológicas que afectan a los edificios, es un factor clave para una evaluación energética de los mismos, y más incluso si tratamos aspectos de rehabilitación como el proyecto que nos concierne. Estos análisis, nos ayudarán a entender los resultados que se obtengan en la fase de evaluación y nos ayudarán a tomar decisiones sobre las medidas de mejora a adoptar.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar un análisis de las condiciones climáticas de los edificios afectados por el proyecto, torre nº 5, torre nº 7 y bloque adosado nº 26 del paseo de los Olmos del barrio de Bidebieta (Donostia). Este informe analiza las condiciones climáticas del barrio y de la zona y un informe exhaustivo sobre accesibilidad solar y sombras de los bloque mencionados anteriormente.

El presente informe se enmarca dentro de las tareas a desarrollar por CENER, de acuerdo con la oferta realizada para el departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de San Sebastián.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado un software especializado en accesibilidad solar. Ecotec versión 5.60.

1.4. CONCLUSIONES

Los edificios de las torres correspondientes a los nº 5 y 7 del Paseo de los Olmos, se comportan de un modo muy similar desde un punto de vista de accesibilidad solar, presentando ambos un diseño muy coherente desde un punto de vista de aprovechamiento energético de las condiciones climáticas de la zona, con grandes ventanales en las orientaciones favorables para la captación solar, con elementos de sombreado para evitar el sobrecalentamiento en periodos estivales.

Por otro lado el bloque correspondiente al portal 26 del Paseo de los Olmos, presenta una orientación menos favorable, y una accesibilidad solar mucho menor, de ahí un diseño con menos superficie acristalada.

Estos programas de simulación de accesibilidad solar, pueden ser muy útiles a la hora de diseñar tanto en proyectos de obra nueva como de rehabilitación, estrategias encaminadas a aprovechar las condiciones climáticas (sobre todo las relacionadas con la radiación solar) que los rodea.

2. ANÁLISIS DE SOLEAMIENTO

2.1. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO DE SAN SEBASTIÁN

En los siguientes puntos se analizan los parámetros que definen el clima en las cercanías de San Sebastián.

Temperatura y humedad

Los siguientes gráficos muestran la temperatura ambiente y la humedad relativa en la ciudad de San Sebastián.

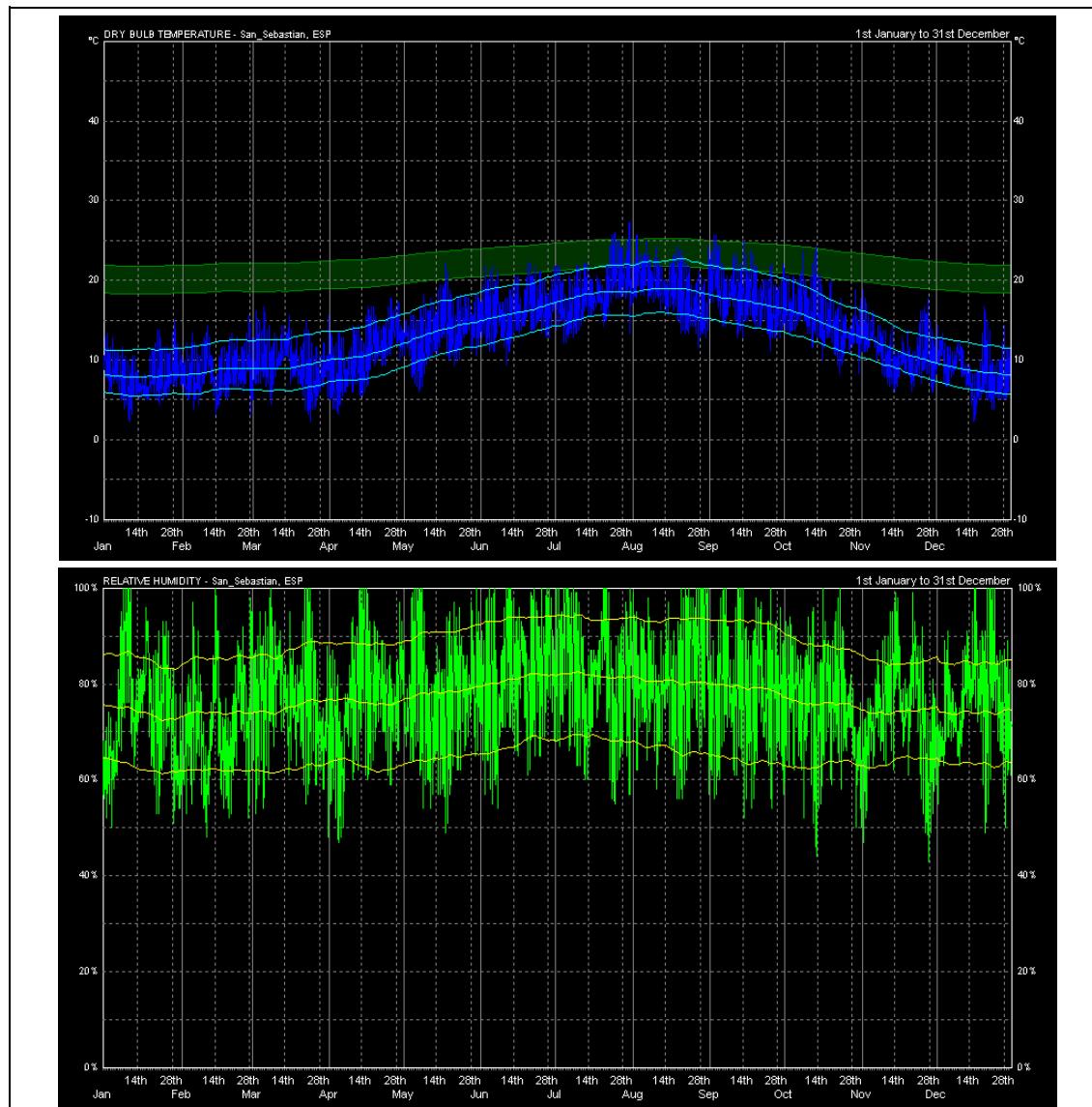


Figura 1. Temperatura ambiente y humedad relativa en la ciudad de San Sebastian, España

Fuente: Cener

El clima de San Sebastián se caracteriza principalmente por temperaturas moderadas y valores altos de humedad relativa, características propiciadas en gran medida por la proximidad al mar.

A fin de completar el estudio de temperatura y humedad relativa en el emplazamiento a estudio, en la figura 1 se muestra la evolución de temperatura de bulbo seco y humedad relativa a lo largo de días promedio para cada estación del año.

Radiación solar

Las coordenadas de San Sebastián son:

Latitud 43.5N
Longitud 2 W

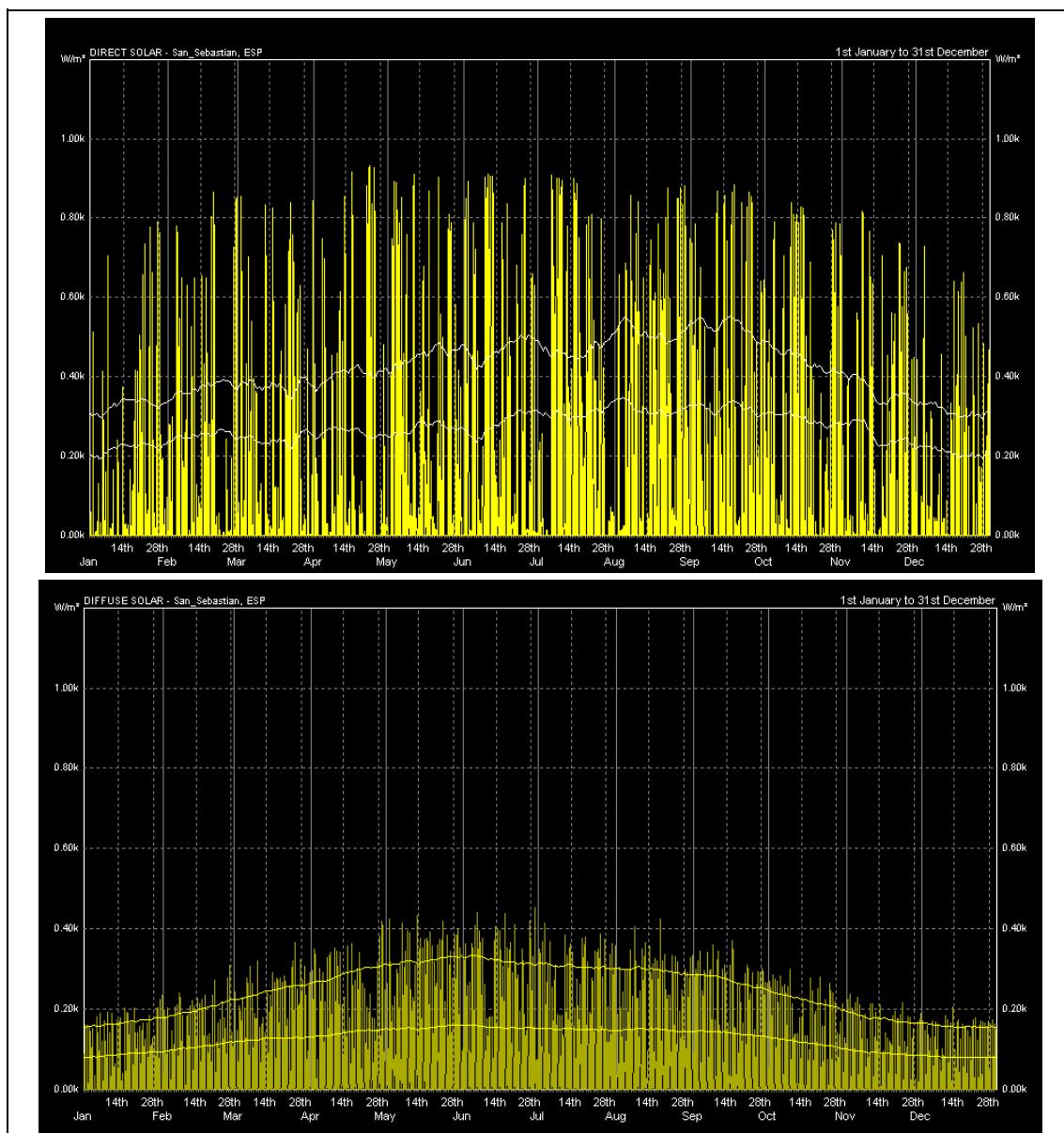


Figura 2. Radiación solar (directa y difusa) en San Sebastián, España

Fuente: Cener

Para dar una primera estimación de la radiación solar en San Sebastián, la Figura 2 muestra la radiación solar directa y la difusa en un plano horizontal.

Como puede apreciarse en las imágenes, la radiación solar es relativamente baja. La abundante nubosidad se refleja en los bajos valores promedio de radiación directa incidente. El CTE sitúa a San Sebastián en la zona de radiación solar más baja de España (zona I), con valores de Radiación Solar Global media diaria sobre superficie horizontal inferior a 3.8 kWh/m^2 . A modo de ejemplo, localidades como Sevilla, ubicada en la zona de radiación solar más alta (zona V) recibe una Radiación Solar Global media diaria superior a 5 kWh/m^2 .

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PLANEAMIENTO

El desarrollo de la urbanización del barrio de Bidebieta, situado al este del término municipal de San Sebastián, se produce en los años 70, durante la vigencia del Plan General de 1962. Aparece, durante esta época, la edificación en polígonos o edificios aislados de 16 plantas.

La urbanización de Bidebieta, próxima a la carretera N-1, se construyó en los terrenos pertenecientes a un palacete. Las viviendas que la componen se encontraban dotadas de mejor calidad y accesibilidad, que el resto de las construidas en dicha época en su entorno, ya que su ocupación se dirigía a la clase media-alta.

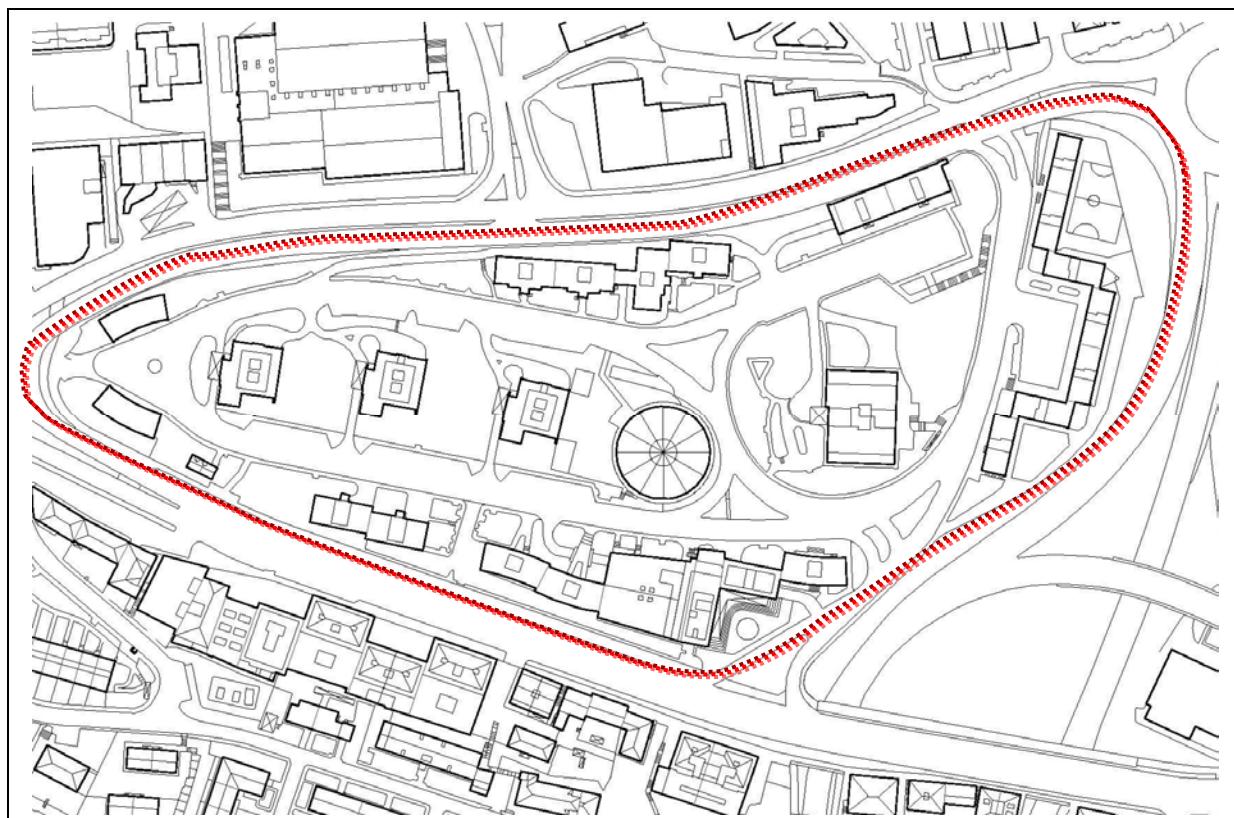


Figura 3. Plano de urbanización del barrio de Bidebieta

Fuente: www.gipuzkoa.net

El barrio de Bidebieta está compuesto de bloques de viviendas aislados (como es el caso de las tres torres ubicadas en el paseo de los olmos 5, 7 y 9) y bloques de viviendas agrupados formando diferentes formas geométricas (como por ejemplo los números 20,22,24,26,28,30 y 32 del paseo de los olmos que formarían una Ω girada). La configuración del barrio no sigue ningún patrón ni malla. La ubicación de los bloques resulta aleatoria dando respuesta a la configuración de los viales circundantes.



Figura 4. Vista de pájaro del barrio de Bidebieta

Fuente: www.gipuzkoa.net

2.3. ESTUDIO DE SOMBREAMIENTO Y RADIACIÓN

Se determina el estudio pormenorizado de tres de los bloques que conforman el barrio. Dos de ellos serán los edificios torre correspondientes al paseo de los olmos 5 (que es idéntico al número 3) y 7 situados en el centro de la urbanización. El tercero de los edificios objeto de estudio será el correspondiente al paseo de los olmos 26 situado en una posición intermedia dentro del conjunto de bloques que conforman la Ω que se mencionaba con anterioridad.

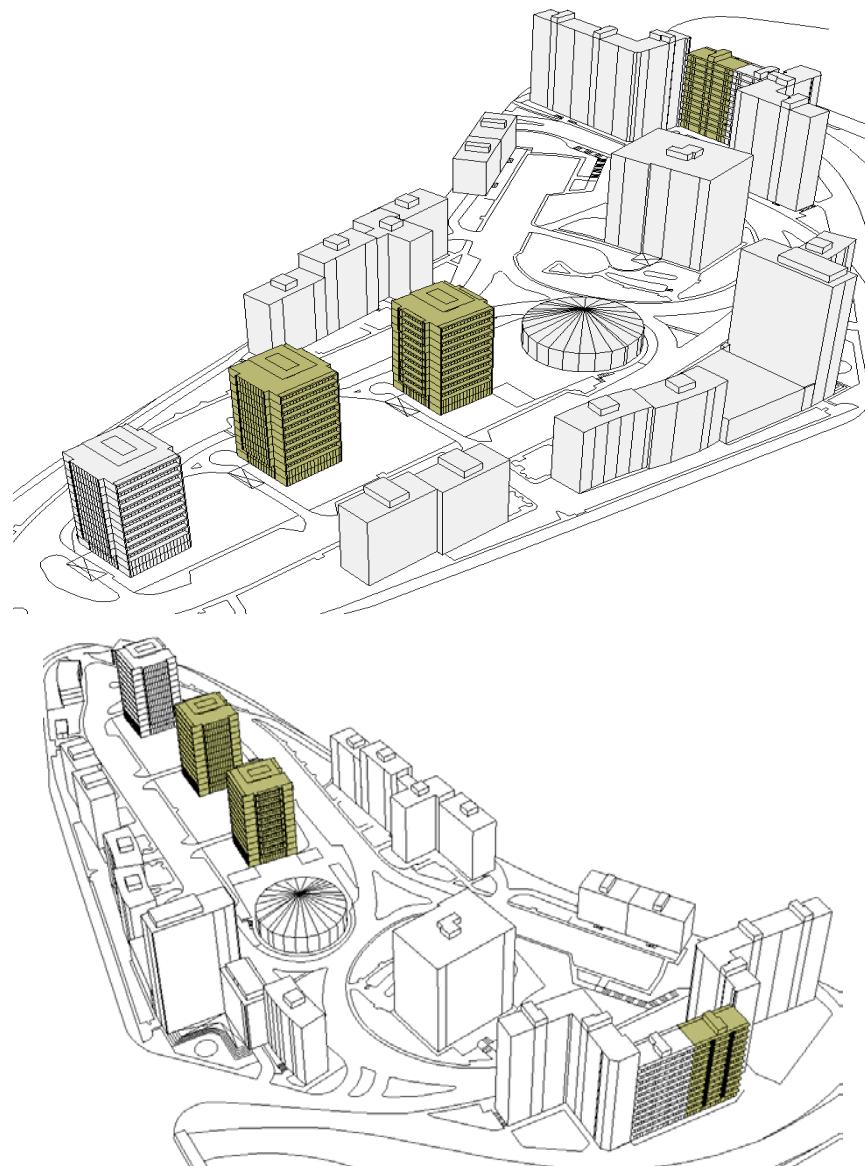


Figura 5. Imágenes del modelo realizado de los edificios estudiados y su entorno

Fuente: CENER

En la Figura 5 se muestran en color verde los edificios objeto de este estudio.

El análisis de soleamiento realizado comienza por el modelizado de los edificios de estudio y el entorno próximo a ellos que influirá en las simulaciones de radiación y estudios de soleamiento

a realizar.

Se ha modelado el conjunto del barrio de Bidebieta, tras determinar que el entorno más alejado no influye sobre la zona de estudio, tal y como se muestra en las imágenes de la Figura 5.

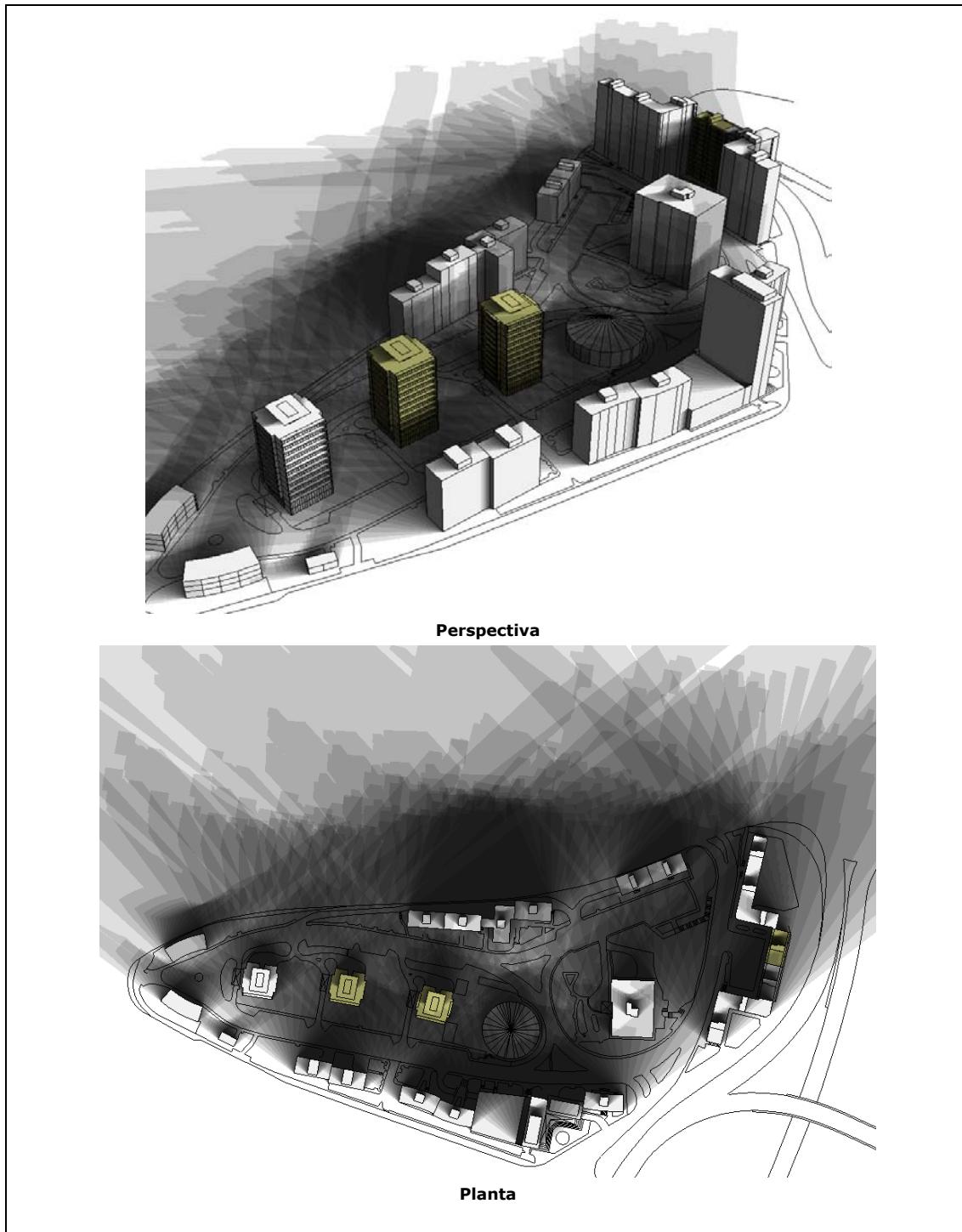


Figura 6. Barrido de sombras cada 30 minutos para el día 21 de diciembre programa Ecotect v5.60

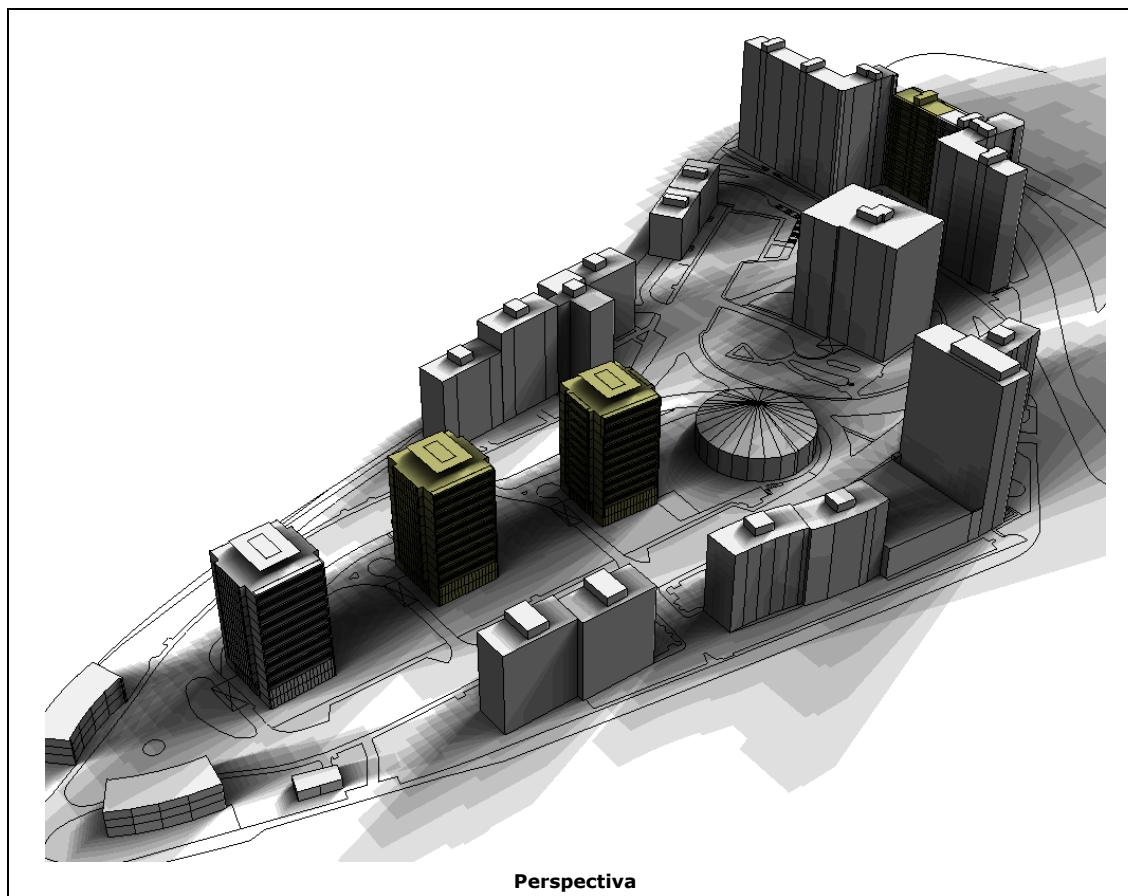
Fuente: CENER

Las imágenes de la Figura 6 y la Figura 7 muestran los resultados de realizar un *barrido de sombras* del barrio de Bidebieta para los días 21 de junio (solsticio de invierno) y 21 de diciembre (solsticio de verano). Se realizan para dicho días debido a que son los más extremos en cuanto a la posición solar se refiere.

Con el término *barrido de sombras* se hace referencia a aquellas imágenes que contienen la superposición de sombras provocadas por uno o varios objetos (en este caso edificios) a intervalos de tiempo regulares para un día del año. Las zonas que en dichas imágenes se observen más oscuras serán aquellas sobre las que se acumule más número de proyecciones de sombra y por tanto serán las zonas que reciban menos radiación durante el día de estudio.

Por lo tanto se determina que el 21 de diciembre (Figura 6) las zonas que reciben menos radiación en planta serán; la situada tras la iglesia, tras los edificios situados junto a la avenida pasajes San Pedro y finalmente el interior del edificio con forma de Ω donde se encuentra el bloque Paseo de los Olmos 26, objeto de estudio de este informe.

Si observamos la perspectiva correspondiente a dicho día también se puede determinar que los pisos inferiores de los bloques paseo de los olmos 5 y 7 se encuentran mucho más protegidos de la radiación que los pisos elevados.



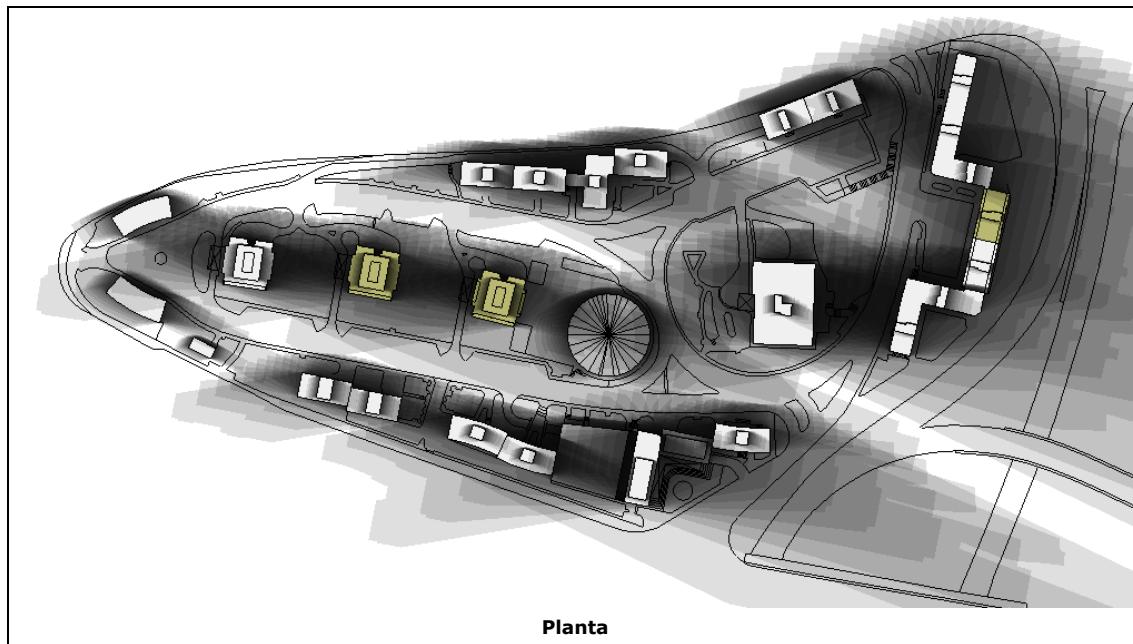


Figura 7. Barrido de sombras cada 30 minutos para el día 21 de junio programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

Para el día 21 de junio (Figura 7) se observa que el perímetro de afección de las sombras es menos amplio, situándose las zonas más oscuras más cercanas a los edificios que las provocan. Esto es debido a que la posición solar es más elevada provocando menos sombra en planta al ser su incidencia sobre esta más cercana a la perpendicular (sobre todo a medio día). La zona interior del edificio Ω es menos oscura que en el solsticio de invierno, sin embargo si observamos el barrido de sombras en perspectiva del bloque objeto podemos determinar que tampoco recibirá gran cantidad de radiación en este día del año.

La perspectiva muestra además como las torres correspondientes a los bloques Paseo de los Olmos 5 y 7 muestran unas fachadas muy oscuras. Esto es debido a que los bloques de estudio se han modelado con más detalle que el resto de la urbanización, incluyendo en dicho modelado retranqueos, balconadas,... Dichos elementos también provocan sombras y su efecto se estudiará más detenidamente en el apartado correspondiente a cada edificio objeto.

2.3.1. Edificio Paseo de los Olmos 5

Si se estudia detenidamente el bloque de viviendas situado en paseo de los Olmos 5, se observa que dicho edificio resulta similar al situado en el número 3 tanto en su constitución geométrica como en sus características de exposición solar (prácticamente iguales) por lo cual sus resultados podrían considerarse extrapolables.

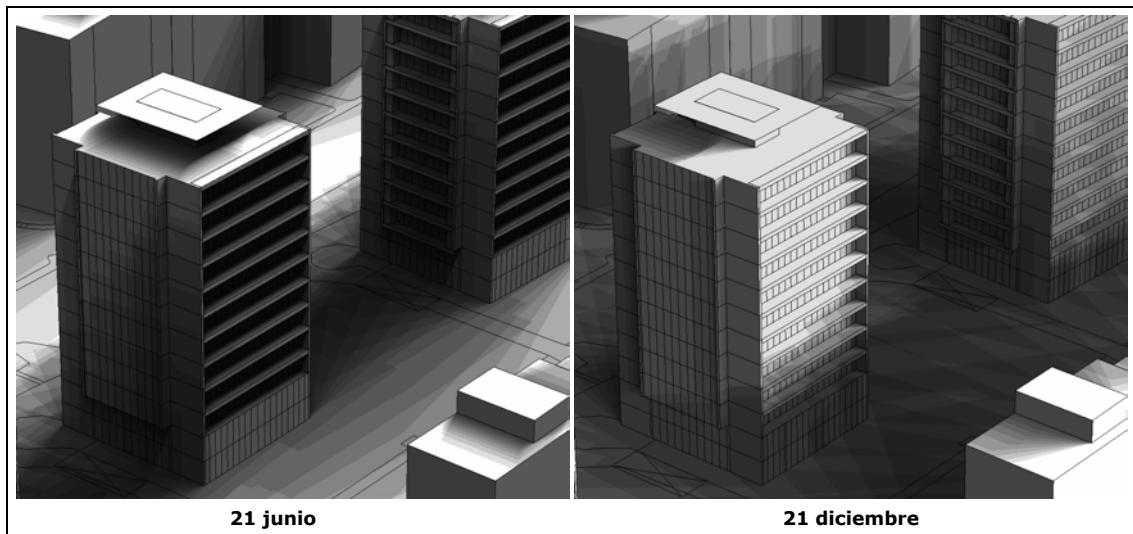


Figura 8. Paseo de los Olmos 5. Análisis de sombras realizado mediante programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

Se realiza una aproximación al edificio donde se pueda observar mejor las zonas más afectadas por las sombras como se muestra en la Figura 8. Observamos que en Junio el propio voladizo de las terrazas situadas al sur nos protegen de la radiación solar evitando el recalentamiento de las zonas de las viviendas orientadas a sur durante el verano. Sin embargo, dicha configuración volumétrica a sur en invierno nos permite, como muestra la figura del 21 de diciembre el aprovechamiento de la radiación solar en el interior de la vivienda, ya que dicha radiación llega a las carpinterías atravesándolas. Las plantas bajas, de dicha fachada sur, no recibirán apenas radiación en invierno, mientras que en verano, al no encontrarse protegidas por voladizo alguno sufrirán los efectos de la radiación.

Sobre la fachada oeste, similar a la este, no pueden sacarse grandes conclusiones. Al no poseer elementos de protección estarán expuestas tanto en invierno como en verano. Aunque las imágenes muestran más oscura la fachada en verano cabe recordar que la radiación solar incidente en dicha época del año es mayor, por lo tanto el hecho de que se encuentre durante más momentos en sombra no implica que el valor de la radiación total incidente sobre ella sea menor.

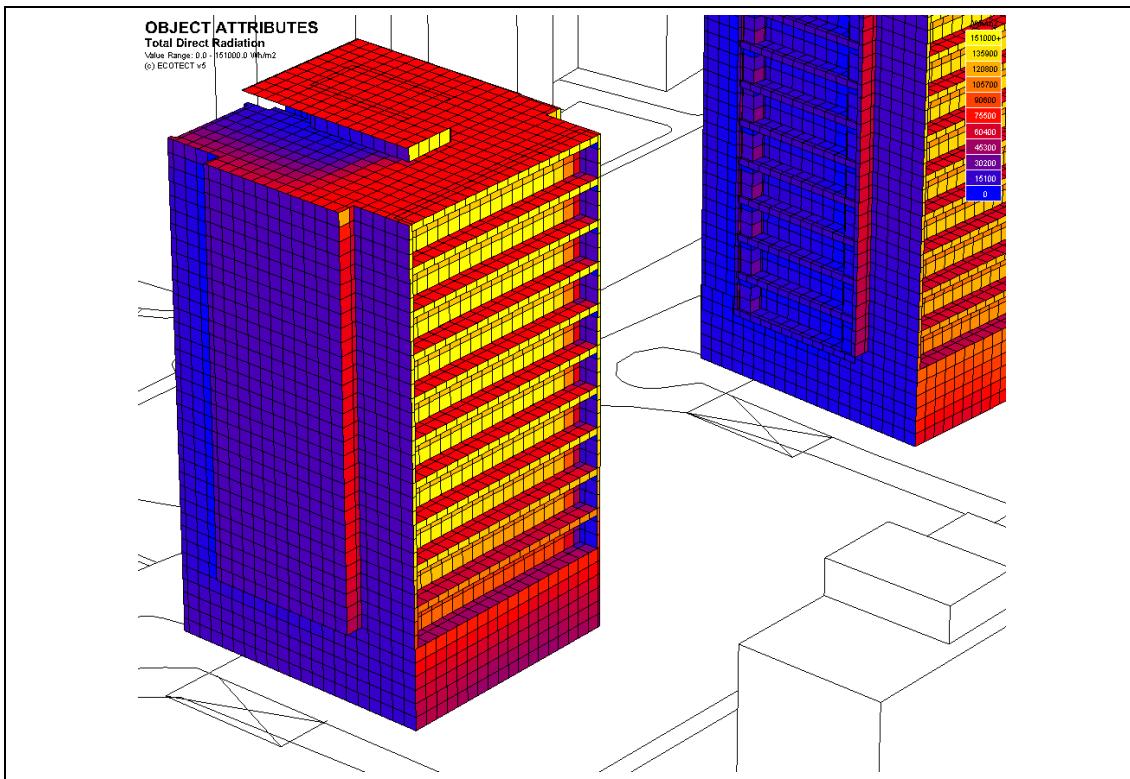


Figura 9. Paseo de los olmos 5. Radiación directa total acumulada durante el periodo de invierno (del 1 noviembre al 28 de febrero) según programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

Se realiza a continuación un análisis de radiación que permite confirmar y determinar con mayor precisión los resultados obtenidos del análisis de sombreado. La Figura 9 y la Figura 10 muestran los valores de radiación solar directa acumulada durante los periodos que se indican en los títulos de las figuras. Estos son los resultados obtenidos de la simulación en los cuales no hay que perder de vista la escala de radiación a la hora de compararlos (valores más bajos en invierno que en verano).

Las imágenes confirman el óptimo diseño de las terrazas en voladizo de la fachada sur, permitiendo la radiación en invierno y protegiendo la fachada en verano. También confirman la homogeneidad de las fachadas este y oeste cuyos valores de radiación varían ligeramente al descender en altura durante los meses de verano.

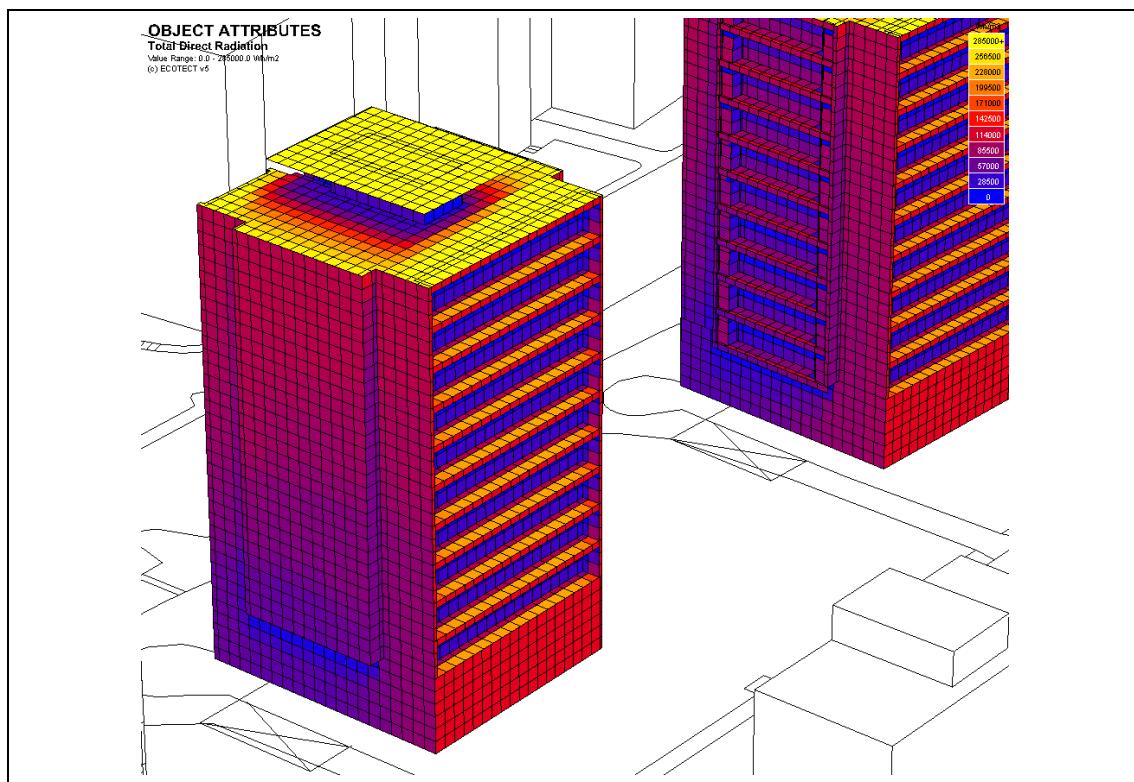


Figura 10. Paseo de los olmos 5. Radiación directa total acumulada durante el periodo de verano (del 1 de junio al 30 de septiembre) según programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

2.3.2. Edificio Paseo de los Olmos 7

El bloque situado en Paseo de los Olmos 7, aunque muy similar al situado en el número 5 discrepa de éste en la configuración de sus fachadas este y oeste, las cuales en vez de estar formadas por un muro cortina como sucedía en los bloques 3 y 5 posee balcones como en las fachadas orientadas a sur.

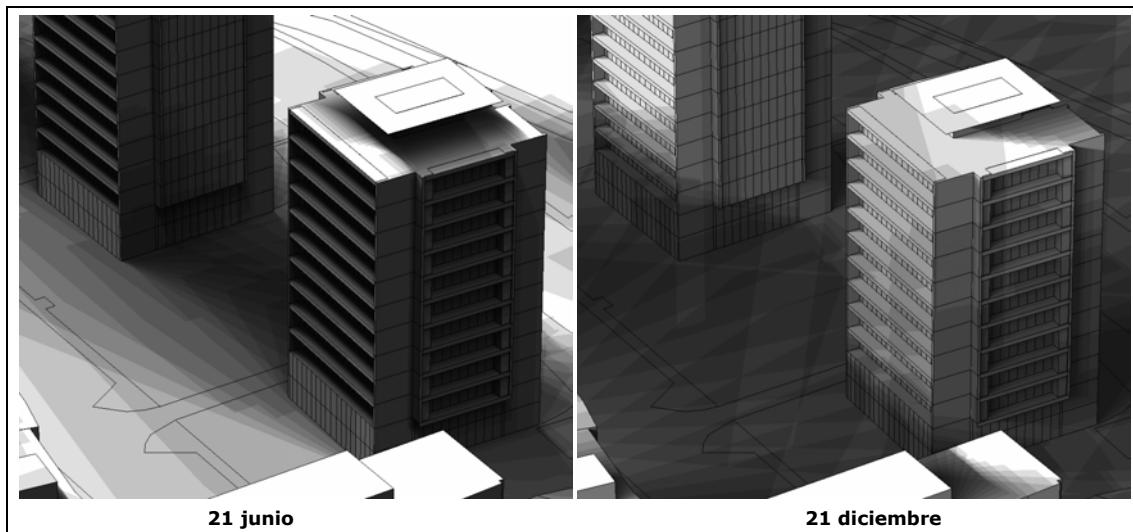


Figura 11. Paseo de los Olmos 7. Análisis de sombras realizado mediante programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

Dado que a sur posee la misma configuración que el bloque 5 se obtienen los mismos resultados que se explicaban en el apartado anterior. Respecto a las fachadas este y oeste, en las imágenes de la Figura 11 se observa que en verano se encuentra más protegida de los efectos de la radiación que aquellas de los bloques 3 y 5 mientras que en invierno se encuentren más sombreadas.

A continuación se muestran en las Figura 12 y Figura 13 como dicho efecto no es tan claro al comparar los cálculos de radiación realizados. En dichas figuras se observa simultáneamente la fachada este del bloque 5 y el boque 7, el primero compuesto por muro cortina y el segundo por balcones. Como se puede observar en dichos resultados la diferencia de radiación entre uno y otro varía ligeramente. El efecto de dichos balcones no se corresponde con el obtenido al efecto de dichos balcones a sur, esto es debido a que la posición solar cuando radiación incide sobre las fachadas este y oeste es mucho más baja que posee cuando se encuentra a sur y por lo tanto las protecciones solares horizontales para fachadas este y oeste no resulta tan eficientes.

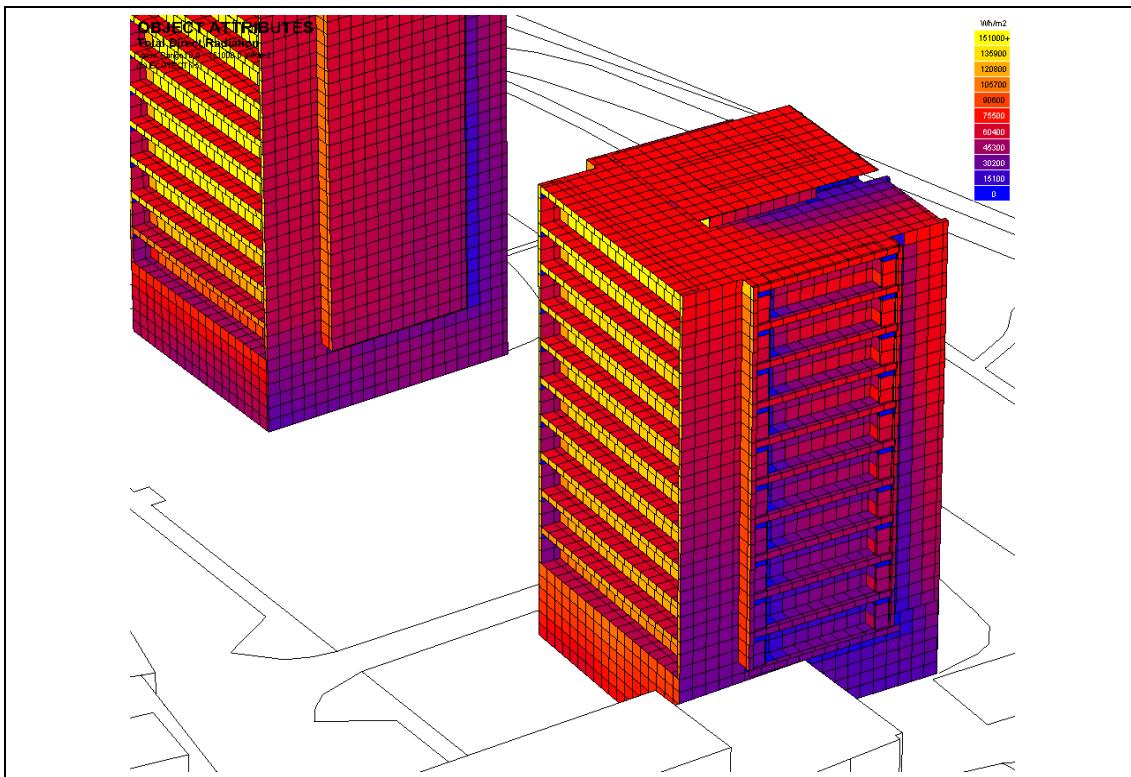


Figura 12. Paseo de los olmos 7. Radiación directa total acumulada durante el periodo de invierno (del 1 noviembre al 28 de febrero) según programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

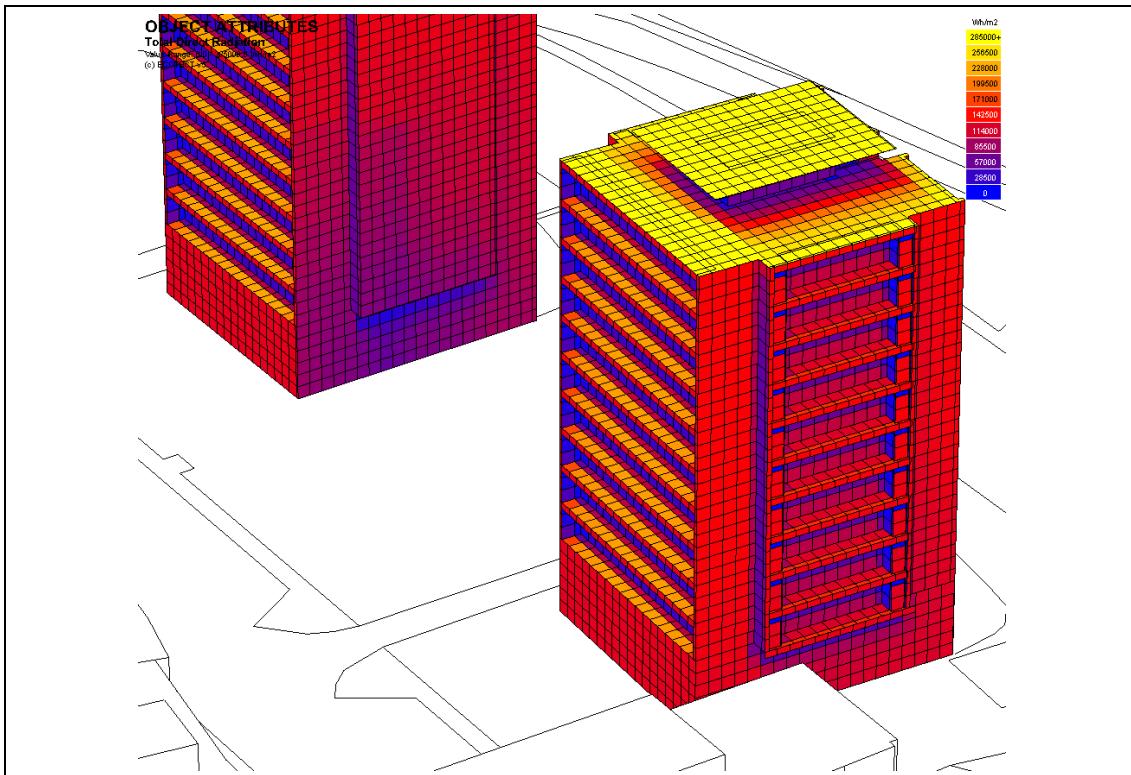


Figura 13. Paseo de los olmos 7. Radiación directa total acumulada durante el periodo de verano (del 1 de junio al 30 de septiembre) según programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

2.3.3. Edificio Paseo de los Olmos 26

Para el estudio del edificio Paseo de los Olmos 26 se realiza de forma individualizada para la fachada este y la oeste. A diferencia de lo que sucedía en los anteriores bloques cuya configuración era prácticamente simétrica este bloque posee diferentes características debido a la configuración de los bloques a los cuales se encuentra unido (forma de Ω) y a que se encuentra un poco más desviado (13°) de la perfecta orientación este-oeste.

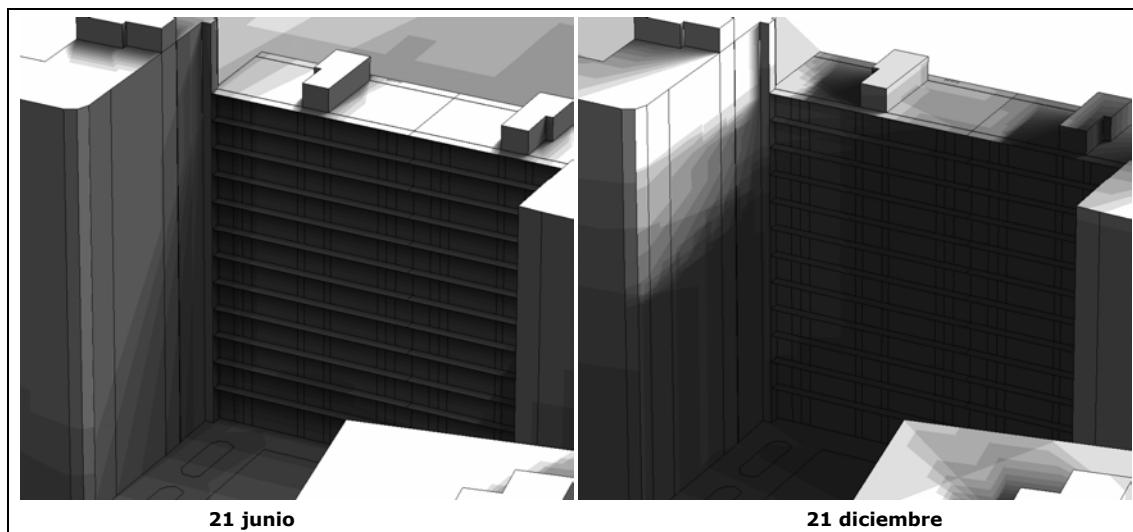


Figura 14. Paseo de los Olmos 26. Análisis de sombras de la fachada oeste realizado mediante programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

Como ya se observaba en los barridos del conjunto la fachada oeste del edificio se encuentra en sombra prácticamente durante todo el año. En verano se intuye que recibe algo más de radiación que en invierno ya que al menos pueden distinguirse las líneas de los forjados.

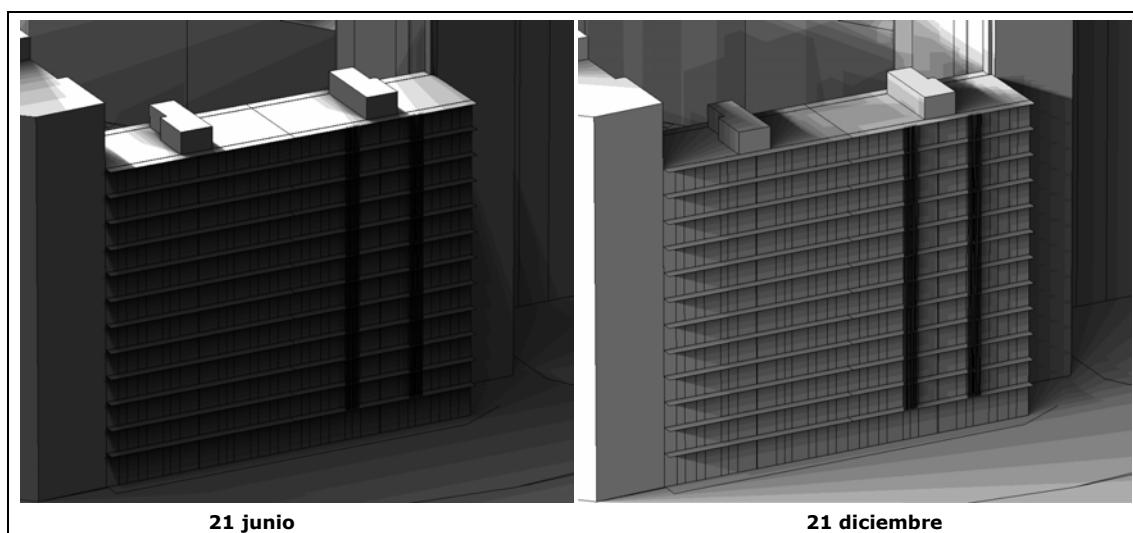


Figura 15. Paseo de los Olmos 26. Análisis de sombras de la fachada este realizado mediante programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

La fachada oeste que se muestra en las imágenes de la Figura 15 en diciembre parece estar más expuesta que en verano pero se analizarán los resultados de radiación antes de llegar a ninguna conclusión.

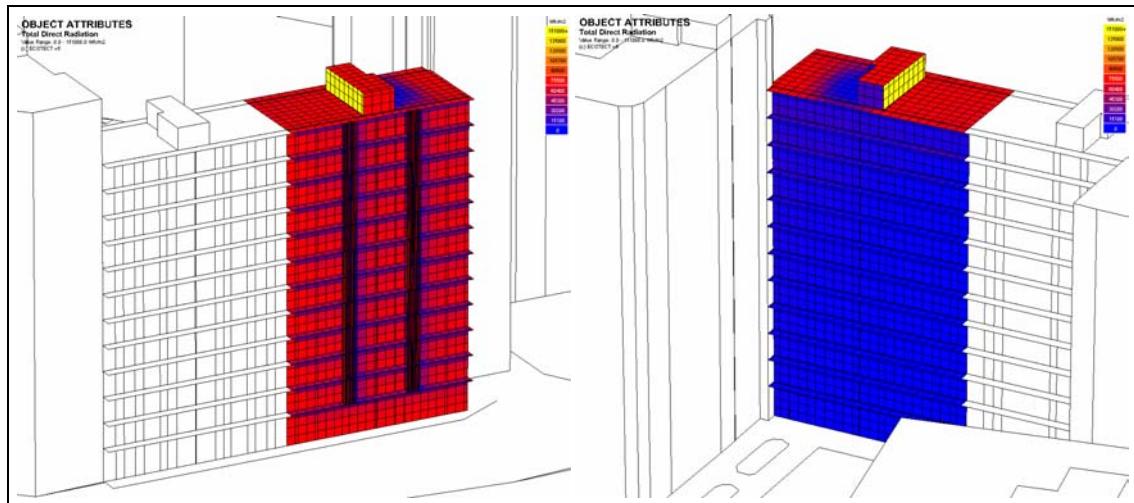


Figura 16. Paseo de los olmos 26. Radiación directa total acumulada durante el periodo de invierno (del 1 noviembre al 28 de febrero) según programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

Los resultados del análisis de radiación realizado se muestran en la Figura 16 y Figura 17, los cuales nos confirman que la fachada oeste no recibe radiación en invierno y en verano recibe pequeña cantidad (los colores predominantes van del rojo al azul y si nos fijamos en la escala, estos reflejan los valores más bajos).

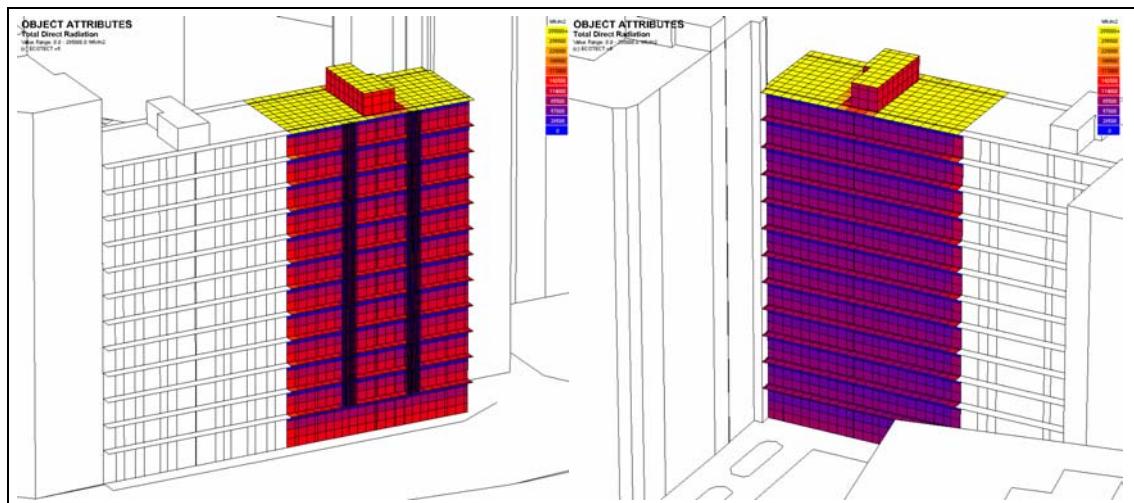


Figura 17. Paseo de los olmos 26. Radiación directa total acumulada durante el periodo de verano (del 1 de junio al 30 de septiembre) según programa Ecotect v5.60

Fuente: CENER

La fachada este, como mostraba el análisis de sombreadamiento no muestra grandes diferencias de exposición en invierno y en verano, sin olvidar como se comentaba con anterioridad en este mismo informe que los colores de los gráficos no implican valores iguales de radiación, sino porcentajes iguales de exposición, para determinar los valores habrá que observar la escala.

Proyecto: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 1-Informe 1.2 Análisis del sistema de
climatización y propuestas de mejora-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe:	Fase 1-Informe 1.2 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-Rev.1	
Código:	30.1245.0	
Cliente:	Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian	
Persona de contacto:	Victoria Iglesias	
Domicilio Social:	Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012) San Sebastian	
Fecha de envío:	20 de agosto de 2010	
<hr/>		
Realizado por:	Técnico	Francisco Serna Fernando Palacín
<hr/>		
Firma:	Fecha: 20 de agosto de 2010	
<hr/>		
Revisado por:	Jefe de proyecto	Francisco Serna
<hr/>		
Firma	Fecha: 20 de agosto de 2010	
<hr/>		
Aprobado por:	Director de Departamento	Florencio Manteca
<hr/>		
Firma	Fecha: 20 de agosto de 2010	
<hr/>		

ÍNDICE	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
1. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN.....	7
1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	7
1.2. ESTADO Y RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	11
1.3. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN. TARIFICACIÓN	11
1.4. BARRERAS ENCONTRADAS	12
1.5. PROPUESTAS DE SOLUCIONES	12
1.5.1. Propuesta 1 :	13
1.5.2. Propuesta 2 :	13
2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	15
2.1.1. Desagregación de los consumos.....	15
2.1.2. Renovación del sistema de tarificación	15
3. MONITORIZACION	19
4. CONCLUSIONES.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equipos de generador de calor del sistema de distrito.....	8
Figura 2. Equipos hidráulicos de la central de generación de calor	8
Figura 3. Sistema de distribución de circuitos principales	9
Figura 4. Convector	10

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. INTRODUCCIÓN

Dentro del proceso de una auditoría energética enfocada a una rehabilitación integral de una actuación urbanística, el análisis de los sistemas de climatización del edificio, es una parte fundamental de la misma, como punto de partida para establecer la eficiencia energética del edificio y poder evaluar soluciones encaminadas a su mejora.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar un análisis de las condiciones actuales de los sistema de climatización que afectan a los edificios del el proyecto, torre nº 5, torre nº 7 y bloque adosado nº 26 del paseo de los Olmos del barrio de Bidebieta (Donostia). Este informe analiza el estado de conservación del mismo, los sistemas de regulación, las condiciones de suministro y las condiciones de tarificación.

El presente informe se enmarca dentro de las tareas a desarrollar por CENER, de acuerdo con la oferta realizada para el departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de San Sebastián.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se han visitado las instalaciones y se ha comprobado y verificado documentación aportada tanto por los vecinos como por los propietarios de la instalación analizando la situación actual del mismo.

1.4. CONCLUSIONES

El barrio de Bidebieta presenta un sistema de calefacción de distrito. Este sistema satisface la demanda de calefacción de cada una de las 500 viviendas que pertenecen a la antigua urbanización. Dicha instalación general de calefacción y ACS, tiene la particularidad de que hasta el límite de las fincas urbanas (Sala de calderas y circuitos de distribución generales), es propiedad de una empresa privada, que la explota y la mantiene, suministrando a los vecinos la energía necesaria para mantener ciertas condiciones de confort y servicio.

Esta empresa, que funciona como una ESE, factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una formula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, el precio de los materiales industriales, y unos factores correctores que incluyen un índice de actualización en función del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa. Cabe destacar que en esta fórmula no se ve afectada por ningún factor dependiente del consumo energético de las viviendas o bloques, por lo que se paga independientemente de lo que se consuma, lo que genera descontento por parte de la inmensa mayoría de los usuarios.

La conclusión principal de este estudio, es que **es imprescindible la individualización de consumos** (y esta individualización de consumos debe realizarse en todos los portales de las viviendas de Bidebieta), junto con una **modificación en el sistema de facturación de la calefacción**. Esta actuación incidirá positivamente en la situación actual de la urbanización

2. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El barrio de Bidebieta presenta un sistema de calefacción de distrito. Este sistema satisface la demanda de calefacción de cada una de las 500 viviendas que pertenecen a la antigua urbanización. Se trata de un sistema "todo agua", tanto en el lazo primario como en el secundario.

El sistema de calefacción de distrito o district heating, se compone fundamentalmente de tres subsistemas:

- Sistema generador
- Sistema de distribución
- Sistema de unidades terminales o emisores

El sistema generador consiste en un conjunto de generadores de calor compuesto por tres calderas marca Viessmann modelo Paromat Triplex. Dichas calderas corresponden a la tipología de calderas denominadas "de baja temperatura". Dos de estas calderas tienen una potencia nominal de 1.750 kW y son empleadas para satisfacer la demanda de calefacción a los edificios pertenecientes a dicho sistema de distrito. La tercera caldera, de potencia 750 kW, es requerida para suprir la demanda de agua caliente sanitaria de los edificios. Las tres calderas están equipadas con sendos quemadores de la marca Weishaupt, modelo Monarch. El combustible empleado para la generación del calor solicitado por la instalación en cada momento por los quemadores es gas natural.

El sistema generador se encuentra ubicado en la central térmica, juntamente con los equipos de bombeo y elementos hidráulicos y de regulación y control del sistema de distribución. Citar que la regulación de la temperatura de impulsión del sistema de calefacción varía en función de la temperatura exterior, aumentando la eficiencia global del sistema.



Figura 1. Equipos de generador de calor del sistema de distrito
Fuente: CENER



Figura 2. Equipos hidráulicos de la central de generación de calor
Fuente: CENER

La producción de agua caliente sanitaria es instantánea, por lo que no existen sistemas de acumulación, minimizándose de esta manera el riesgo de problemas higiénico-sanitarios producidos por la legionela.

El sistema de distribución de calor al distrito se realiza por circuitos hidráulicos, utilizando como fluido caloportador agua. Los circuitos principales se distribuyen enterrados y se encuentran en buen estado, puesto que fueron sustituidos en el año 2008. La configuración de los circuitos principales a través de los edificios discurre según muestra la Figura 3.

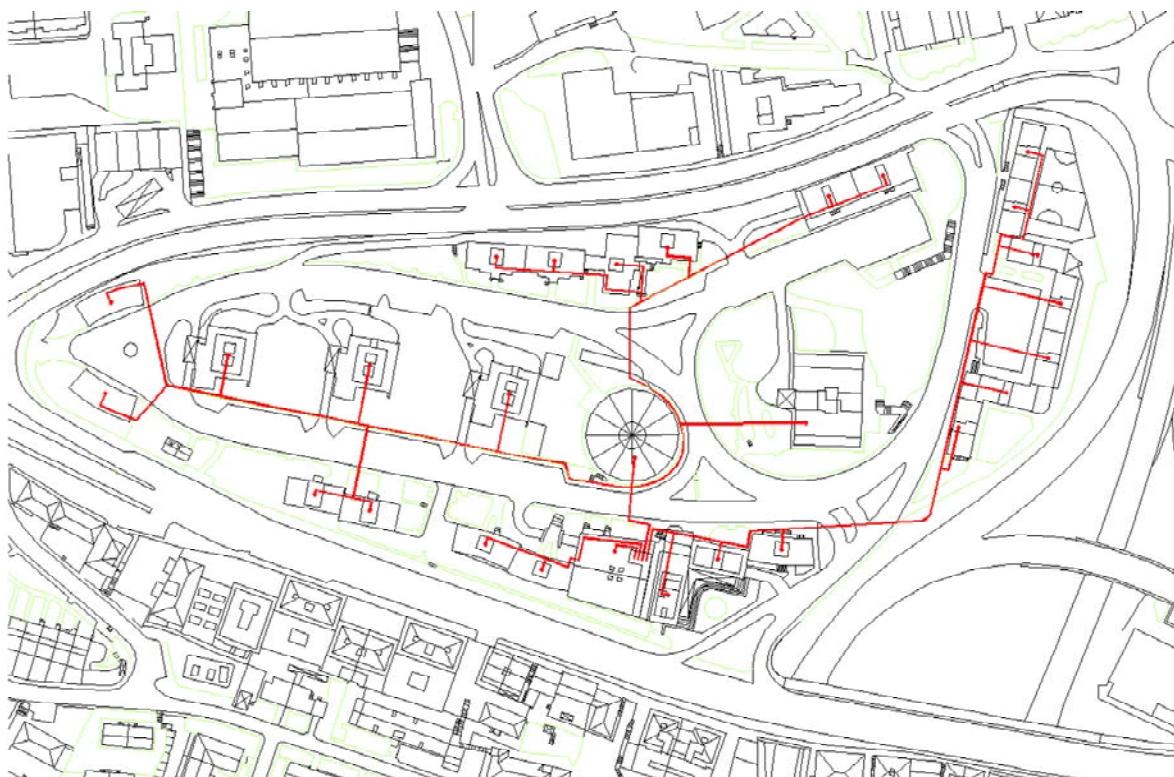


Figura 3. Sistema de distribución de circuitos principales

Fuente: CENER

Los circuitos principales se dividen en dos subcircuitos independientes (este y oeste), que suministran agua caliente para calefacción a dos zonas de la urbanización con más o menos el mismo número de viviendas.

Cada uno de los subcircuitos está formado por un colector general de ida y otro de retorno, cuyas temperaturas de impulsión y retorno varían en función de las condiciones climáticas exteriores, como ya se ha mencionado.

De cada uno de los colectores salen varios ramales a los distintos edificios, que a su vez forman los colectores secundarios de ida y retorno del sistema de calefacción con los que se suministra calor a uno o varios bloques según diseño. Estos colectores secundarios se encuentran en los sótanos de las fincas receptoras de suministro térmico.

De cada colector secundario parte la distribución de calor a las unidades terminales

(convectores) de las viviendas (Figura 4). La distribución de la energía calorífica se realiza por montantes. Cada montante, de ida y retorno, trasfieren el agua caliente a uno o dos convectores por vivienda (según el caso) situados en la vertical del montante correspondiente y en todas las alturas del edificio, desde la planta primera a la última. Esto hace que todas las viviendas comparten entre sí varios montantes diferentes según el número de estancias.



Figura 4. Convector

Fuente: MINIB

El tamaño de los convectores varía, en función de las necesidades energéticas de cada vivienda, siendo de mayores dimensiones los de las plantas más altas, debido a que los convectores pertenecientes a un mismo montante están conectados en serie.

Estos convectores carecen de válvulas termostáticas, por lo que funcionan según el horario general del sistema de distrito.

El sistema de calefacción funciona las 24 horas del día desde el 1 de Octubre hasta el 31 de mayo interrumpidamente, asegurando una temperatura interna entre 20 y 22º con una temperatura exterior mínima de 0ºC. Por debajo de esta temperatura exterior no se aseguran esas condiciones de confort.

Desde el punto de vista del ACS, la instalación cuenta con un sistema de distribución también centralizado, pero de producción instantánea sin acumulación, a través del sistema de generación de calor y un intercambiador de calor para producir el ACS. El sistema cuenta con una recirculación general para reducir el tiempo de espera en cualquier punto de la instalación cuando se solicite la necesidad de ACS.

2.2. ESTADO Y RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La instalación de generación de calefacción y ACS se renovó el año 2009. Se sustituyeron las antiguas calderas convencionales que trabajan inicialmente con fuel-oil por las actuales calderas de baja temperatura y alta eficiencia. Los colectores generales de distribución están renovados en su mayoría, siendo los actuales de acero inoxidable y aislados con coquilla de neopreno.

El sistema de generación de calor ostenta un mantenimiento preventivo correcto. Como ejemplo, citar que en los históricos de mantenimiento recogen rendimientos instantáneos situados entre el 95% y 98% sobre el PCI (Poder Calorífico Inferior) del combustible, obtenidos en las inspecciones de eficiencia energética. La generación presenta una situación óptima desde el punto de vista energético.

Las pérdidas por distribución en los colectores generales, se asumen como bajas, debido a la renovación de los mismos, aunque no se dispone de datos que lo corroboren.

2.3. TITULARIDAD DE LA INSTALACIÓN. TARIFICACIÓN

El barrio de Bidebieta, posee un particular sistema de climatización, desde el punto de vista de la titularidad. La instalación general de calefacción y ACS, hasta el límite de las fincas urbanas (Sala de calderas y circuitos de distribución generales), es propiedad de una empresa privada, que la explota y la mantiene, suministrando a los vecinos la energía necesaria para mantener las condiciones de confort y servicio, descritas anteriormente. En otras palabras, la empresa funciona como una ESE (Empresa de Servicios Energéticos). Esta empresa privada sufraga los gastos del combustible (gas natural), los de mantenimiento y los de personal, a cambio de una retribución económica recibida por la venta de energía a los vecinos. Esta retribución económica se establece del siguiente modo:

- Calefacción: La ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una fórmula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, el precio de los materiales industriales, y unos factores correctores que incluyen un índice de actualización en función del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa. Cabe destacar que en esta fórmula no se ve afectada por ningún factor dependiente del consumo energético de las viviendas o bloques, por lo que se paga independientemente de lo que se consuma.
- ACS: La contabilización del consumo de ACS, se realiza mediante un contador volumétrico, y se factura por metro cúbico de agua caliente consumida por los usuarios de cada una de las viviendas.

2.4. BARRERAS ENCONTRADAS

La singularidad de este sistema de producción energética centralizada (junto con la particularidad del sistema de tarificación), ha desembocado actualmente en una serie de problemas de difícil solución:

- Un dimensionamiento no estricto de las unidades terminales, puede producir diferentes rangos de confort en las viviendas según su orientación, ocupación o altura, induciendo a la apertura de ventanas por exceso de calor en algunas viviendas (normalmente las mas bajas, o aquellas que han sido reformadas), o a la instalación de ciertos elementos de apoyo en aquellas viviendas mas frías.
- La ausencia de gestión individual de la energía, no sólo por vivienda sino también por bloque provoca que una hipotética parte del barrio, con inquietudes de ahorro energético, sea incapaz de adoptar medidas de gestión encaminadas a la reducción del consumo (disminuir o programar la temperatura de consigna de las viviendas en función de necesidades, horarios, usos..., apagar la calefacción durante ciertos periodos de tiempo en las que no es necesaria...), ya que técnicamente no es posible con la instalación actual.
- La ausencia de todo tipo de medidor de energía consumida imposibilita, cualquier labor de asignación de consumo de energía discriminado así como cualquier análisis de eficiencia energética.
- El obsoleto sistema de tarificación establecido, en el que los consumos energéticos no influyen desincentiva totalmente la adopción, por parte de los usuarios, de medidas de rehabilitación en la envolvente (muy pobre en términos de estándares de eficiencia energética), que puedan contribuir a mejorar los niveles de confort, y a disminuir la factura de energía.

2.5. PROPUESTAS DE SOLUCIONES

La situación actual de la comunidad de Bidebieta es muy compleja, donde los usuarios están muy descontentos debido por un lado a un coste excesivo en el recibo de la calefacción y por otro a la falta de confort de sus viviendas, se añade a su vez, el descontento, por parte de la ESE, que asegura, que con lo aportado por los vecinos, apenas cubre los gastos del combustible. Esto es debido fundamentalmente a que el deficiente estado de la envolvente de los edificios (desde el punto de vista térmico), provoca unas pérdidas energéticas muy cuantiosas, que afectan económicoamente a ambas partes.

A la vista de esta situación y conociendo la situación técnica y económica del actual del sistema de calefacción, CENER, propone una serie de medidas, que repercutirán indiscutiblemente en un ahorro energético importante y que puede contribuir a mejorar el grado de satisfacción de ambas partes. Estas propuestas se han analizado con cautela, con el objetivo del maximizar el

ahorro energético optimizando recursos.

2.5.1. Propuesta 1 :

En primer lugar es indispensable conocer los consumos producidos en "unidades edificatorias" más pequeñas que las actuales (actualmente sólo se conoce el consumo de todo el barrio). Dado el diseño de la instalación (montantes independientes que afectan a muchas viviendas), el conocimiento del consumo por vivienda pasaría, o bien por la instalación de contadores energéticos de cada uno de los convectores, o bien en la independización del sistema de calefacción por vivienda mediante la interconexión de los convectores de la misma. Ambas soluciones, técnicamente posibles, son económicamente inviables, por lo que se propone la utilización del bloque como unidad mínima de consumo. (Utilizar un bloque como unidad mínima de consumo no es erróneo, ya que las rehabilitaciones energéticas suelen hacerse de un modo integral en todo el edificio, luego los ahorros conseguidos también afectan a todo el bloque).

Para conocer los consumos de los bloques, es necesaria la instalación de contadores de calorías o una instalación centralizada de energía **en cada una de las nuevas unidades edificatorias**, ya que si se pusieran sólo en algunos, el error al asignar la nueva tarificación por consumos¹, podría ser importante.

Una vez instalados todos los contadores de calorías, habría que establecer una nueva metodología de tarificación en función de la energía consumida. Para ello bastaría, por ejemplo, con contabilizar el consumo de gas de un mes en concreto, añadiendo los gastos eléctricos asociados al sistema de calefacción (consumos de elementos circuladores, elementos de regulación y control,...), y añadirle el beneficio industrial estipulado e impuestos. Una vez obtenidos el gasto económico mensual, se dividiría por el número de kilovatios-hora (KWh) registrado por todos los contadores de cada una de las unidades edificatorias, obteniendo de esta manera un justiprecio para cada kWh consumido, o bien reformular el procedimiento de tarificación actual introduciendo un nuevo término dependiente del consumo energético.

De esta forma se contará con las herramientas necesarias para poder evaluar, desde el punto de vista de viabilidad económica, cualquier actuación en lo que se refiere a rehabilitación energética.

2.5.2. Propuesta 2 :

Esta propuesta, es una ampliación de la propuesta 1, y difiere de la anterior, en la instalación, además, de un sistema centralizado de medida de energía, de un sistema de control, gestión y regulación de la energía suministrada a cada bloque. Este sistema proporcionaría una gestión más independiente de la calefacción del bloque, pudiendo regular la temperatura de impulsión de cada edificio en función las condiciones climáticas exteriores y del nivel de demanda

¹ Es necesario establecer una nueva tarificación en función de los consumos.

solicitada por dicho edificio. De esta forma, los edificios serían abastecidos por un sistema de calor centralizado, como sucede actualmente, pero presentarían una relación directa entre su demanda y su consumo asociado, independientemente del resto de edificios.

Esta propuesta a diferencia de la anterior, ya supone un ahorro energético, solamente con una buena gestión del sistema.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación se describe mas detenidamente la solución 1 propuesta en el punto anterior:

3.1.1. Desagregación de los consumos

En primer lugar, y como se ha comentado anteriormente, es indispensable conocer los consumos producidos en “unidades edificatorias” más pequeñas que las actuales (actualmente sólo se conoce el consumo de todo el barrio).

Para conocer los consumos de los bloques, es necesaria la instalación de contadores de energía **en cada una de las nuevas unidades edificatorias**.

Una vez instalados todos los contadores de energía, habría que establecer una nueva metodología de tarificación en función de la energía consumida. En el punto siguiente se describe una posible metodología de tarificación que debiera satisfacer a ambas partes.

Además de la instalación de cuantificación de energía, y con el objetivo de la optimización energética del sistema, es necesaria la instalación de un sistema de control, gestión y regulación de la energía suministrada a cada bloque. Este sistema proporcionaría una gestión más independiente de las necesidades de calefacción de cada bloque con relación a las necesidades del resto de los bloques, pudiendo regular la temperatura de impulsión de cada edificio en función las condiciones climáticas exteriores y del nivel de demanda solicitada por dicho edificio. De esta forma, los edificios serían abastecidos por un sistema de calor centralizado, como sucede actualmente, pero presentarían una relación directa entre su demanda y su consumo asociado, independientemente del resto de edificios.

De esta forma se contará con las herramientas necesarias para poder evaluar, desde el punto de vista de viabilidad económica, cualquier actuación en lo que se refiere a rehabilitación energética.

3.1.2. Renovación del sistema de tarificación

Después de la posibilidad de poder establecer el consumo de los diferentes bloques, se debe modificar el sistema de tarificación existente, para que cada bloque abone estrictamente la energía que consume, y por los gastos asociados al mantenimiento y garantía de suministro de esa energía.

En la actualidad, el procedimiento de tarificación, **es independiente de la energía consumida por la totalidad de los vecinos**, característica desde todo punto de vista, ilógica, en un marco actual de búsqueda de ahorro de energía y de eficiencia energética de las instalaciones.

Esa fórmula de tarificación, debe incluir los siguientes aspectos:

- Coste de la energía térmica consumida (en este caso en forma de gas natural)
- Coste de la energía eléctrica consumida por los equipos de generación y distribución
- Costes de operación y mantenimiento de la instalación
- Beneficio industrial de la empresa de servicios energéticos.

Además, esta fórmula de tarificación debe venir afectada por indicadores que reflejen aspectos económicos actuales, como son el incremento del precio del combustible, y el índice de precios al consumo.

Actualmente el consumo de ACS y Calefacción están disociados.

El ACS se factura en función del consumo a razón de 6,531 €/m3 (datos del 2009). Este modo de facturación es correcto, y el importe debe estar sujeto a negociación entre ambas partes y en función del precio del gas (es decir debería ser revisable respecto al precio del gas incrementándose o decrementándose, en función de la tarifa de ultimo recurso, publicada por el gobierno cada 6 meses).

La calefacción se factura mediante una formula obsoleta, independiente del consumo, resultando un valor de 9,74€/m² año. Este modo de facturación no es el adecuado, ya que al no estar ligado al consumo real del edificio favorece el derroche y el despilfarro de energía.

CENER, propone una formula de facturación del tipo:

$$Coste = [(K_1 + K_2) \cdot E_t + C_{OMA}] \cdot (1 + B)$$

Donde:

Coste : es el coste total mensual de energía del portal en **€**

K_1 : Es la constante que indica el coste unitario del kWh térmico en **€/kWh**, término que se revisará semestralmente, incrementándose o decrementándose el mismo porcentaje que lo haga la tarifa máxima de gas de último recurso correspondiente, publicada por el Gobierno. Unidades: **€/kWh**.

K_2 : Es la constante que indica la repercusión de gasto eléctrico por cada kWh térmico generado, en **€/kWh**, término que se revisará semestralmente, incrementándose o decrementándose el mismo porcentaje que lo haga la tarifa máxima eléctrica de ultimo recurso correspondiente, publicada por el Gobierno. Unidades: **€/kWh**.

E_t : Es el valor de la energía mensual consumida por ese portal en **kWh**, y obtenida de la lectura de los contadores. Unidades: **kWh**

C_{OMA} : Es la constante que indica el coste mensual de operación, mantenimiento y amortización de la instalación en **€**, término que incrementará anualmente según el incremento del IPC anual publicado en el BOE. Este coste se obtendrá por vivienda, y en la fórmula se introducirá en función del Nº de viviendas del portal.

B : Es el valor del Beneficio industrial de la empresa. Unidades: %

A parte de esto habría que incrementar el coste total con el impuesto del valor añadido, vigente en el momento de emitir la factura. El modo de obtención de los diferentes coeficientes se describe a continuación:

- El valor de K_1 , es el valor del kWh de gas natural
- El valor de K_2 , se obtiene del porcentaje de electricidad gastada para obtener un kWh térmico. La aproximación a este valor puede obtenerse fácilmente dividiendo el coste anual de electricidad de la sala de calderas (en **€**) entre los kWh de gas consumidos durante ese periodo de tiempo, de un año cualquiera. Este valor ronda el 0.005 **€/kWh_t** en instalaciones habituales.
- El valor de C_{OMA} , se obtiene de los costes anuales de mantenimiento, operación y amortización de una instalación de estas características dividido entre 12 meses.
- **Los parámetros C_{OMA} y B deberán consensuarse entre ambas partes, para lograr un beneficio mutuo en la explotación y el suministro del sistema de calefacción.**

Véase un ejemplo de la facturación de un portal durante ese mes de invierno. Hay que remarcar, que este ejemplo es **sólo una muestra de cómo funcionaría la formula**, y no una estimación del coste de la factura energética, y que **los valores introducidos son aleatorios** dentro de unos rangos reales.

Se suponen los siguientes datos de partida para ese portal determinado:

K_1 : 0.035 **€/kWh**

K_2 : 0.005 **€/kWh**

C_{OMA} : 25**€** por vivienda y mes

E_t : 66.000 kWh

B : 13%

Numero de viviendas: 22

El coste de calefacción de ese mes sería:

$$\begin{aligned} \text{Coste} &= [(0.035 + 0.005) \cdot 66.000 + 22 \cdot 25] \cdot 1.13 \\ &= \mathbf{3604.7 \text{ € +iva.}} \end{aligned}$$

Este modo de facturación, implica que si por las siguientes circunstancias:

- Rehabilitación del edificio y/o
- Menor uso de la calefacción y/o
- Invierno menos riguroso

Conllevara a una reducción del consumo en un 50%, el coste de la factura del mes sería:

$$\begin{aligned} \text{Coste} &= [(0.035 + 0.005) \cdot 33.000 + 22 \cdot 25] \cdot 1.13 \\ &= \mathbf{2113.1 \text{ € +iva.}} \end{aligned}$$

O bien en los meses en los que no hubiera calefacción el coste mensual sería:

$$\begin{aligned} \text{Coste} &= [22 \cdot 25] \cdot 1.13 \\ &= \mathbf{621.5 \text{ € +iva.}} \end{aligned}$$

4. MONITORIZACION

El modo más realista de analizar los consumos de los edificios, es mediante la monitorización de esos datos.

En este caso, y dado la problemática existente, no sólo es aconsejable sino casi obligatorio, ya que la monitorización de los datos de consumo serviría como punto de partida para la facturación real de cada uno de los bloques individualizadamente.

Hoy en día existen contadores de calorías que disponen de una tarjeta de radio que envía la señal de los consumos a una centralita donde mediante un software se recogen los datos de los edificios de una zona. Este sistema simplifica enormemente las labores de emisión de las facturas derivadas de los consumos de calefacción a los vecinos.

Estos sistemas están ya muy extendidos, y son muy utilizados por compañías de mantenimiento de instalaciones de calefacción. Además el escaso sobrecoste respecto a los sistemas tradicionales, es rápidamente amortizado al evitar al mantenedor realizar "in situ" las lecturas de los contadores.

5. CONCLUSIONES

La conclusión principal de este estudio, es que **es imprescindible la individualización de consumos** (y esta individualización de consumos debe realizarse en todos los portales de las viviendas de Bidebieta), junto con una **modificación en el sistema de facturación de la calefacción**. Esta actuación incidirá positivamente en la situación actual de la urbanización:

- Instaurará un sistema transparente de negocio de venta de energía entre los usuarios y la empresa de servicios energéticos.
- Servirá como incentivo para la adopción de cualquier medida de rehabilitación encaminada a conseguir un ahorro energético
- Afianzará la estabilidad del sistema de gestión de energía existente en la actualidad, y la relación entre ambas partes.
- Podrá servir de experiencia ejemplarizante, para otras comunidades similares.

Además es muy recomendable, instalar un sistema de regulación y control, como medida de autogestión de la energía y el confort de las viviendas por portales, y como medida de ahorro energético.

Proyecto: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 2-Informe 2.1 Análisis Simulación bloque Paseo
de los Olmos 7-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 2-Informe 2.1 Análisis Simulación bloque
Paseo de los Olmos 7-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del
Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Francisco Serna**
Javier Llorente

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Jefe de proyecto **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. OBJETO Y ALCANCE	5
1.3. METODOLOGÍA	5
1.4. CONCLUSIONES.....	5
2. ANÁLISIS SIMULACIÓN BLOQUE PASEO DE LOS OLIMOS 7	6
2.1. INTRODUCCION	6
2.2. SITUACIÓN ACTUAL	6
2.2.1. Descripción y estado actual del edificio	6
2.2.2. Consumo actual del edificio	10
2.2.3. Consumo estimado del edificio. Simulaciones.....	11
2.3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES	16
2.4. CONCLUSIONES.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación del edificio “Paseo de los Olmos 7”	6
Figura 2. Planta del edificio de viviendas en bloque. Paseo de los Olmos 7	7
Figura 3. Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este y sur.....	8
Figura 4. Fachada norte y cubierta.....	8
Figura 5. Detalles de las carpinterías.....	9
Figura 6. Detalles humedad bajo-cubierta. Desperfectos en fachada norte.....	9
Figura 7. Convectores	10
Figura 8. Modelo del edificio en Design Builder	12
Figura 9. Tabla de Parámetros de consigna de sistemas de climatización, cargas internas y otros aspectos independientes de la envolvente del edificio.....	13
Figura 10. Tabla de Parámetros de los cerramientos exteriores	14
Figura 11. Demandas de calefacción con las condiciones estándar.....	15
Figura 12. Nuevas consignas de calefacción	15
Figura 13. Demandas de calefacción con las condiciones reales.....	15
Fuente: CENER	15
Figura 14. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1	17
Figura 15. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2	17
Figura 16. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 3	18
Figura 17. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 4	18
Figura 18. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2 y 4 conjuntamente	18
Figura 19. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1,2 y 4 conjuntamente.....	19
Figura 20. Demandas de calefacción según medidas.....	20
Figura 21. Porcentaje de ahorro en demandas de calefacción según medidas	20

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. INTRODUCCIÓN

La evaluación energética de los edificios mediante programas de simulación, es una solución eficaz y poco intrusiva para analizar el comportamiento energético de los edificios, sin tener que recurrir a sofisticados métodos de monitorización. Esta demostrado que la fiabilidad de estos software de evaluación es realmente alta, siempre que los parámetros de entrada del mismo se ajusten a la realidad lo más posible.

Los resultados obtenidos de estos análisis, nos ayudarán a entender el comportamiento térmico real del edificio, y las pautas de actuación mas eficientes que puedan llevarse a cabo dentro de la rehabilitación energética, ayudándonos a tomar decisiones sobre las medidas de mejora a adoptar.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar la evaluación energética del edificio correspondiente al portal 7 del Paseo de los Olmos, en el barrio de Bidebieta, en las condiciones de estado y utilización que se dan en la actualidad.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado un software especializado en evaluación energética de edificios, Energy PLUS, a través de un interface grafico diseñado a tal fin (Design Builder).

1.4. CONCLUSIONES

La falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, lo que conlleva a que, se esté demandando casi un 20% mas de energía para climatizar el edificio, de lo estipulado como estándar (20°C por el día y 17°C por la noche). Por otro lado, según está el edificio en la actualidad, los márgenes de ahorro son muy grandes, yendo desde el 5% si se aísla la cubierta, hasta más de un 50% si llevamos a cabo una rehabilitación integral del edificio (aislamiento de muros exteriores, aislamiento en cubierta, colocación de carpinterías de alta calidad).

En general, este edificio tiene un potencial de mejora energética muy grande, siendo indispensable una individualización de consumos, como medida clave para acometer obras de rehabilitación energética del edificio e incentivar el uso eficiente del mismo por parte de los usuarios.

2. ANÁLISIS SIMULACIÓN BLOQUE PASEO DE LOS OLmos 7

2.1. INTRODUCCION

Como uno de los pasos previos, a la rehabilitación energética de los edificios de viviendas, y dentro de las acciones incluidas en el apartado de diagnosis energética, la simulación del comportamiento térmico de los edificios mediante software especializado, puede ser muy útil para detectar no sólo las deficiencias energéticas del edificio, sino también como instrumento de optimización de soluciones para mejorar dichas deficiencias.

En el caso, que se presenta aquí, se ha realizado un análisis exhaustivo del comportamiento térmico del edificio situado en el paseo de los Olmos nº 7, en diferentes condiciones de uso, y su comparación con los datos de consumos reales del mismo.

2.2. SITUACIÓN ACTUAL

2.2.1. Descripción y estado actual del edificio

El portal 7 de la Calle Paseo de los Olmos, se encuentra geográficamente en el centro de la urbanización conocida como Bidebieta II. Ver figura siguiente.

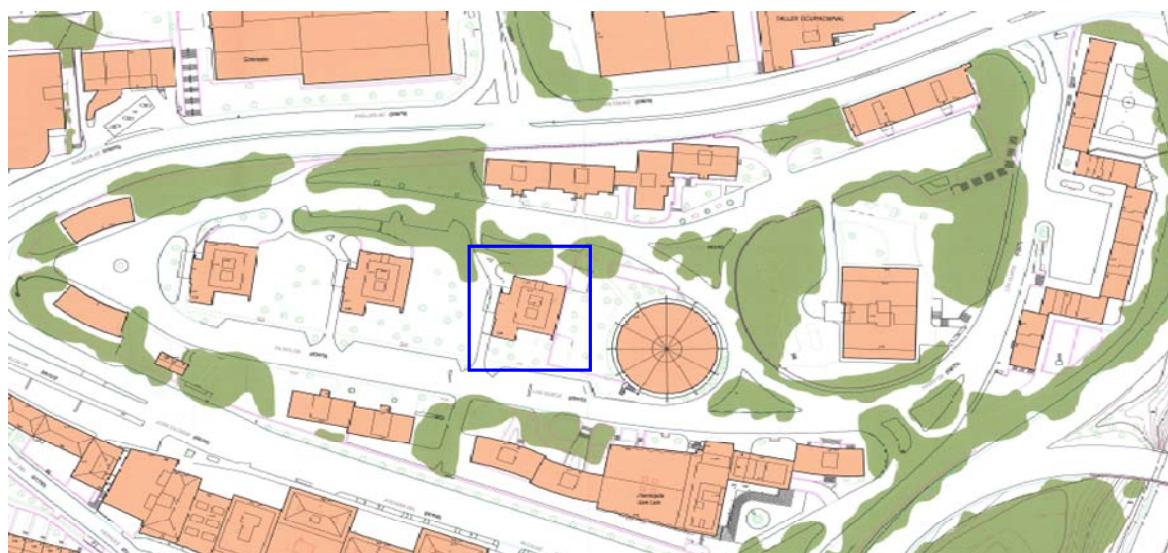


Figura 1. Situación del edificio "Paseo de los Olmos 7"

Fuente: CENER

Este portal, corresponde a una torre de baja+11 de planta cuadrada, aislada, con las cuatro orientaciones expuestas, y girada levemente (15°) respecto a la dirección N-S.

El edificio comprende 22 viviendas de 160m^2 aproximadamente, teniendo la mitad de ellas orientación Este y la otra mitad orientación Oeste, compartiendo todas ellas las orientaciones

Norte Y Sur (ver figura siguiente).

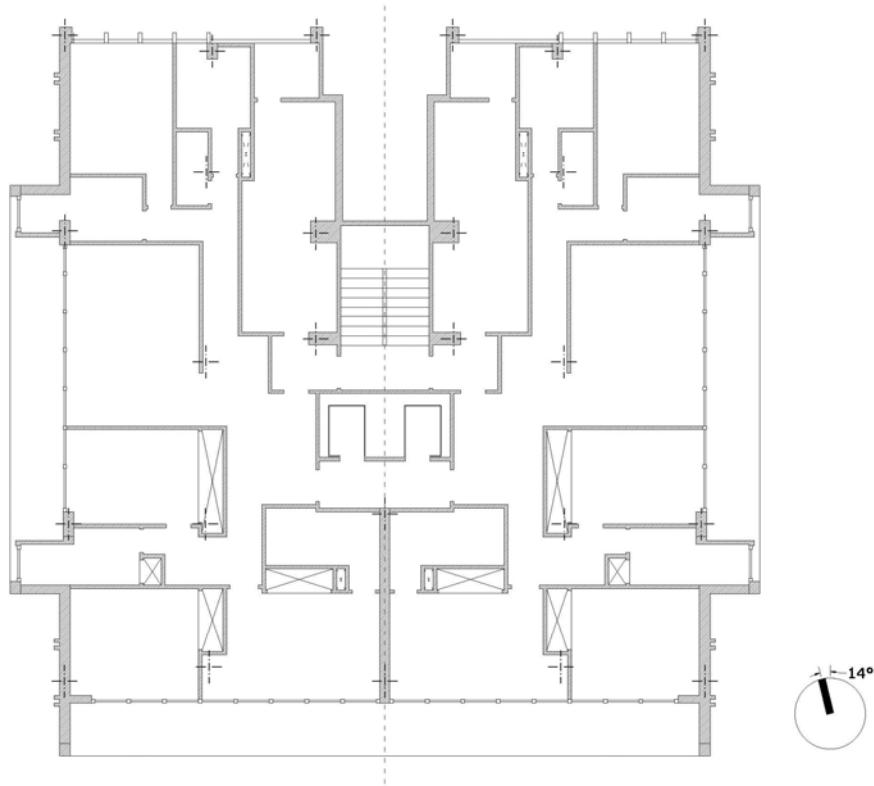


Figura 2. Planta del edificio de viviendas en bloque. Paseo de los Olmos 7

Fuente: CENER

La envolvente exterior está compuesta por un muro compuesto por dos hojas de fábrica de ladrillo hueco separados por una cámara de aire sin ventilar, y revestido por el exterior mediante aplacado de mármol, sujetado mediante mortero. El edificio carece totalmente de aislamiento, ni en cámara, ni en la protección de los puentes térmicos (frentes de forjado, carpinterías, pilares...).

El porcentaje de acristalamiento es muy alto (> 60%), sobre todo en las fachadas Sur, Este y Oeste. Las carpinterías originales¹ son de aluminio sin rotura de puente térmico, con vidrios dobles 4/6/4, que en su mayoría presentan grandes deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones.

El estado de conservación del edificio en general, es bueno, aunque la cubierta presenta filtraciones, y en la fachada existen desperfectos que también producen filtraciones, que provocan humedades en algunas viviendas. Hay también ventanales de pavés, en la fachada norte, que comunican con zonas comunes que se encuentran en mal estado.

A continuación pueden verse algunas imágenes del edificio, y algunos detalles del estado del

¹ Ha habido vecinos que han cambiado sus carpinterías originales.

mismo.



Figura 3. Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este y sur
Fuente: CENER



Figura 4. Fachada norte y cubierta
Fuente: CENER

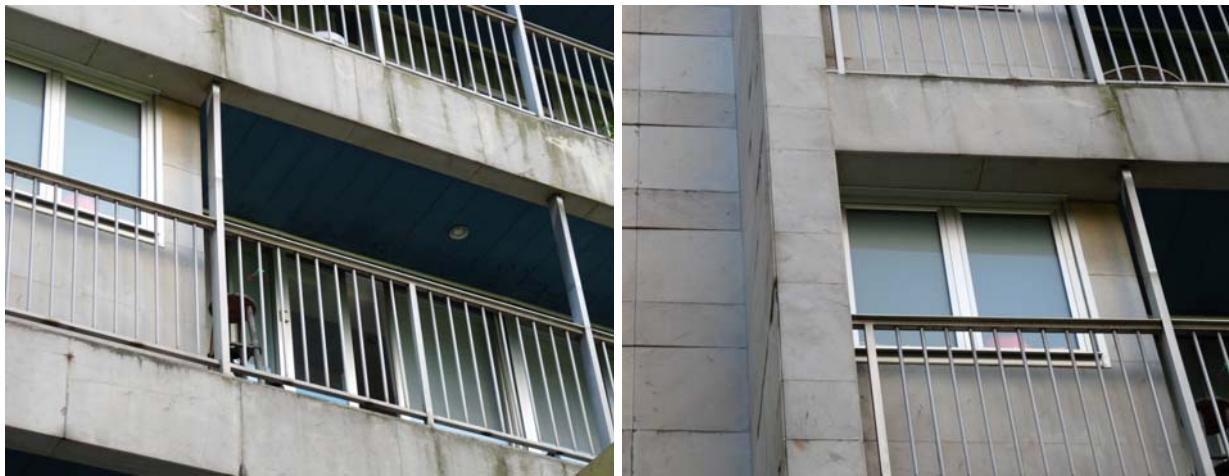


Figura 5. Detalles de las carpinterías

Fuente: CENER



Figura 6. Detalles humedad bajo-cubierta. Desperfectos en fachada norte

Fuente: CENER

El sistema de calefacción de estas viviendas es centralizado (calefacción de distrito) donde una central térmica produce agua caliente, que se distribuye mediante una red de colectores generales a los edificios. De cada colector parte la distribución de calor a las unidades terminales (convectores) de las viviendas. La distribución de la energía calorífica se realiza por montantes. Cada una de los montantes, de ida y retorno, trasfieren el agua caliente a uno o dos convectores por vivienda (según el caso) situados en la vertical de la montante correspondiente y en todas las alturas del edificio, desde la planta primera a la última. .

El sistema de calefacción funciona las 24 horas del día desde el 1 de Octubre hasta el 31 de mayo interrumpidamente, asegurando una temperatura interna entre 20 y 22º con una temperatura exterior mínima de 0ºC. Por debajo de esta temperatura exterior no se aseguran esas condiciones de confort.

Estos convectores carecen de válvulas termostáticas, por lo que funcionan según el horario general del sistema de distrito. (Ver figura adjunta)



Figura 7. Convectores

Fuente: CENER

2.2.2. Consumo actual del edificio

Como se ha comentado, en el informe “*Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1*”, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). Esta ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una fórmula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, del precio de los materiales industriales, y de unos factores correctores que incluyen un índice de actualización del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa. Cabe destacar que esta fórmula no se ve afectada por ningún término dependiente del consumo energético de las viviendas o bloques, por lo que se paga independientemente de lo que se consuma.

Este sistema de pago, no satisface a los vecinos, que además de pagar mucho, con respecto a otras comunidades similares, no están incentivados a acometer reformas en sus inmuebles encaminadas al ahorro energético, ya que este ahorro no se vería reflejado en sus facturas.

Los datos de consumo de calefacción referentes al año 2009 son:

- Coste² anual de calefacción bloque 7: **44.864 € (9.74€ por m²)**

En estas circunstancias, es difícil desagregar en diferentes conceptos (consumo de gas, consumo eléctrico, mantenimiento, beneficio industrial de la empresa...), para poder discernir el consumo real de gas por vivienda.

Estimando unos porcentajes razonables³ de cada uno de estos conceptos:

² Datos aportados por el presidente de la comunidad del portal 7 de Paseo de los Olmos.

³ Datos medios de comunidades similares

- Consumo de gas 65%
- Consumo eléctrico 7%
- Mantenimiento 7%
- Amortización 8%
- Beneficio 13%

El consumo energético, de gas, en este caso, sería el 60% de 9.74€, es decir, 6.331€ por m²

Suponiendo que las pérdidas por distribución en las tuberías, y de generación en la caldera son del 15%, el consumo neto de gas en estas viviendas es de **5.38€ por m²**.

Con una tarifa aproximada de 0.0417€/kWh de gas⁴ natural obtenemos un consumo neto de gas natural de:

129.05 kWh/m²

Hay que recalcar que este valor es una estimación del consumo estricto en gas del edificio, para satisfacer las demandas de calefacción, resultado de una desagregación de la factura total en los supuestos mencionados anteriormente.

2.2.3. Consumo estimado del edificio. Simulaciones.

2.2.3.1. Condiciones estándar

Con el objeto de poder establecer los márgenes de reducción en el consumo energético (y por consiguiente económico) de calefacción, bien a través de la mejora de la envolvente, bien a través de la mejora de las instalaciones de calefacción, se han realizado diversas simulaciones mediante software de cálculos térmicos dinámicos (Energy PLUS⁵), a través de un interface gráfico diseñado a tal fin (Design Builder).

En la siguiente figura se puede ver el modelizado del edificio:

⁴ Precio del gas natural tarifa último recurso, para consumos de mas de 150MWh año + iva en el 2009

⁵ **EnergyPlus™** es un programa de simulación térmica y energética de edificios desarrollado por **DOE** (Department of Energy, Estados Unidos) con el que, entre otras utilidades, se pueden hacer estudios de demanda y consumo energético



Figura 8. Modelo del edificio en Design Builder

Fuente: CENER

En primer lugar se han realizado simulaciones según las condiciones de uso, que marca el "Documento de Aceptación de Programas Informáticos Alternativos", editado por IDAE, y el Ministerio de Vivienda, y que marca unos condicionantes de uso estándar en viviendas, y que son las que utiliza el programa CALENER, para la Calificación energética.

Estas condiciones pueden verse en las tablas siguientes:

CALEFACCIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	17°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°
REFRIGERACIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	00:00 - 7:00	27°
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	8:00 - 15:00	-
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	16:00 - 23:00	25°
RENOVACIÓN DE AIRE			
DIAS	MESES	HORARIO	RENOV/HORA
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	1:00 - 8:00	4
INFILTRACIONES			
DIAS	MESES	HORARIO	RENOV/HORA
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	24 HORAS	1
CARGAS INTERNAS			
DIAS	MESES	HORARIO	W/m ²
CARGA SENSIBLE DEBIDA A OCUPACIÓN			
LABORAL	TODO EL AÑO	00:00 - 7:00	2.15
LABORAL	TODO EL AÑO	8:00 - 15:00	0.54
LABORAL	TODO EL AÑO	16:00 - 23:00	1.08
SABADO Y FESTIVOS	TODO EL AÑO	24 HORAS	2.15
CARGA LATENTE DEBIDA A OCUPACIÓN			
LABORAL	TODO EL AÑO	00:00 - 7:00	1.36
LABORAL	TODO EL AÑO	8:00 - 15:00	0.34
LABORAL	TODO EL AÑO	16:00 - 23:00	0.68
SABADO Y FESTIVOS	TODO EL AÑO	24 HORAS	1.36
ILUMINACIÓN			
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	1:00 - 7:00	0.44
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	8:00 - 18:00	1.32
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	19:00	2.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	20:00 - 23:00	4.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	0:00	2.2
EQUIPOS			
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	1:00 - 7:00	0.44
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	8:00 - 18:00	1.32
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	19:00	2.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	20:00 - 23:00	4.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	0:00	2.2

Figura 9. Tabla de Parámetros de consigna de sistemas de climatización, cargas internas y otros aspectos independientes de la envolvente del edificio

Fuente: CENER

Hay que hacer alguna puntuaciones, a las tablas anteriores:

- Aunque el edificio no posee sistema de refrigeración común, se ha introducido unos valores de referencia para poder establecer las demandas y consumos de refrigeración
- El valor de "4" renovaciones/hora que aparece en la tabla, corresponden al efecto generado por la ventilación nocturna, conocido como free-cooling.
- La tasa de infiltraciones que aparece como "1" renovaciones/hora corresponde al efecto de la entrada de aire no deseada a través de los marcos de las carpinterías exteriores. Se ha supuesto este valor, como un valor razonable para carpinterías con cierto grado de antigüedad, como es este caso.

Los parámetros utilizados para los cerramientos, se pueden ver en las siguientes figuras:

MURO EXTERIOR	U= W/m ² K	
APLACADO DE MARMOL+ MORTERO DE AGARRE+ 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO DOBLE+ MORTERO+CAMARA DE AIRE SIN VENTILAR+ LADRILLO HUECO DOBLE+ ENLUCIDO DE YESO	1.21	
MURO COCINA	U= W/m ² K	
MORTERO DE AGARRE+ 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO DOBLE+ ENLUCIDO DE YESO	2.13	
CUBIERTA	U= W/m ² K	
ASFALTO+BALDOAS CERÁMICA+MORTERO DE CEMENTO+SOLERA DE HORMIGON+FORJADO CERAMICO +ENLUCIDO DE YESO	1.71	
CARPINTERIA EXTERIOR	U= W/m ² K	ABSORTIVIDAD
CARPINTERIA DE ALUMINIO ANODIZADO SIN ROTURA DE PUENTE TERMICO	5.7	0.4
VIDRIO EXTERIOR	U= W/m ² K	FACTOR SOLAR
VIDRIO DOBLE NORMAL 4-6-4	3	0.73

Figura 10. Tabla de Parámetros de los cerramientos exteriores

Fuente: CENER

- Resultados

Los resultados obtenidos, según los parámetros definidos en el punto anterior, se resumen en las siguientes graficas:

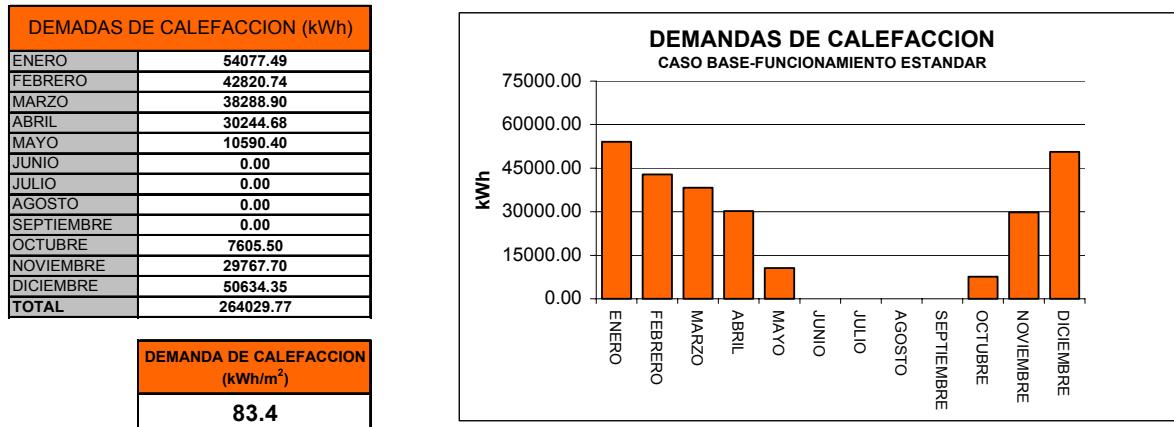


Figura 11. Demandas de calefacción con las condiciones estándar

Fuente: CENER

2.2.3.2. Condiciones específicas

En realidad, las condiciones de uso difieren de las condiciones estándar que fija el programa CALENER. Se han variado las condiciones de uso, para ajustarlas a las condiciones reales de uso. De los parámetros fijados anteriormente, sólo se ha modificado lo que se refiere a las consignas y horarios de temperatura:

CALEFACCIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	20°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°

Figura 12. Nuevas consignas de calefacción

Fuente: CENER

Con estas nuevas condiciones de partida, los datos de las simulaciones, se observan en los siguientes gráficos:

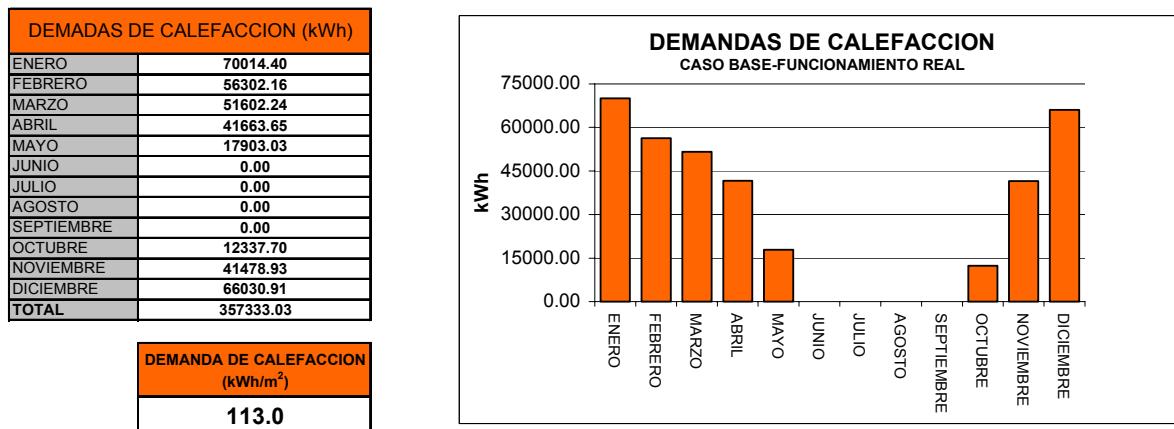


Figura 13. Demandas de calefacción con las condiciones reales

Fuente: CENER

Se observa por un lado que, la falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, está provocando que, de las condiciones estándar de funcionamiento (descritas anteriormente en la figura 8), a las condiciones reales, estemos demandando casi un **20%** más de energía para climatizar el edificio.

Por otro lado, y como se desprende de los valores calculados anteriormente, los valores estimados reales, **129.05 kWh/m²**, y los valores teóricos simulados, **113.0 kWh/m²** están dentro del mismo rango. No se debe, interpretar estos datos de modo literal, ya que en ambos casos son estimaciones a partir de unos supuestos dados, aunque sí sirve para comprobar que son valores efectivamente, dentro del mismo rango, lo que garantizan la fiabilidad de las conclusiones finales de este informe.

Además, el valor obtenido de las simulaciones, debería ser algo inferior, basándonos en las declaraciones de varios vecinos que aseguran que las temperaturas interiores, rara vez llegan a 20°, siendo un valor más usual el de 18-19°C, sobre todo en días fríos, y en que algunas viviendas ya han renovado sus ventanas en mayor o menor medida, aspecto este que no se ha contemplado en las simulaciones.

2.3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES

La situación actual de la comunidad de Bidebieta es muy compleja, donde los usuarios están muy descontentos debido por un lado a un coste excesivo en el recibo de la calefacción y por otro a la falta de confort de sus viviendas, se añade a su vez, el descontento, por parte de la ESE, que asegura, que con lo aportado por los vecinos, apenas cubre los gastos del combustible. Esto es debido fundamentalmente a que el deficiente estado de la envolvente de los edificios (desde el punto de vista térmico), provoca unas pérdidas energéticas muy cuantiosas, que afectan económicamente a ambas partes, y unas condiciones de confort insuficientes.

En este apartado se van a analizar, desde un punto de vista teórico (mediante simulaciones del modelo), la influencia que tendría la aplicación de medidas de ahorro en el ámbito de la envolvente térmica⁶, a partir del caso base y condiciones reales de uso.

Se han planteado 4 soluciones posibles, y se ha analizado la influencia de cada una de ellas, por separado y conjuntamente. Dichas soluciones son las siguientes:

⁶ Hay que tener en cuenta que para que la eficacia de las medidas de ahorro en la envolvente térmica pueda verse reflejada en la factura del usuario, es necesario instalar previamente un sistema de contabilización de consumos por portales por un lado, y de cambio en el procedimiento de facturación de la energía, vigente en la actualidad. Estos aspectos, han sido ampliamente explicados y analizados en el documento: "Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

- Medida 1. Relleno de las cámaras de aire de los muros exteriores de algún tipo de aislante (perlita, borra de lana de roca, espuma de poliuretano...).
- Medida 2. Aislamiento ⁷de la cubierta con una manta de aislamiento de 15cm de espesor
- Medida 3. Sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U= 3.2 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles 4/12/4 de $U= 3.0 \text{ W/m}^2$
- Medida 4. Sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U= 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U= 1.8 \text{ W/m}^2$

Los resultados de las simulaciones del caso base con condiciones de uso reales, se pueden ver en las tablas siguientes:

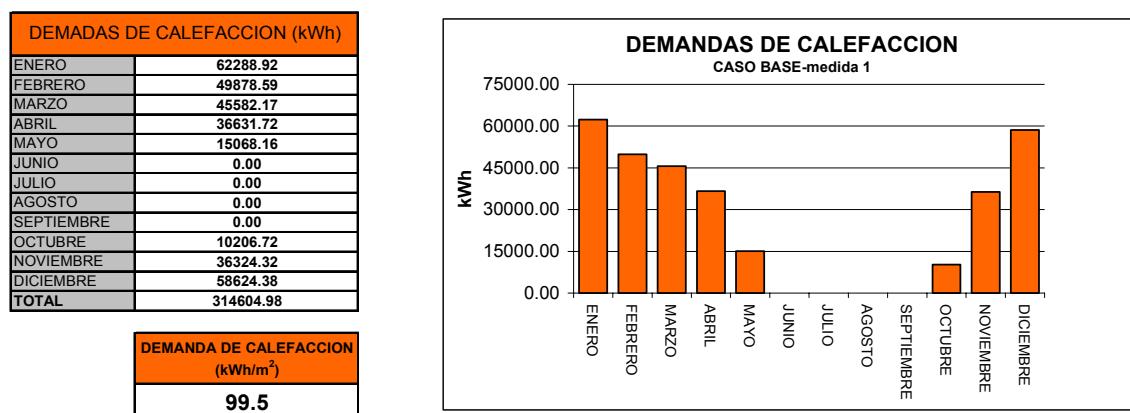


Figura 14. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1

Fuente: CENER

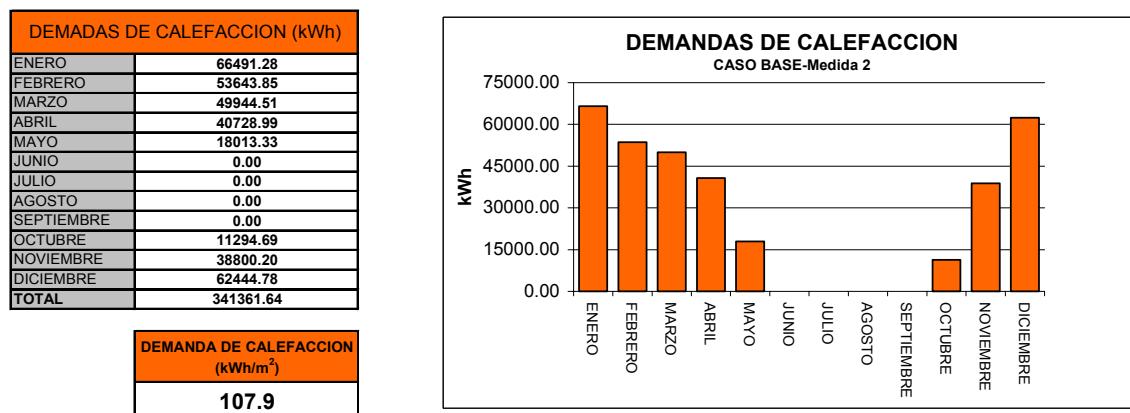


Figura 15. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2

Fuente: CENER

⁷ Se ha supuesto un $\lambda=0.04 \text{ W/m K}$ para todos los aislantes

DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	49060.74
FEBRERO	38493.61
MARZO	33676.41
ABRIL	26648.19
MAYO	8589.95
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	6173.83
NOVIEMBRE	27030.96
DICIEMBRE	46143.92
TOTAL	235817.62

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
74.6

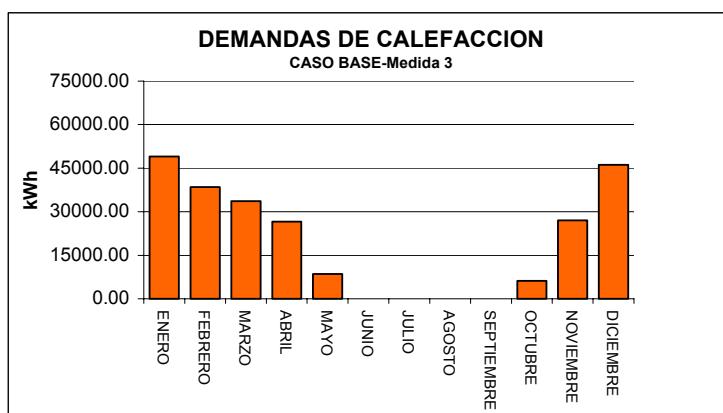


Figura 16. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 3

Fuente: CENER

DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	44888.39
FEBRERO	35111.95
MARZO	30556.48
ABRIL	23964.59
MAYO	7442.86
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	5342.38
NOVIEMBRE	24616.02
DICIEMBRE	42160.58
TOTAL	214083.24

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
67.7

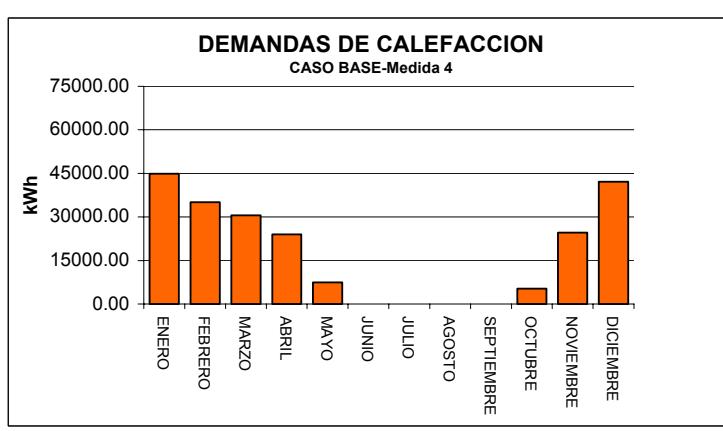


Figura 17. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 4

Fuente: CENER

DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	41216.51
FEBRERO	32242.00
MARZO	28632.02
ABRIL	22760.34
MAYO	7266.40
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	4211.37
NOVIEMBRE	21718.46
DICIEMBRE	38378.84
TOTAL	196425.93

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
62.1

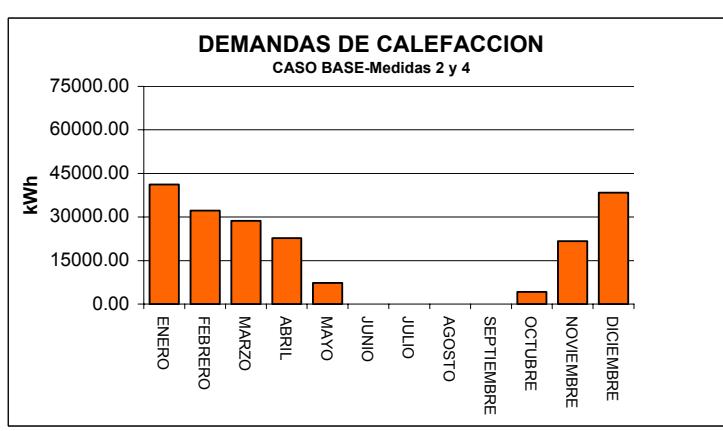


Figura 18. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2 y 4 conjuntamente

Fuente: CENER

DEMADAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	32621.16
FEBRERO	25058.69
MARZO	22019.93
ABRIL	17291.39
MAYO	4535.09
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	2631.93
NOVIEMBRE	16094.93
DICIEMBRE	30083.94
TOTAL	150337.05

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
47.5

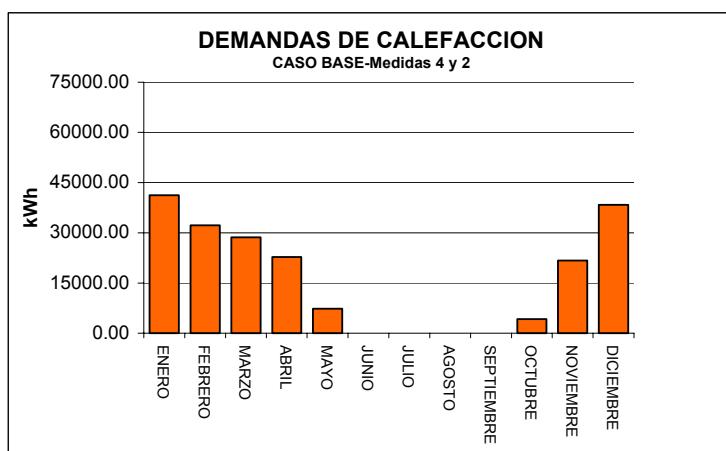


Figura 19. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1,2 y 4 conjuntamente

Fuente: CENER

2.4. CONCLUSIONES

Se puede resumir la efectividad de dichas medidas de ahorro en los siguientes gráficos:

DEMANDA DE CALEFACCION	
MEDIDA 1	99.5
MEDIDA 2	107.9
MEDIDA 3	74.6
MEDIDA 4	67.7
MEDIDA 2+4	62.1
MEDIDA 1+2+4	47.5

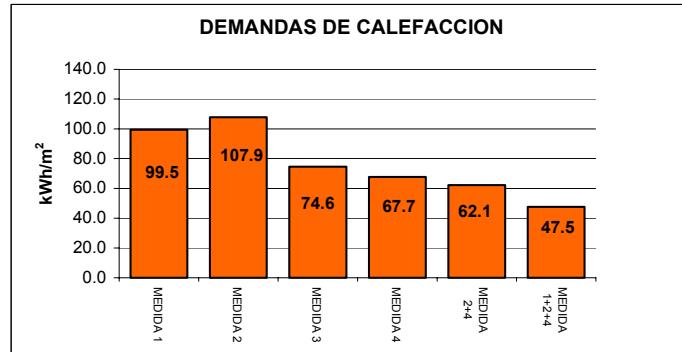


Figura 20. Demandas de calefacción según medidas

Fuente: CENER

ENERGÍA AHORRADA SEGÚN MEDIDAS	
	%
MEDIDA 1	11.9%
MEDIDA 2	4.5%
MEDIDA 3	34.0%
MEDIDA 4	40.1%
MEDIDA 2+4	45.0%
MEDIDA 1+2+4	58.0%

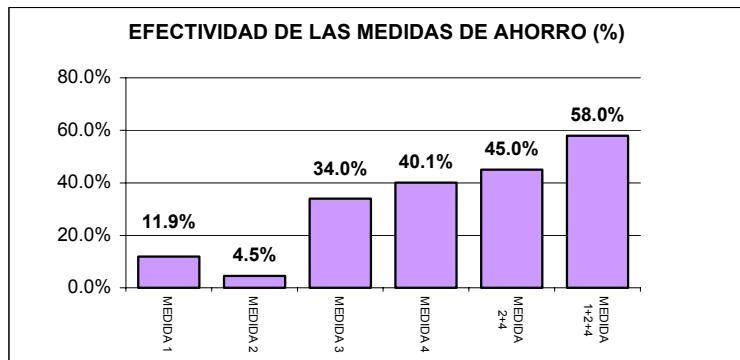


Figura 21. Porcentaje de ahorro en demandas de calefacción según medidas

Fuente: CENER

Como se puede observar de los gráficos anteriores, las medidas de ahorro que dependen de la “calidad energética” de las carpinterías, son mucho más eficientes que el resto, ya que inciden directamente sobre los dos factores claves de las perdidas térmicas en un edificio, las infiltraciones, y las perdidas por transmisión en cerramientos transparentes.

Con la instalación de carpinterías de alta calidad energética (permeabilidad de al menos clase 2, de marco de aluminio con $U= 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U= 1.8 \text{ W/m}^2$), se logran ahorros del orden del 40%.

También, se puede observar, que el ahorro derivado de aislar los muros exteriores, es menor del que previsiblemente se esperaría (11.9%). Esto es debido a que en este caso, la proporción de muro exterior, sobre el total de cerramiento exterior es bastante reducida. No obstante en

una rehabilitación en la que hubiera que colocar andamios, para rehabilitar el aplacado exterior, sería muy interesante estudiar la posibilidad de inyectar a través de agujeros realizados en fachada y posteriormente tapados por el aplacado exterior, aislamiento acorde a este procedimiento constructivo, para llenar la cámara de aire existente.

El aislamiento de la cubierta, aun siendo una medida que porcentualmente ahorra poco (4.5%), es una medida muy rentable, debido a su relativo bajo coste.

La aplicación de todas las medidas propuestas, inducen un ahorro cercano al 60%, lo que, en el supuesto de la individualización de consumos, repercutiría directamente sobre la factura de calefacción.

Como resumen, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Según las estimaciones planteadas en la redacción de este informe, parece que el consumo energético facturado a los vecinos es algo superior al que según las simulaciones les correspondería. No obstante este punto no se puede demostrar hasta la individualización del consumo, al menos por portales.
- La falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, lo que conlleva a que, se esté demandando casi un **20%** mas de energía para climatizar el edificio, de lo estipulado como estándar (20°C por el día y 17°C por la noche.)
- Según está el edificio en la actualidad, los márgenes de ahorro son muy grandes, yendo desde el 5% si se aísla la cubierta, hasta mas de un 50% si llevamos a cabo una rehabilitación integral del edificio (aislamiento de muros exteriores, aislamiento en cubierta, colocación de carpinterías de alta calidad)
- Dado el peculiar diseño del edificio (mucho porcentaje de vidrio exterior), las medidas encaminadas a mejorar las infiltraciones, y la transmitancia térmica de las ventanas, mediante el cambio de carpinterías, producen ahorros de hasta el 40%
- En general, este edificio tiene un potencial de mejora energética muy grande, siendo indispensable una individualización de consumos, como medida clave para acometer obras de rehabilitación energética del edificio e incentivar el uso eficiente del mismo por parte de los usuarios.

Proyecto: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 2-Informe 2.2 Análisis Simulación bloque Paseo
de los Olmos 5-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 2-Informe 2.2 Análisis Simulación bloque
Paseo de los Olmos 5-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del
Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Francisco Serna**
Javier Llorente

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Jefe de proyecto **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. OBJETO Y ALCANCE	5
1.3. METODOLOGÍA	5
1.4. CONCLUSIONES.....	5
2. ANÁLISIS SIMULACIÓN BLOQUE PASEO DE LOS OLIMOS 5	6
2.1. INTRODUCCION	6
2.2. SITUACIÓN ACTUAL	6
2.2.1. Descripción y estado actual del edificio	6
2.2.2. Consumo actual del edificio	10
2.2.3. Consumo estimado del edificio. Simulaciones.....	10
2.3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES	16
2.4. CONCLUSIONES.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación del edificio “Paseo de los Olmos 5”	6
Figura 2. Planta del edificio. Viviendas.....	7
Figura 3. Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este.....	8
Figura 4. Fachada norte	8
Figura 5. Izquierda: fachada Sur y Oeste. Derecha: fachadas norte y este.....	9
Figura 6. Detalles muro cortina (frente de forjado).....	9
Figura 7. Modelo del edificio en Design Builder	11
Figura 8. Tabla de Parámetros de consigna de sistemas de climatización, cargas internas y otros aspectos independientes de la envolvente del edificio.....	12
Figura 9. Tabla de Parámetros de los cerramientos exteriores.....	13
Figura 10. Demandas de calefacción con las condiciones estándar.....	14
Figura 11. Nuevas consignas de calefacción	14
Figura 12. Demandas de calefacción con las condiciones reales.....	14
Figura 13. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1	17
Figura 14. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2	17
Figura 15. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 3	17
Figura 16. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 4	18
Figura 17. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2 y 4 conjuntamente	18
Figura 18. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1,2 y 4 conjuntamente.....	18
Figura 19. Demandas de calefacción según medidas.....	19
Figura 20. Porcentaje de ahorro en demandas de calefacción según medidas	19

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. INTRODUCCIÓN

La evaluación energética de los edificios mediante programas de simulación, es una solución eficaz y poco intrusiva para analizar el comportamiento energético de los edificios, sin tener que recurrir a sofisticados métodos de monitorización. Esta demostrado que la fiabilidad de estos software de evaluación es realmente alta, siempre que los parámetros de entrada del mismo se ajusten a la realidad lo más posible.

Los resultados obtenidos de estos análisis, nos ayudarán a entender el comportamiento térmico real del edificio, y las pautas de actuación mas eficientes que puedan llevarse a cabo dentro de la rehabilitación energética, ayudándonos a tomar decisiones sobre las medidas de mejora a adoptar.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar la evaluación energética del edificio correspondiente al portal 5 del Paseo de los Olmos, en el barrio de Bidebieta, en las condiciones de estado y utilización que se dan en la actualidad.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado un software especializado en evaluación energética de edificios, Energy PLUS, a través de un interface grafico diseñado a tal fin (Design Builder).

1.4. CONCLUSIONES

Según las estimaciones planteadas en la redacción de este informe, parece que el consumo energético facturado a los vecinos es bastante superior al que según las simulaciones les correspondería (mayor del 40%). No obstante este punto no se puede demostrar hasta la individualización del consumo, al menos por portales. Por otro lado, según está el edificio en la actualidad, los márgenes de ahorro son muy grandes, yendo desde el 5% si se aísla la cubierta, hasta más de un 50% si llevamos a cabo una rehabilitación integral del edificio (aislamiento de muros exteriores, aislamiento en cubierta, colocación de carpinterías de alta calidad).

En general, este edificio tiene un potencial de mejora energética muy grande, siendo indispensable una individualización de consumos, como medida clave para acometer obras de rehabilitación energética del edificio e incentivar el uso eficiente del mismo por parte de los usuarios.

2. ANÁLISIS SIMULACIÓN BLOQUE PASEO DE LOS OLmos 5

2.1. INTRODUCCION

Este documento representa la segunda entrega de los trabajos correspondientes a la evaluación energética de los edificios del barrio de Bidebieta, la simulación del comportamiento térmico de los edificios mediante software especializado, enclavado dentro de las acciones incluidas en el apartado de diagnosis energética del Barrio de Bidebieta.

En el caso, que se presenta aquí, se ha realizado un análisis exhaustivo del comportamiento térmico del edificio situado en el paseo de los Olmos nº 5, en diferentes condiciones de uso, y su comparación con los datos de consumos reales del mismo.

2.2. SITUACIÓN ACTUAL

2.2.1. Descripción y estado actual del edificio

El portal 5 de la Calle Paseo de los Olmos, se encuentra geográficamente en el este de la urbanización conocida como Bidebieta II. Ver figura siguiente.

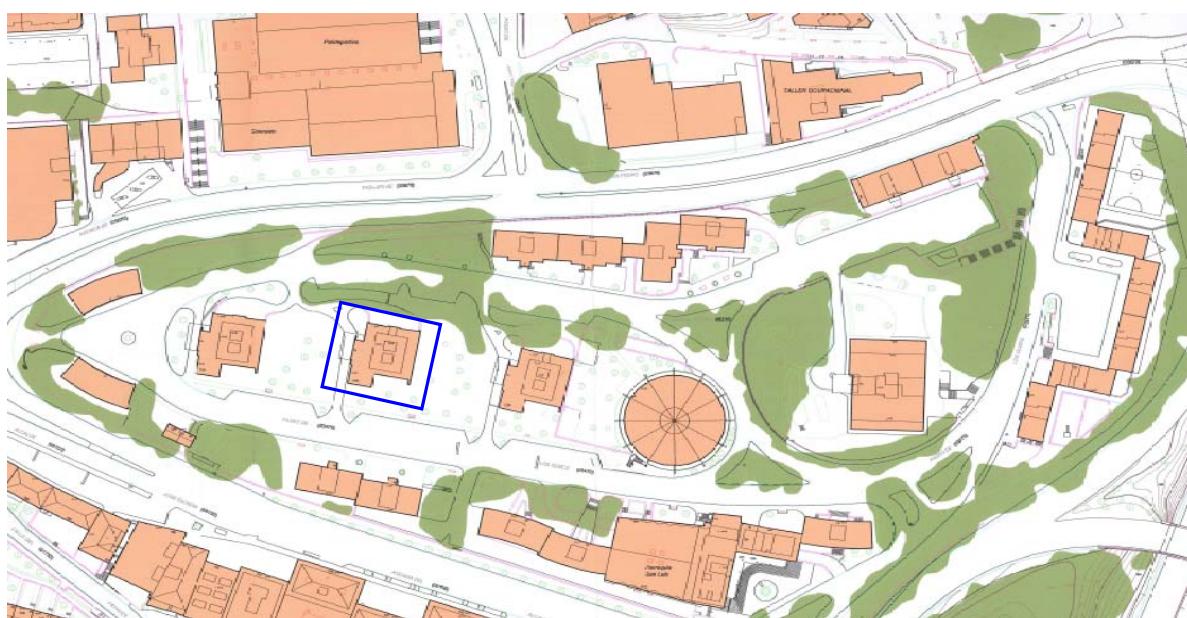


Figura 1. Situación del edificio "Paseo de los Olmos 5"

Fuente: CENER

Este portal, corresponde a una torre de baja+11 de planta cuadrada, aislada, con las cuatro orientaciones expuestas, y girada levemente (150°) respecto a la dirección N-S idéntica en planta al edificio correspondiente al portal 7, salvo la terrazas situadas en las fachadas este y oeste, que en esta torre se encuentran incluidas dentro de la vivienda.

El edificio comprende 22 viviendas de $185m^2$ aproximadamente, teniendo la mitad de ellas orientación Este y la otra mitad orientación Oeste, compartiendo todas ellas las orientaciones

Norte Y Sur (ver figura siguiente).

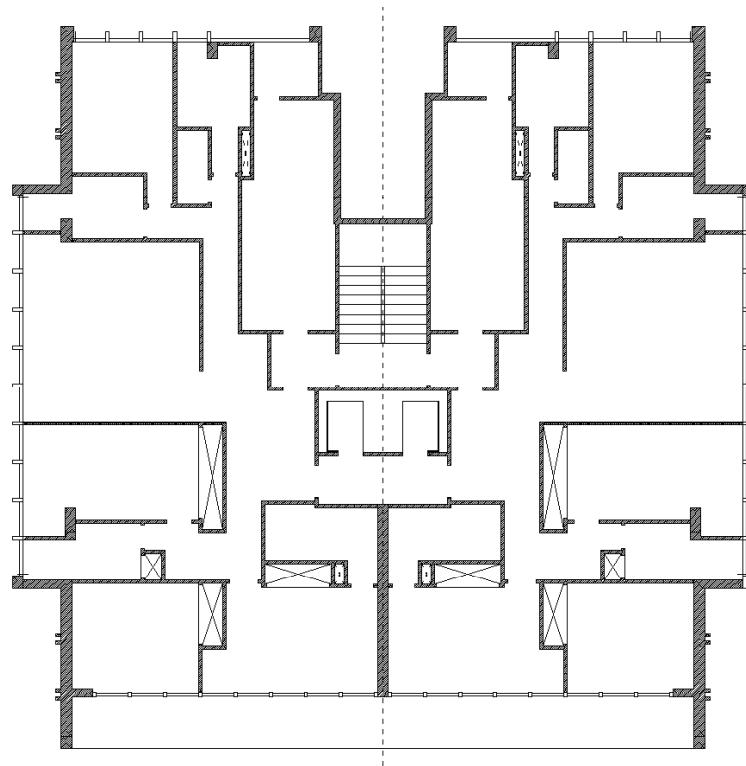


Figura 2. Planta del edificio. Viviendas

Fuente: CENER

La envolvente exterior está compuesta por un muro compuesto por dos hojas de fábrica de ladrillo hueco separados por una cámara de aire sin ventilar, y revestido por el exterior mediante aplacado de mármol, sujetado mediante mortero. El edificio carece totalmente de aislamiento, ni en cámara, ni en la protección de los puentes térmicos (frentes de forjado, carpinterías, pilares...).

Como se ha comentado anteriormente, a diferencia del edificio del portal 7, las fachadas este y oeste presentan un muro cortina, constituido en su mayor parte por un acristalamiento transparente con carpintería de aluminio sin rotura de puentes térmico. En el resto el muro cortina (que corresponde al frente de forjado) esta constituido por un vidrio coloreado al que se le ha trasdosado un panel de DM, comunicando directamente con el falso techo de la vivienda en su parte inferior, y con el rodapié del suelo de la vivienda de encima, en la parte superior. Este detalle puede verse en una fotografía de detalle que se muestran mas adelante. Este muro cortina cierra exteriormente el espacio que en el bloque 7 correspondían a terrazas exteriores.

El muro cortina está algo deteriorado, presentando grandes deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones.

El estado de conservación del edificio en general, es bueno, aunque en la fachada existen desperfectos que producen filtraciones, que provocan humedades en algunas viviendas. Hay también ventanales de pavés, en la fachada norte, que comunican con zonas comunes que se

encuentran en mal estado.

A continuación pueden verse algunas imágenes del edificio, y algunos detalles del estado del mismo.



Figura 3. Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este

Fuente: CENER



Figura 4. Fachada norte

Fuente: CENER



Figura 5. Izquierda: fachada Sur y Oeste. Derecha: fachadas norte y este

Fuente: CENER



Figura 6. Detalles muro cortina (frente de forjado)

Fuente: TEUSA

El sistema de calefacción de estas viviendas es centralizado (calefacción de distrito) perteneciendo a la misma red general de suministro de todo el barrio.

El sistema de distribución¹ de calor es análogo al bloque 7, por lo que no se va a incidir más sobre ello.

¹ Para saber más de este aspecto, consultar el informe "Bidebieta -Fase 2-Informe 2.1- Simulación Bloque Paseo de los Olmos 7-Rev.1"

2.2.2. Consumo actual del edificio

Como se ha comentado, en el informe “*Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1*”, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). El funcionamiento del sistema de gestión, suministro y facturación de la calefacción es análoga al bloque correspondiente al portal 7.

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, los ratios de consumo por superficie, y el resto de los aspectos y valores estimados en el bloque analizado anteriormente son válidos² para este, por lo que no va a volver a comentar en este informe, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0.0417€/kWh de gas³ natural, obtenemos un consumo neto de gas natural de:

129.05 kWh/m²

2.2.3. Consumo estimado del edificio. Simulaciones.

2.2.3.1. Condiciones estándar

Con el objeto de poder establecer los márgenes de reducción en el consumo energético (y por consiguiente económico) de calefacción, bien a través de la mejora de la envolvente, bien a través de la mejora de las instalaciones de calefacción, se han realizado diversas simulaciones mediante software de cálculos térmicos dinámicos (Energy PLUS), a través de un interface gráfico diseñado a tal fin (Design Builder) de modo similar a los otros dos bloques analizados.

En la siguiente figura se puede ver el modelizado del edificio:

² Para saber más de este aspecto, consultar el informe “*Bidebieta -Fase 2-Informe 2.1- Simulación Bloque Paseo de los Olmos 7-Rev.1*”

³ Precio del gas natural tarifa último recurso, para consumos de más de 150MWh año + iva en el 2009

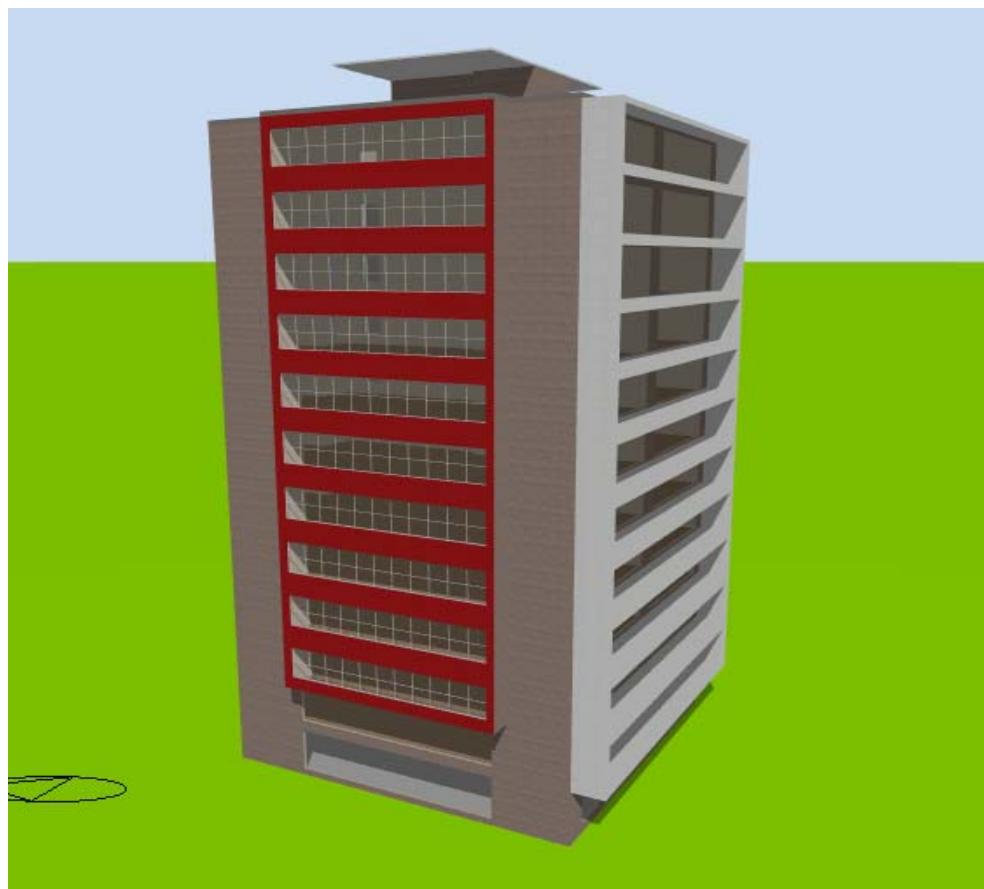


Figura 7. Modelo del edificio en Design Builder

Fuente: CENER

En primer lugar se han realizado simulaciones según las condiciones de uso, que marca el "Documento de Aceptación de Programas Informáticos Alternativos", editado por IDAE, y el Ministerio de Vivienda, y que marca unos condicionantes de uso estándar en viviendas, y que son las que utiliza el programa CALENER, para la Calificación energética.

Estas condiciones pueden verse en las tablas siguientes:

CALEFACCIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	17°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°
REFRIGERACIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	00:00 - 7:00	27°
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	8:00 - 15:00	-
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	16:00 - 23:00	25°
RENOVACIÓN DE AIRE			
DIAS	MESES	HORARIO	RENOV/HORA
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	1:00 - 8:00	4
INFILTRACIONES			
DIAS	MESES	HORARIO	RENOV/HORA
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	24 HORAS	1
CARGAS INTERNAS			
DIAS	MESES	HORARIO	W/m ²
CARGA SENSIBLE DEBIDA A OCUPACIÓN			
LABORAL	TODO EL AÑO	00:00 - 7:00	2.15
LABORAL	TODO EL AÑO	8:00 - 15:00	0.54
LABORAL	TODO EL AÑO	16:00 - 23:00	1.08
SABADO Y FESTIVOS	TODO EL AÑO	24 HORAS	2.15
CARGA LATENTE DEBIDA A OCUPACIÓN			
LABORAL	TODO EL AÑO	00:00 - 7:00	1.36
LABORAL	TODO EL AÑO	8:00 - 15:00	0.34
LABORAL	TODO EL AÑO	16:00 - 23:00	0.68
SABADO Y FESTIVOS	TODO EL AÑO	24 HORAS	1.36
ILUMINACIÓN			
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	1:00 - 7:00	0.44
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	8:00 - 18:00	1.32
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	19:00	2.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	20:00 - 23:00	4.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	0:00	2.2
EQUIPOS			
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	1:00 - 7:00	0.44
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	8:00 - 18:00	1.32
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	19:00	2.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	20:00 - 23:00	4.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	0:00	2.2

Figura 8. Tabla de Parámetros de consigna de sistemas de climatización, cargas internas y otros aspectos independientes de la envolvente del edificio

Fuente: CENER

Hay que hacer alguna puntualizaciones, a las tablas anteriores:

- Aunque el edificio no posee sistema de refrigeración común, se ha introducido unos valores de referencia para poder establecer las demandas y consumos de refrigeración

- El valor de “4” renovaciones/hora que aparece en la tabla, corresponden al efecto generado por la ventilación nocturna, conocido como free-cooling.
- La tasa de infiltraciones que aparece como “1” renovaciones/hora corresponde al efecto de la entrada de aire no deseada a través de los marcos de las carpinterías exteriores. Se ha supuesto este valor, como un valor razonable⁴ para carpinterías con cierto grado de antigüedad, como es este caso.

Los parámetros utilizados para los cerramientos, se pueden ver en las siguientes figuras:

MURO EXTERIOR	U= W/m ² K	
APLACADO DE MARMOL+ MORTERO DE AGARRE+ 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO DOBLE+ MORTERO+CAMARA DE AIRE SIN VENTILAR+ LADRILLO HUECO DOBLE+ ENLUCIDO DE YESO	1,21	
MURO ESCALERA	U= W/m ² K	
MORTERO DE AGARRE+ 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO DOBLE+ ENLUCIDO DE YESO	2,13	
CUBIERTA	U= W/m ² K	
ASFALTO+BALDOAS CERÁMICA+MORTERO DE CEMENTO+SOLERA DE HORMIGON+FORJADO CERAMICO +ENLUCIDO DE YESO	1,71	
MURO CORTINA		
CARPINTERIA EXTERIOR	U= W/m ² K	ABSORTIVIDAD
CARPINTERIA DE ALUMINIO ANODIZADO SIN ROTURA DE PUENTE TERMICO	5,7	0,4
VIDRIO EXTERIOR PARTE TRANSPARENTE	U= W/m ² K	FACTOR SOLAR
VIDRIO DOBLE NORMAL 4-6-4	3	0,73
VIDRIO EXTERIOR PARTE OPACA (CANTO DE FORJADO)	U= W/m ² K	ABSORTIVIDAD
VIDRIO SIMPLE COLOREADO+ TABLERO DMF + CAMARA DE AIRE LIG. VENTILADA	1,42	0,8

Figura 9. Tabla de Parámetros de los cerramientos exteriores

Fuente: CENER

- Resultados

Los resultados obtenidos, según los parámetros definidos en el punto anterior, se resumen en las siguientes graficas:

⁴ Este valor, es muy determinante en los cálculos de las simulaciones energéticas, ya que las pérdidas que se producen debido a este efecto son muy cuantiosas. Este valor, que es muy variable y difícil de determinar a diferencia de otros parámetros utilizados en las simulaciones (transmitancia de cerramientos, cargas internas...), depende del estado de los cerramientos exteriores, sobre todo en las carpinterías. En este caso se ha supuesto un valor de “1” renovaciones por hora, pero solamente un análisis exhaustivo mediante ensayos específicos de medidas de infiltraciones en viviendas (método de la dilución de un gas, o el método de la “blower door”) pueden darnos un valor mas aproximado a la realidad. Destacar por tanto que los valores de las simulaciones aquí obtenidos se refieren únicamente al supuesto de que la tasa de infiltraciones sea igual a 1.

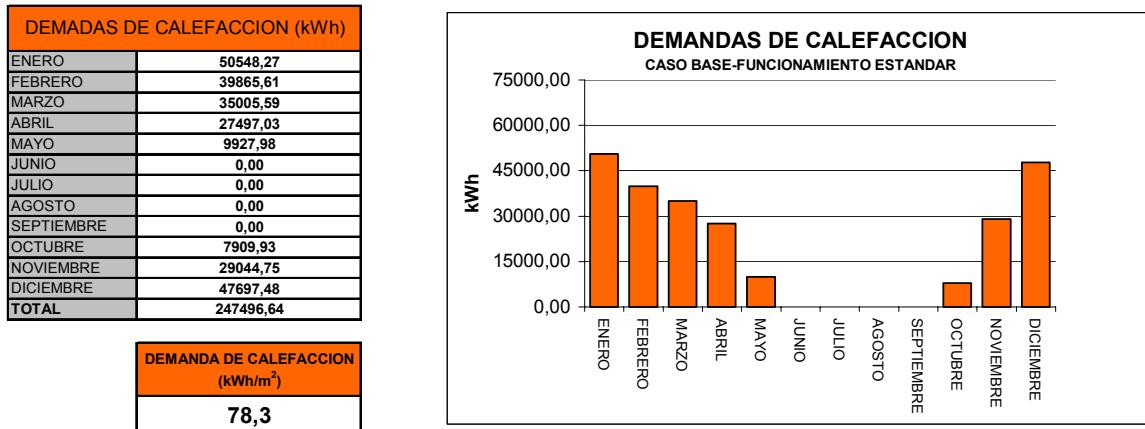


Figura 10. Demandas de calefacción con las condiciones estándar

Fuente: CENER

2.2.3.2. Condiciones específicas

En realidad, las condiciones de uso difieren de las condiciones estándar que fija el programa CALENER. Se han variado las condiciones de uso, para ajustarlas a las condiciones reales de uso. De los parámetros fijados anteriormente, sólo se ha modificado lo que se refiere a las consignas y horarios de temperatura:

CALEFACCION			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	20°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°

Figura 11. Nuevas consignas de calefacción

Fuente: CENER

Con estas nuevas condiciones de partida, los datos de las simulaciones, se observan en los siguientes gráficos:

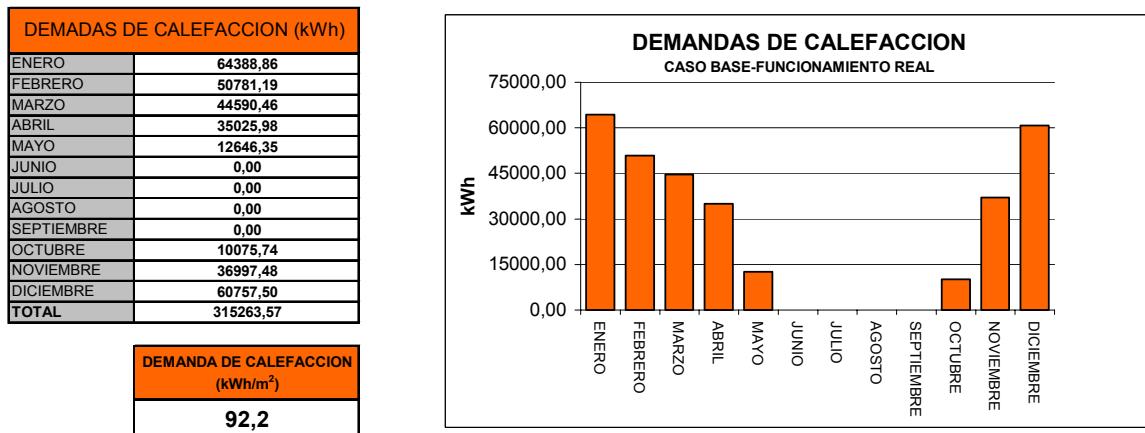


Figura 12. Demandas de calefacción con las condiciones reales

Fuente: CENER

Se observa por un lado que, la falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, está provocando que, de las condiciones estándar de funcionamiento (descritas anteriormente en la figura 8), a las condiciones reales, estemos demandando casi un **18%** más de energía para climatizar el edificio.

Por otro lado, y como se desprende de los valores calculados anteriormente, los valores estimados reales, **129.05 kWh/m²**, y los valores teóricos simulados, **92.2 kWh/m²** están dentro del mismo rango. No se debe, interpretar estos datos de modo literal, ya que en ambos casos son estimaciones a partir de unos supuestos dados, aunque sí sirve para comprobar que son valores efectivamente, dentro del mismo rango, lo que garantizan la fiabilidad de las conclusiones finales de este informe.

Además, el valor obtenido de las simulaciones, debería ser algo inferior, basándonos en las declaraciones de varios vecinos que aseguran que las temperaturas interiores, rara vez llegan a 20°, siendo un valor más usual el de 18-19°C, sobre todo en días fríos, y en que algunas viviendas ya han renovado sus ventanas en mayor o menor medida, aspecto este que no se ha contemplado en las simulaciones.

En este caso a diferencia de los valores estimados reales y los valores teóricos simulados es mayor que en el caso de la torre 7, alcanzándose un consumo estimado real superior al simulado en más de un **40%**. Es muy importante recalcar que este valor de **129.05 kWh/m²** **no es el valor real del consumo**, sino la estimación del consumo que se les está facturando a los vecinos de este bloque, y que en este caso parece muy superior al que realmente consumen.

El mejor comportamiento del bloque 5 respecto del bloque 7, aparentemente muy similares, estriba en dos factores fundamentales:

- La solución del muro cortina propuesto en la torre 5, en la zona de protección de los cantos de los forjados⁵, se comporta bastante mejor que en el caso de la torre 7, en la que éstos no están térmicamente protegidos.
- La ausencia de protecciones solares en las fachadas este y oeste (aleros de las terrazas), que si disponían en la torre 7, permiten ganancias solares⁶ superiores que hacen disminuir las demandas de calefacción.

⁵ Hay que tener en cuenta que las pérdidas por los puentes térmicos (cantos de forjado, pilares, cajas de persianas...)

⁶ Debido a este factor, es posible por el contrario, que esta torre sufra problemas de sobrecalentamiento en algunos días de verano.

2.3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES

La situación actual de la comunidad de Bidebieta es muy compleja, donde los usuarios están muy descontentos debido por un lado a un coste excesivo en el recibo de la calefacción y por otro a la falta de confort de sus viviendas, se añade a su vez, el descontento, por parte de la ESE, que asegura, que con lo aportado por los vecinos, apenas cubre los gastos del combustible. Esto es debido fundamentalmente a que el deficiente estado de la envolvente de los edificios (desde el punto de vista térmico), provoca unas pérdidas energéticas muy cuantiosas, que afectan económicamente a ambas partes, y unas condiciones de confort insuficientes.

En este apartado se van a analizar, desde un punto de vista teórico (mediante simulaciones del modelo), la influencia que tendría la aplicación de medidas de ahorro en el ámbito de la envolvente térmica⁷, a partir del caso base y condiciones reales de uso.

Se han planteado 4 soluciones posibles, y se ha analizado la influencia de cada una de ellas, por separado y conjuntamente. Dichas soluciones son las siguientes:

- Medida 1. Relleno de las cámaras de aire de los muros exteriores de algún tipo de aislante (perlita, borra de lana de roca, espuma de poliuretano...)junto con la colocación de un panel de aislamiento tras las partes opacas (vidrios rojos) de las fachadas este y oeste
- Medida 2. Aislamiento de la cubierta con una manta de aislamiento de 15cm de espesor
- Medida 3. Sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U= 3.2 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles 4/12/4 de $U= 3.0 \text{ W/m}^2$
- Medida 4. Sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U= 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U= 1.8 \text{ W/m}^2$

Los resultados de las simulaciones del caso base con condiciones de uso reales, se pueden ver en las tablas siguientes:

⁷ Hay que tener en cuenta que para que la eficacia de las medidas de ahorro en la envolvente térmica pueda verse reflejada en la factura del usuario, es necesario instalar previamente un sistema de contabilización de consumos por portales por un lado, y de cambio en el procedimiento de facturación de la energía, vigente en la actualidad. Estos aspectos, han sido ampliamente explicados y analizados en el documento: "Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

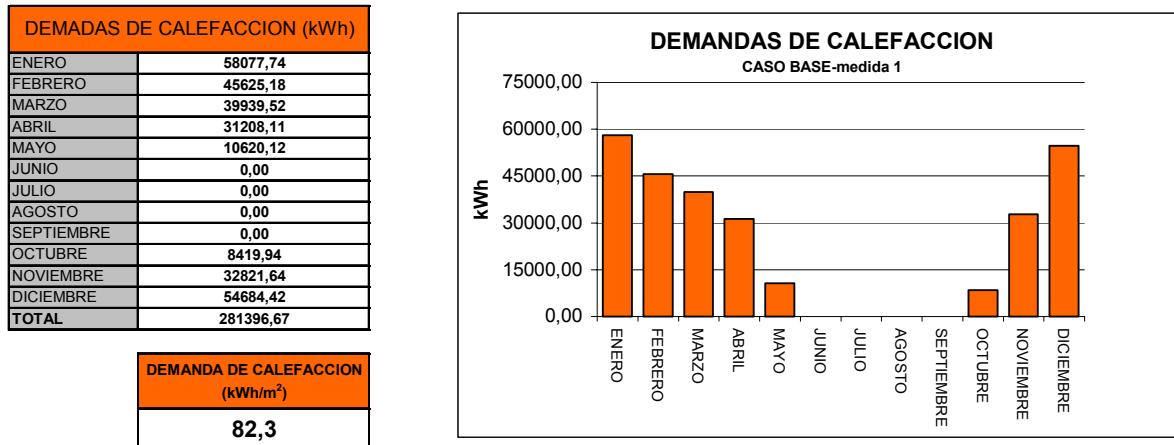


Figura 13. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1

Fuente: CENER

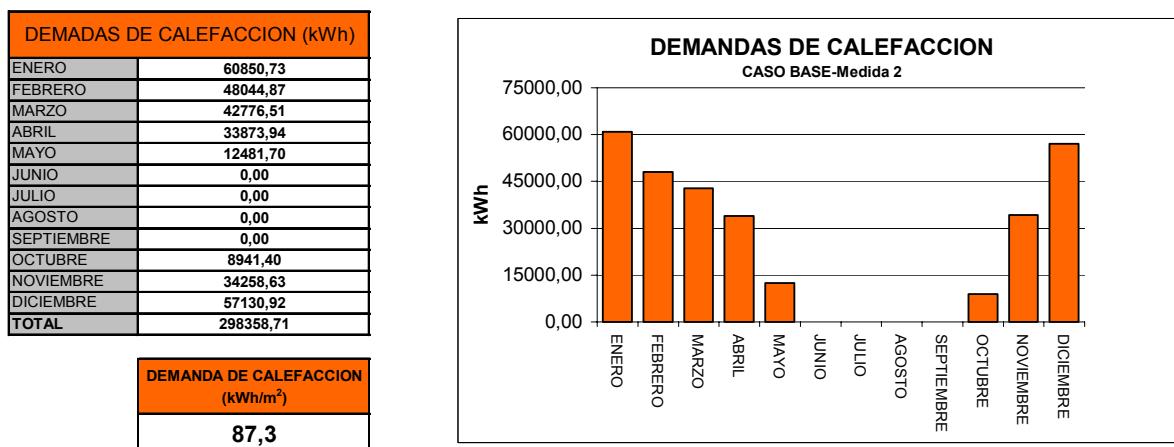


Figura 14. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2

Fuente: CENER

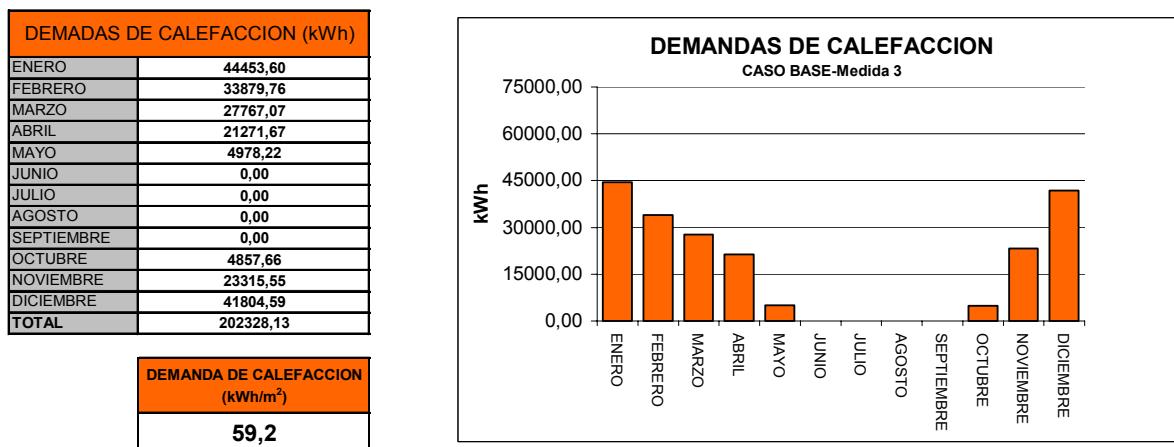


Figura 15. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 3

Fuente: CENER

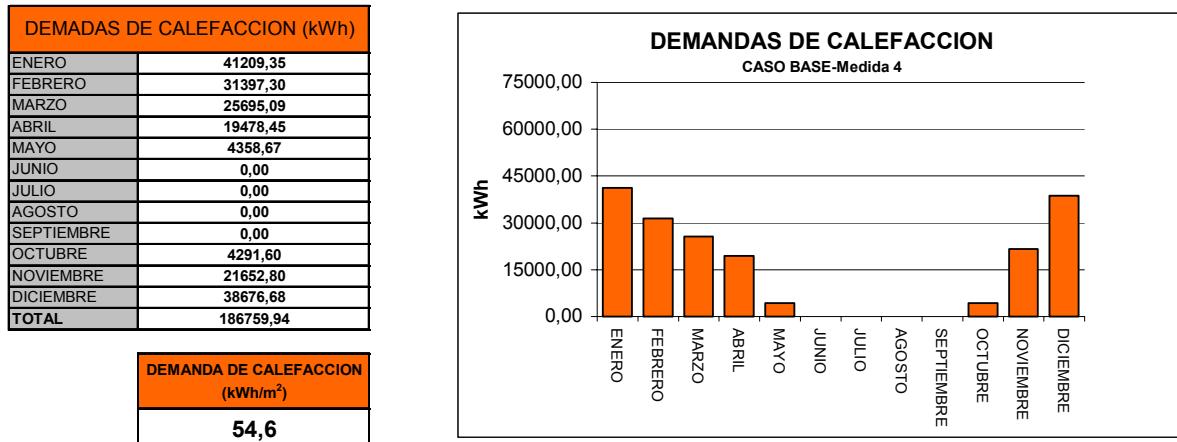


Figura 16. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 4

Fuente: CENER

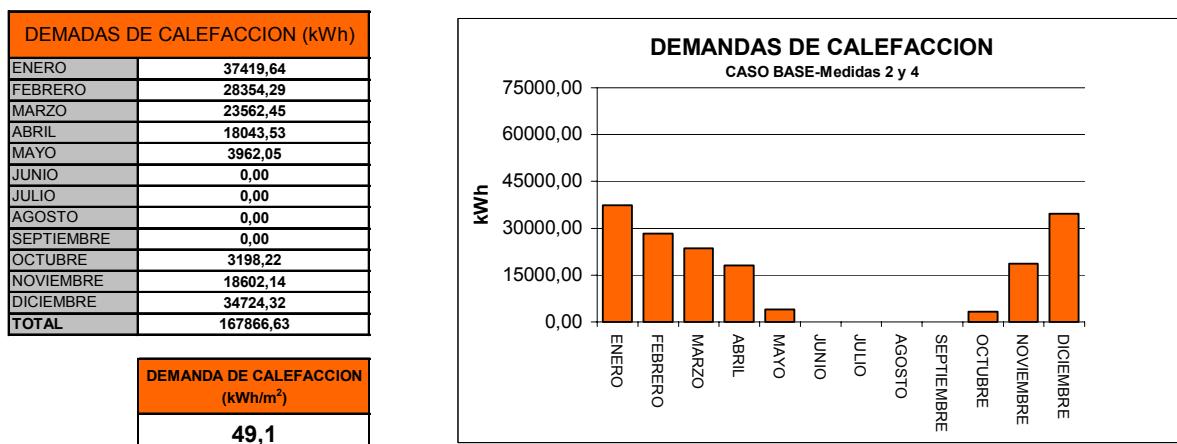


Figura 17. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2 y 4 conjuntamente

Fuente: CENER

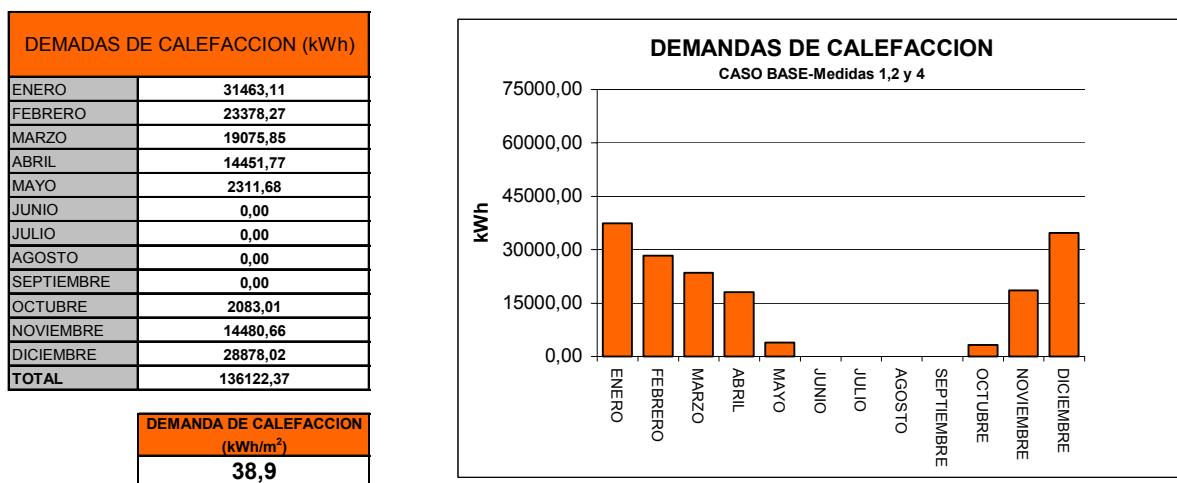


Figura 18. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1,2 y 4 conjuntamente

Fuente: CENER

2.4. CONCLUSIONES

Se puede resumir la efectividad de dichas medidas de ahorro en los siguientes gráficos:

DEMANDA DE CALEFACCION	
MEDIDA 1	82,3
MEDIDA 2	87,3
MEDIDA 3	59,2
MEDIDA 4	54,6
MEDIDA 2+4	49,1
MEDIDA 1+2+4	38,9

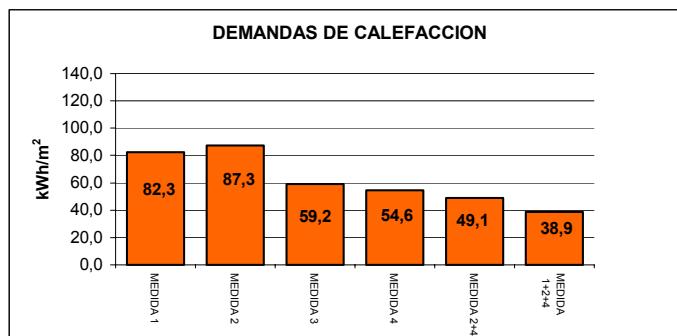


Figura 19. Demandas de calefacción según medidas

Fuente: CENER

ENERGÍA AHORRADA SEGÚN MEDIDAS	
	%
MEDIDA 1	10,7%
MEDIDA 2	5,3%
MEDIDA 3	35,8%
MEDIDA 4	40,8%
MEDIDA 2+4	46,7%
MEDIDA 1+2+4	57,8%

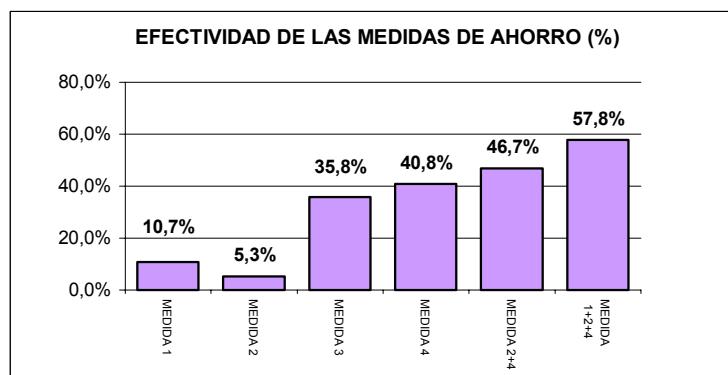


Figura 20. Porcentaje de ahorro en demandas de calefacción según medidas

Fuente: CENER

Al igual que en la torre 7, se puede observar de los gráficos anteriores, que las medidas de ahorro que dependen de la “calidad energética” de las carpinterías, son mucho más eficientes que el resto, ya que inciden directamente sobre los dos factores claves de las pérdidas térmicas en un edificio, las infiltraciones, y las pérdidas por transmisión en cerramientos transparentes.

Con la instalación de carpinterías de alta calidad energética (permeabilidad de al menos clase 2, de marco de aluminio con $U= 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U= 1.8 \text{ W/m}^2$), se logran ahorros del orden del 40%.

También, se puede observar, que el ahorro derivado de aislar los muros exteriores, es menor del que previsiblemente se esperaría (10.7%). Esto es debido a que en este caso, la proporción de muro exterior, sobre el total de cerramiento exterior es bastante reducida. No obstante en una rehabilitación en la que hubiera que colocar andamios, para rehabilitar el aplacado exterior, sería muy interesante estudiar la posibilidad de inyectar a través de agujeros realizados en

fachada y posteriormente tapados por el aplacado exterior, aislamiento acorde a este procedimiento constructivo, para llenar la cámara de aire existente. También podría aplicarse la solución de sustituir el tabique de fabrica interior en las zonas correspondientes al muro exterior opaco por otro tabique que incorporara un aislamiento y que ocupara el espacio de la cámara de aire existente, evitando así la pérdida de espacio útil en la vivienda.

El aislamiento de la cubierta, aun siendo una medida que porcentualmente ahorra poco (4.5%), es una medida muy rentable, debido a su relativo bajo coste.

La aplicación de todas las medidas propuestas, inducen un ahorro cercano al 60%, lo que, en el supuesto de la individualización de consumos, repercutiría directamente sobre la factura de calefacción.

Como resumen, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Según las estimaciones planteadas en la redacción de este informe, parece que el consumo energético facturado a los vecinos es bastante superior al que según las simulaciones les correspondería (mayor del 40%). No obstante este punto no se puede demostrar hasta la individualización del consumo, al menos por portales.
- La falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, lo que conlleva a que, se esté demandando casi un **18%** mas de energía para climatizar el edificio, de lo estipulado como estándar (20°C por el día y 17°C por la noche.)
- Según está el edificio en la actualidad, los márgenes de ahorro son muy grandes, yendo desde el 5% si se aísla la cubierta, hasta mas de un 50% si llevamos a cabo una rehabilitación integral del edificio (aislamiento de muros exteriores, aislamiento en cubierta, colocación de carpinterías de alta calidad)
- Dado el peculiar diseño del edificio (mucho porcentaje de vidrio exterior), las medidas encaminadas a mejorar las infiltraciones, y la transmitancia térmica de las ventanas, mediante el cambio de carpinterías, producen ahorros de hasta el 40%
- La solución de esta solución de muro cortina, en esta climatología y en esta tipología de edificios, muestra claramente su mejor comportamiento que la solución convencional, referidos a demandas de calefacción, además soluciona en gran parte las pérdidas térmicas por los cantos de los forjados. Esta solución requiere una buena ejecución en obra para asegurarse la estanqueidad de la vivienda.
- En general, este edificio tiene un potencial de mejora energética muy grande, siendo indispensable una individualización de consumos, como medida clave para acometer obras de rehabilitación energética del edificio e incentivar el uso eficiente del mismo por parte de los usuarios.

Proyecto: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 2-Informe 2.3 Análisis Simulación bloque Paseo
de los Olmos 26-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 2-Informe 2.3 Análisis Simulación bloque
Paseo de los Olmos 26-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del
Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Francisco Serna**
Javier Llorente

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Jefe de proyecto **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. OBJETO Y ALCANCE	5
1.3. METODOLOGÍA	5
1.4. CONCLUSIONES.....	5
2. ANÁLISIS SIMULACIÓN BLOQUE PASEO DE LOS OLIMOS 5	iERROR! MARCADOR NO DEFINIDO
2.1. INTRODUCCION	iERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2. SITUACIÓN ACTUAL	iERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.1. Descripción y estado actual del edificio	iError! Marcador no definido.
2.2.2. Consumo actual del edificio	iError! Marcador no definido.
2.2.3. Consumo estimado del edificio. Simulaciones....	iError! Marcador no definido.
2.3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES	iERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.4. CONCLUSIONES.....	iERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Situación del edificio "Paseo de los Olmos 5" **iError! Marcador no definido.**
- Figura 2. Planta del edificio. Viviendas..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura 3. Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este**iError! Marcador no definido.**
- Figura 4. Fachada norte **iError! Marcador no definido.**
- Figura 5. Izquierda: fachada Sur y Oeste. Derecha: fachadas norte y este**iError! Marcador no definido.**
- Figura 6. Detalles muro cortina (frente de forjado)..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura 7. Modelo del edificio en Design Builder **iError! Marcador no definido.**
- Figura 8. Tabla de Parámetros de consigna de sistemas de climatización, cargas internas y otros aspectos independientes de la envolvente del edificio**iError! Marcador no definido.**
- Figura 9. Tabla de Parámetros de los cerramientos exteriores**iError! Marcador no definido.**
- Figura 10. Demandas de calefacción con las condiciones estándar**iError! Marcador no definido.**
- Figura 11. Nuevas consignas de calefacción **iError! Marcador no definido.**
- Figura 12. Demandas de calefacción con las condiciones reales**iError! Marcador no definido.**
- Figura 13. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1**iError! Marcador no definido.**
- Figura 14. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2**iError! Marcador no definido.**
- Figura 15. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 3**iError! Marcador no definido.**
- Figura 16. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 4**iError! Marcador no definido.**
- Figura 17. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2 y 4 conjuntamente**iError! Marcador no definido.**
- Figura 18. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1,2 y 4 conjuntamente..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura 19. Demandas de calefacción según medidas..... **iError! Marcador no definido.**
- Figura 20. Porcentaje de ahorro en demandas de calefacción según medidas**iError! Marcador no definido.**

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. INTRODUCCIÓN

La evaluación energética de los edificios mediante programas de simulación, es una solución eficaz y poco intrusiva para analizar el comportamiento energético de los edificios, sin tener que recurrir a sofisticados métodos de monitorización. Esta demostrado que la fiabilidad de estos software de evaluación es realmente alta, siempre que los parámetros de entrada del mismo se ajusten a la realidad lo más posible.

Los resultados obtenidos de estos análisis, nos ayudarán a entender el comportamiento térmico real del edificio, y las pautas de actuación mas eficientes que puedan llevarse a cabo dentro de la rehabilitación energética, ayudándonos a tomar decisiones sobre las medidas de mejora a adoptar.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar la evaluación energética del edificio correspondiente al portal 26 del Paseo de los Olmos, en el barrio de Bidebieta, en las condiciones de estado y utilización que se dan en la actualidad.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado un software especializado en evaluación energética de edificios, Energy PLUS, a través de un interface grafico diseñado a tal fin (Design Builder).

1.4. CONCLUSIONES

Según las estimaciones planteadas en la redacción de este informe, parece que el consumo energético facturado a los vecinos es algo superior al que según las simulaciones les correspondería, y menor que el de sus convecinos de otros bloques sin embargo pagan lo mismo que ellos. No obstante este punto no se puede demostrar hasta la individualización del consumo, al menos por portales. Por otro lado, Según está el edificio en la actualidad, los márgenes de ahorro son muy grandes, yendo desde el 5% si se aísla la cubierta, hasta casi un 65% si llevamos a cabo una rehabilitación integral del edificio (aislamiento de muros exteriores, aislamiento en cubierta, colocación de carpinterías de alta calidad).

En general, este edificio tiene un potencial de mejora energética muy grande, siendo indispensable una individualización de consumos, como medida clave para acometer obras de rehabilitación energética del edificio e incentivar el uso eficiente del mismo por parte de los usuarios. Además, es muy importante reseñar, que en este caso, a diferencia de los anteriores, el coste de la rehabilitación sería mucho menos costosa que en los bloques, ya que tanto el cambio de carpinterías como la solución del aislamiento de las fachadas este y oeste por el exterior, se puede realizar con mucha facilidad, sin necesidad de la colocación de andamios, lo que abarata mucho la rehabilitación.

2. ANÁLISIS SIMULACIÓN BLOQUE PASEO DE LOS OLmos 26

2.1. INTRODUCCION

Este documento representa la tercera entrega de los trabajos correspondientes a la evaluación energética e los edificios del barrio de Bidebieta, simulación del comportamiento térmico de los edificios mediante software especializado y enclavado dentro de las acciones incluidas en el apartado de diagnosis energética del Barrio de Bidebieta.

En el caso, que se presenta aquí, se ha realizado un análisis exhaustivo del comportamiento térmico del edificio situado en el paseo de los Olmos nº 26, en diferentes condiciones de uso, y su comparación con los datos de consumos reales del mismo.

2.2. SITUACIÓN ACTUAL

2.2.1. Descripción y estado actual del edificio

El portal 26 de la Calle Paseo de los Olmos, se encuentra geográficamente en el oeste de la urbanización conocida como Bidebieta II. Ver figura siguiente.



Figura 1. Situación del edificio "Paseo de los Olmos 26"

Fuente: CENER

Este portal, corresponde a un bloque de baja+11 de planta rectangular, adosada a otros dos, con dos orientaciones principales expuestas, este y oeste, y una orientación semi-expuesta al norte, a diferencia de las otras dos torres evaluadas que eran totalmente aisladas. Este bloque esta girado levemente (15º) respecto a la dirección N-S.

El edificio comprende 22 viviendas de 90m² aproximadamente, teniendo todas las viviendas doble orientación este-oeste.

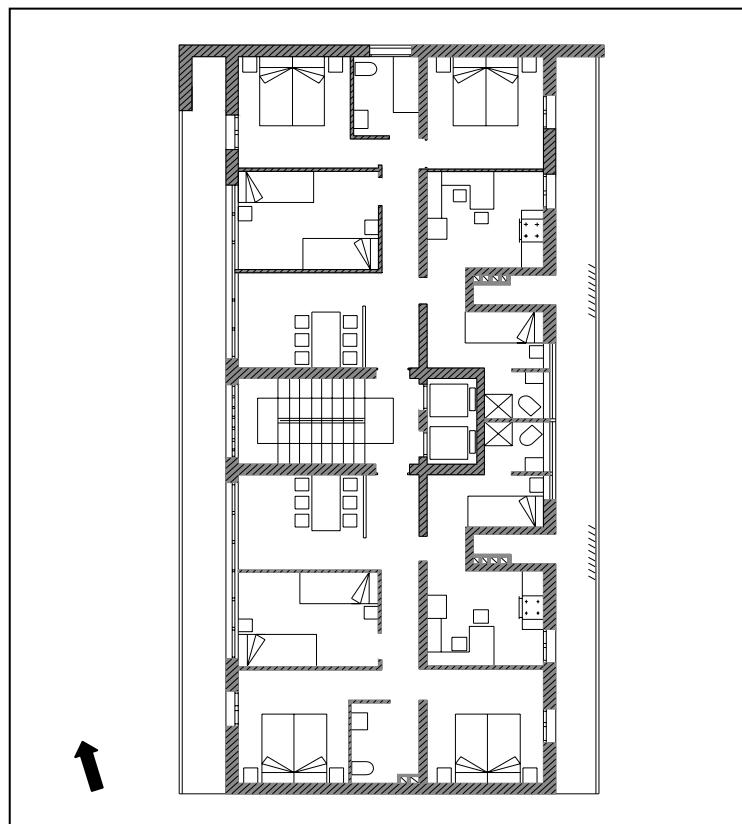


Figura 2. Planta del edificio. Viviendas

Fuente: CENER

La envolvente exterior está compuesta por un muro compuesto por dos hojas de fábrica de ladrillo hueco separados por una cámara de aire sin ventilar, y revestido por el exterior mediante aplacado de mármol sujetado mediante mortero, en su fachada norte, siendo esta completamente opaca, siendo su acabado en mortero hidrófugo pintado en las fachadas este y oeste. La fachada sur esta en contacto con el edificio colindante. El edificio carece totalmente de aislamiento, ni en cámara, ni en la protección de los puentes térmicos (frentes de forjado, carpinterías, pilares...).

El porcentaje de acristalamiento es también alto en las fachadas expuestas, > 40% en la fachada este y algo menor en la fachada oeste. Las carpinterías originales¹ son de aluminio sin rotura de puente térmico, con vidrios dobles 4/6/4, que en su mayoría presentan grandes deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones.

¹ Ha habido vecinos que han cambiado sus carpinterías originales.

El estado de conservación del edificio en general, es también bueno. Hay también ventanales de pavés, en la fachada oeste, que comunican con las cajas de escaleras.

A continuación pueden verse algunas imágenes del edificio:



Figura 3. Fachada oeste

Fuente: CENER



Figura 4. Izquierda: Detalle fachada oeste. Derecha: Detalle fachada este

Fuente: CENER



Figura 5. Izquierda: Fachada opaca norte. Derecha: Fachada este
Fuente: CENER

El sistema de calefacción de estas viviendas es centralizado (calefacción de distrito) perteneciendo a la misma red general de suministro de todo el barrio.

El sistema de distribución² de calor es análogo a los otros bloques evaluados, por lo que no se va a incidir más sobre ello.

2.2.2. Consumo actual del edificio

Como se ha comentado, en el informe “*Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1*”, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). El funcionamiento del sistema de gestión, suministro y facturación de la calefacción es análoga los dos bloques analizados.

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, los ratios de consumo por superficie, y el resto de los aspectos y valores estimados en los otros bloques son válidos para este, por lo que no va a volver a comentar en este informe, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0.0417€/kWh de gas³ natural, obtenemos un consumo neto de gas natural de:

129.05 kWh/m²

² Para saber mas de este aspecto, consultar el informe “*Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1*”

³ Precio del gas natural tarifa último recurso, para consumos de mas de 150MWh año + iva en el 2009

2.2.3. Consumo estimado del edificio. Simulaciones.

2.2.3.1. Condiciones estándar

Con el objeto de poder establecer los márgenes de reducción en el consumo energético (y por consiguiente económico) de calefacción, bien a través de la mejora de la envolvente, bien a través de la mejora de las instalaciones de calefacción, se han realizado diversas simulaciones mediante software de cálculos térmicos dinámicos (Energy PLUS), a través de un interface gráfico diseñado a tal fin (Design Builder) de modo similar a los otros dos bloques analizados.

En la siguiente figura se puede ver el modelizado del edificio:

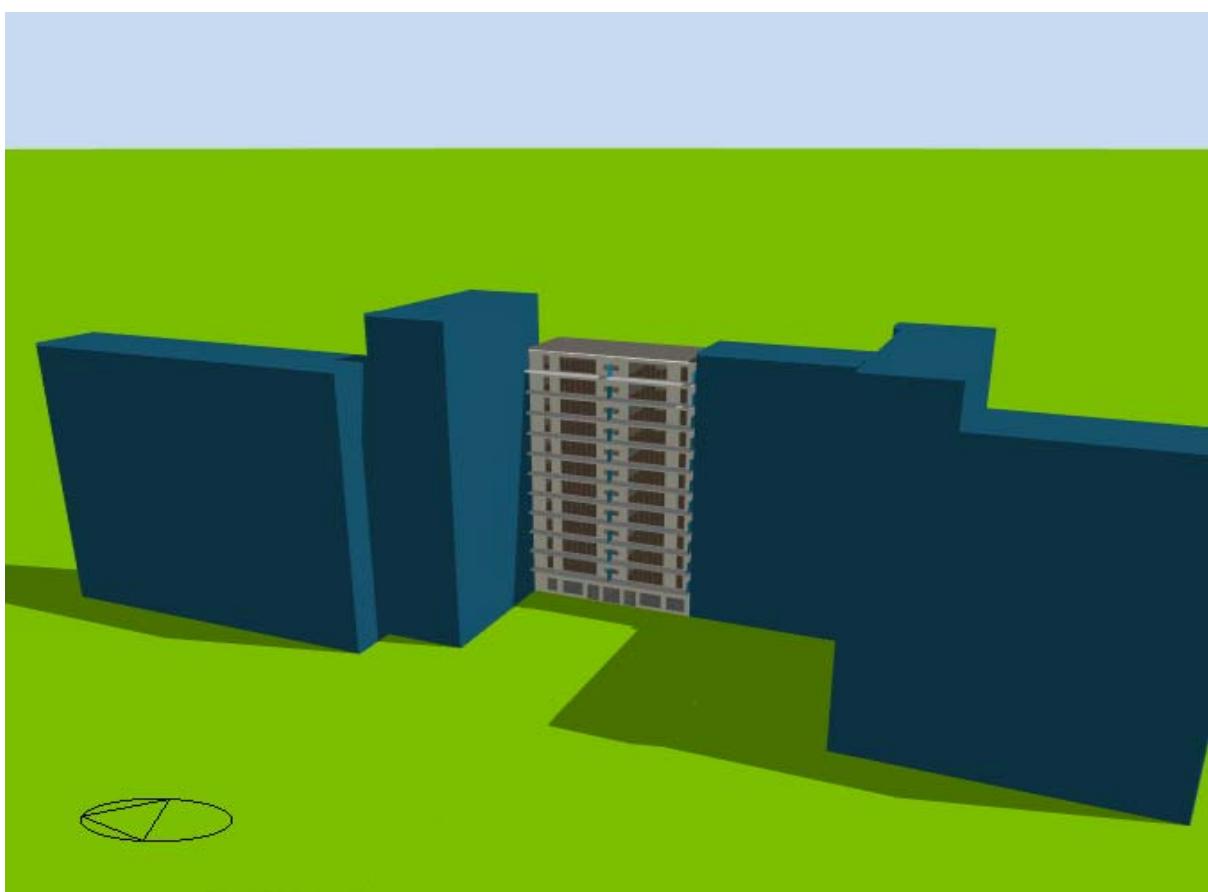


Figura 6. Modelo del edificio en Design Builder

Fuente: CENER

En primer lugar se han realizado simulaciones según las condiciones de uso, que marca el "Documento de Aceptación de Programas Informáticos Alternativos", editado por IDAE, y el Ministerio de Vivienda, y que marca unos condicionantes de uso estándar en viviendas, y que son las que utiliza el programa CALENER, para la Calificación energética.

Estas condiciones pueden verse en las tablas siguientes:

CALEFACCIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	17°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°
REFRIGERACIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	00:00 - 7:00	27°
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	8:00 - 15:00	-
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	16:00 - 23:00	25°
RENOVACIÓN DE AIRE			
DIAS	MESES	HORARIO	RENOV/HORA
TODOS LOS DIAS	JUNIO-AGOSTO	1:00 - 8:00	4
INFILTRACIONES			
DIAS	MESES	HORARIO	RENOV/HORA
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	24 HORAS	1
CARGAS INTERNAS			
DIAS	MESES	HORARIO	W/m ²
CARGA SENSIBLE DEBIDA A OCUPACIÓN			
LABORAL	TODO EL AÑO	00:00 - 7:00	2.15
LABORAL	TODO EL AÑO	8:00 - 15:00	0.54
LABORAL	TODO EL AÑO	16:00 - 23:00	1.08
SABADO Y FESTIVOS	TODO EL AÑO	24 HORAS	2.15
CARGA LATENTE DEBIDA A OCUPACIÓN			
LABORAL	TODO EL AÑO	00:00 - 7:00	1.36
LABORAL	TODO EL AÑO	8:00 - 15:00	0.34
LABORAL	TODO EL AÑO	16:00 - 23:00	0.68
SABADO Y FESTIVOS	TODO EL AÑO	24 HORAS	1.36
ILUMINACIÓN			
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	1:00 - 7:00	0.44
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	8:00 - 18:00	1.32
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	19:00	2.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	20:00 - 23:00	4.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	0:00	2.2
EQUIPOS			
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	1:00 - 7:00	0.44
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	8:00 - 18:00	1.32
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	19:00	2.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	20:00 - 23:00	4.2
TODOS LOS DIAS	TODO EL AÑO	0:00	2.2

Figura 7. Tabla de Parámetros de consigna de sistemas de climatización, cargas internas y otros aspectos independientes de la envolvente del edificio

Fuente: CENER

Hay que hacer algunas puntualizaciones, a las tablas anteriores:

- Aunque el edificio no posee sistema de refrigeración común, se ha introducido unos valores de referencia para poder establecer las demandas y consumos de refrigeración

- El valor de "4" renovaciones/hora que aparece en la tabla, corresponden al efecto generado por la ventilación nocturna, conocido como free-cooling.
- La tasa de infiltraciones que aparece como "1" renovaciones/hora corresponde al efecto de la entrada de aire no deseada a través de los marcos de las carpinterías exteriores. Se ha supuesto este valor, como un valor razonable para carpinterías con cierto grado de antigüedad, como es este caso.

Los parámetros utilizados para los cerramientos, se pueden ver en las siguientes figuras:

MURO EXTERIOR	U= W/m ² K	
APLACADO DE MARMOL+ MORTERO DE AGARRE+ 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO DOBLE+ MORTERO+CAMARA DE AIRE SIN VENTILAR+ LADRILLO HUECO DOBLE+ ENLUCIDO DE YESO	1.21	
MURO ESCALERA	U= W/m ² K	
MORTERO DE AGARRE+ 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO DOBLE+ ENLUCIDO DE YESO	2.13	
CUBIERTA	U= W/m ² K	
ASFALTO+BALDOAS CERÁMICA+MORTERO DE CEMENTO+SORERA DE HORMIGÓN+FORJADO CERÁMICO +ENLUCIDO DE YESO	1.71	
CARPINTERIA EXTERIOR	U= W/m ² K	ABSORTIVIDAD
CARPINTERIA DE ALUMINIO ANODIZADO SIN ROTURA DE PUENTE TERMICO	5.7	0.4
VIDRIO EXTERIOR	U= W/m ² K	FACTOR SOLAR
VIDRIO DOBLE NORMAL 4-6-4	3	0.73

Figura 8. Tabla de Parámetros de los cerramientos exteriores

Fuente: CENER

- Resultados

Los resultados obtenidos, según los parámetros definidos en el punto anterior, se resumen en las siguientes graficas:

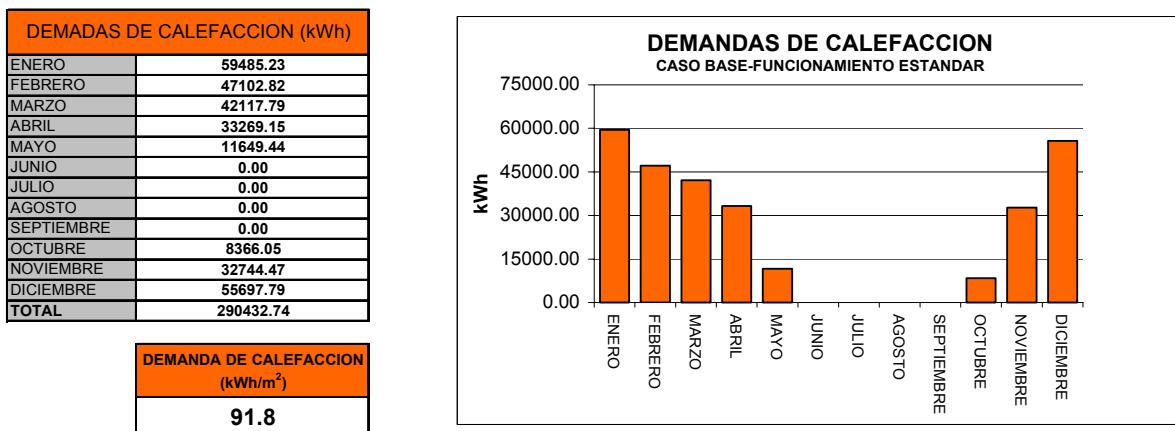


Figura 9. Demandas de calefacción con las condiciones estándar

Fuente: CENER

2.2.3.2. Condiciones específicas

En realidad, las condiciones de uso difieren de las condiciones estándar que fija el programa CALENER. Se han variado las condiciones de uso, para ajustarlas a las condiciones reales de uso. De los parámetros fijados anteriormente, sólo se ha modificado lo que se refiere a las consignas y horarios de temperatura:

CALEFACCIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	20°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°

Figura 10. Nuevas consignas de calefacción

Fuente: CENER

Con estas nuevas condiciones de partida, los datos de las simulaciones, se observan en los siguientes gráficos:

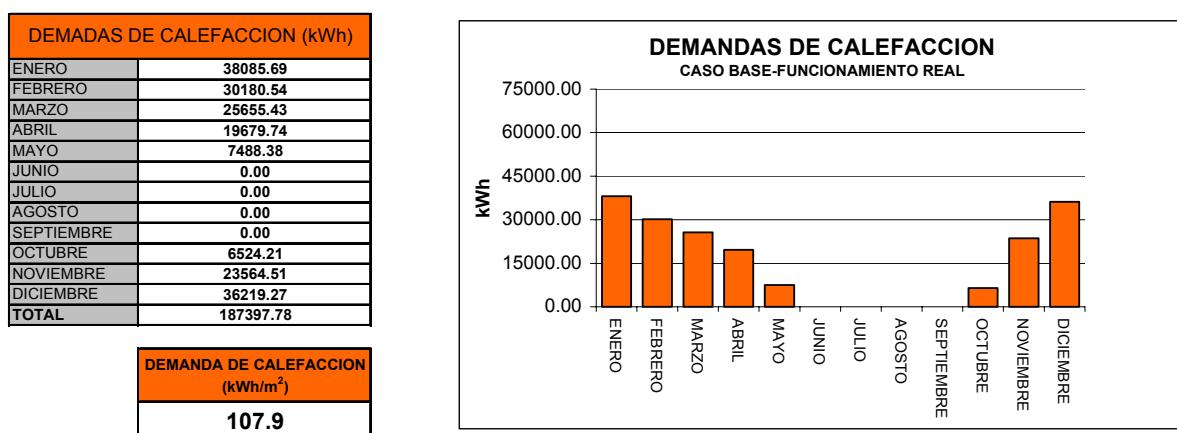


Figura 11. Demandas de calefacción con las condiciones reales

Fuente: CENER

Se observa las mismas circunstancias que en los bloques analizados anteriormente. Por un lado que, la falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, está provocando que, de las condiciones estándar de funcionamiento (descritas anteriormente en la figura 7), a las condiciones reales, estemos demandando casi un **18%** más de energía para climatizar el edificio.

Por otro lado, y como se desprende de los valores calculados anteriormente, los valores estimados reales, **129.05 kWh/m²**, y los valores teóricos simulados, **107.9 kWh/m²** están dentro del mismo rango. No se debe, interpretar estos datos de modo literal, ya que en ambos casos son estimaciones a partir de unos supuestos dados, aunque sí sirve para comprobar que son valores efectivamente, dentro del mismo rango, lo que garantizan la fiabilidad de las conclusiones finales de este informe.

Además, el valor obtenido de las simulaciones, debería ser algo inferior, basándonos en las declaraciones de varios vecinos que aseguran que las temperaturas interiores, rara vez llegan a 20º, siendo un valor más usual el de 18-19ºC, sobre todo en días fríos, y en que algunas viviendas ya han renovado sus ventanas en mayor o menor medida, aspecto este que no se ha contemplado en las simulaciones.

Hay también que tener en cuenta, que aunque en este caso los consumos estimados entre los diferentes bloques es similar, en el caso de que por orientación, diseño...hubiera mayores diferencias, la facturación relativa a los vecinos sería la misma, ya que se realiza por superficie de vivienda, y no por consumo, es decir **129.05 kWh/m²**.

2.3. PROPUESTAS DE SOLUCIONES

Como ya hemos relatado, la situación actual de la comunidad de Bidebieta es muy compleja, donde los usuarios están muy descontentos debido por un lado a un coste excesivo en el recibo de la calefacción y por otro a la falta de confort de sus viviendas, se añade a su vez, el descontento, por parte de la ESE, que asegura, que con lo aportado por los vecinos, apenas cubre los gastos del combustible. Esto es debido fundamentalmente a que el deficiente estado de la envolvente de los edificios (desde el punto de vista térmico), provoca unas pérdidas energéticas muy cuantiosas, que afectan económicamente a ambas partes, y unas condiciones de confort insuficientes.

En este apartado se van a analizar, desde un punto de vista teórico (mediante simulaciones del modelo), la influencia que tendría la aplicación de medidas de ahorro en el ámbito de la envolvente térmica⁴, a partir del caso base y condiciones reales de uso.

Se han planteado 4 soluciones posibles, y se ha analizado la influencia de cada una de ellas, por separado y conjuntamente. Dichas soluciones son las siguientes:

- Medida 1. Colocación de aislamiento en los muros de las fachadas mediante o bien relleno de las cámaras de aire de los muros exteriores de algún tipo de aislante (perlita, borra de lana de roca, espuma de poliuretano...), o bien mediante la sustitución del tabique interior de los muros exteriores, por otros cerramientos prefabricados (pladur+aislamiento) que sustituyan a la antigua pared interior y a la cámara de aire existente sin perder espacio útil, o bien mediante la colocación de aislamiento por el exterior con un acabado similar al original en las fachadas este y oeste.

⁴ Hay que tener en cuenta que para que la eficacia de las medidas de ahorro en la envolvente térmica pueda verse reflejada en la factura del usuario, es necesario instalar previamente un sistema de contabilización de consumos por portales por un lado, y de cambio en el procedimiento de facturación de la energía, vigente en la actualidad. Estos aspectos, han sido ampliamente explicados y analizados en el documento: "Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

- Medida 2. Aislamiento de la cubierta con una manta de aislamiento de 15cm de espesor
- Medida 3. Sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U= 3.2 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles 4/12/4 de $U= 3.0 \text{ W/m}^2$
- Medida 4. Sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U= 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U= 1.8 \text{ W/m}^2$

Los resultados de las simulaciones del caso base con condiciones de uso reales, se pueden ver en las tablas siguientes:

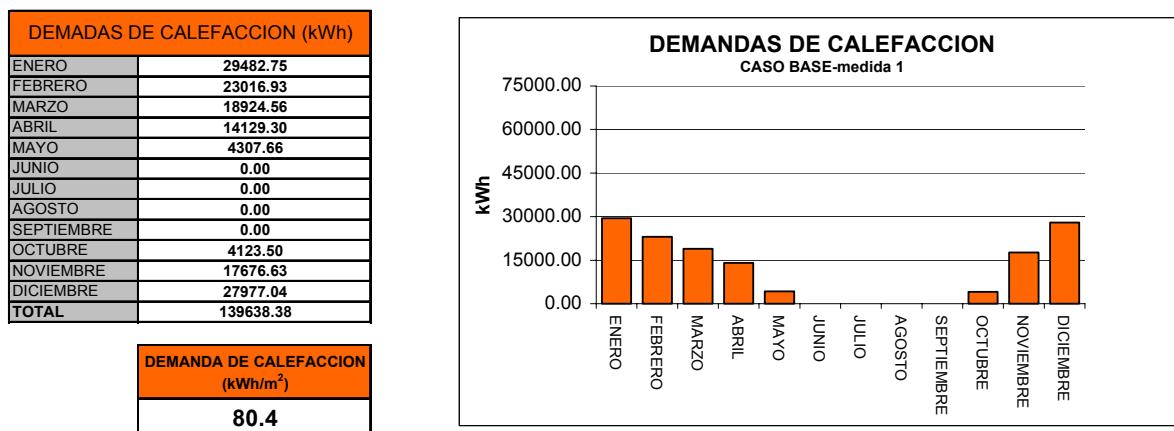


Figura 12. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1

Fuente: CENER

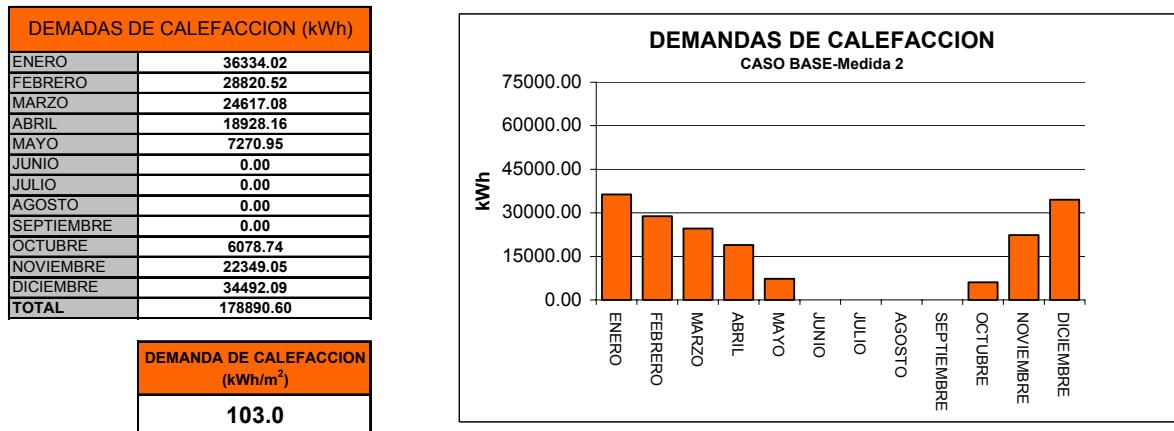


Figura 13. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2

Fuente: CENER

DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	27595.66
FEBRERO	21213.38
MARZO	16626.36
ABRIL	12285.98
MAYO	3025.23
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	3344.80
NOVIEMBRE	16027.41
DICIEMBRE	26227.23
TOTAL	126346.04
DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)	
72.7	

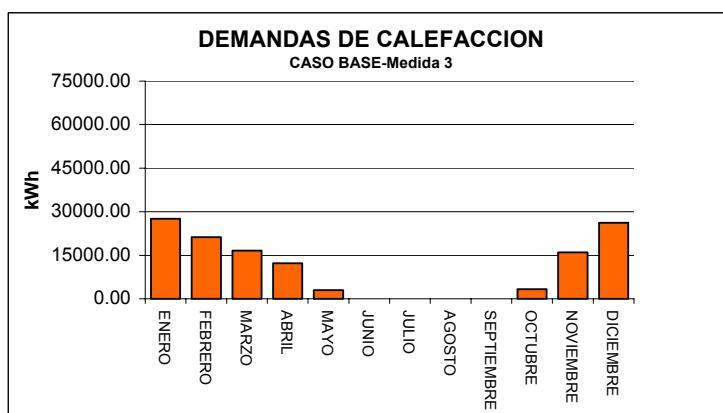


Figura 14. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 3

Fuente: CENER

DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	26008.15
FEBRERO	20032.57
MARZO	15811.02
ABRIL	11667.81
MAYO	2855.53
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	3049.93
NOVIEMBRE	14981.11
DICIEMBRE	24651.18
TOTAL	119057.30
DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)	
68.6	

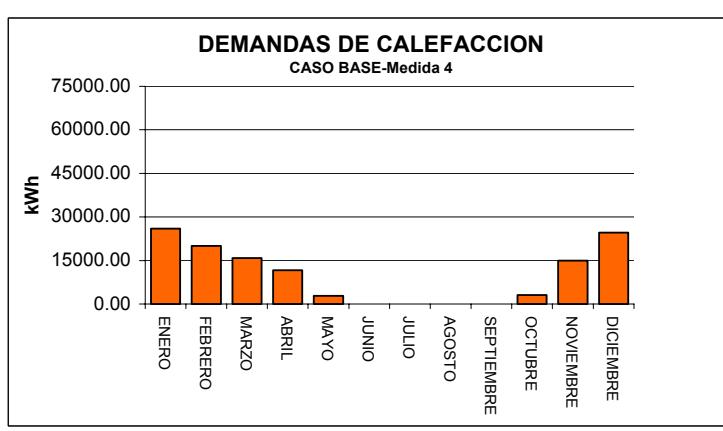


Figura 15. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 4

Fuente: CENER

DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	24034.71
FEBRERO	18496.80
MARZO	14640.23
ABRIL	10822.83
MAYO	2637.22
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	2620.82
NOVIEMBRE	13613.03
DICIEMBRE	22703.69
TOTAL	109569.34
DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)	
63.1	

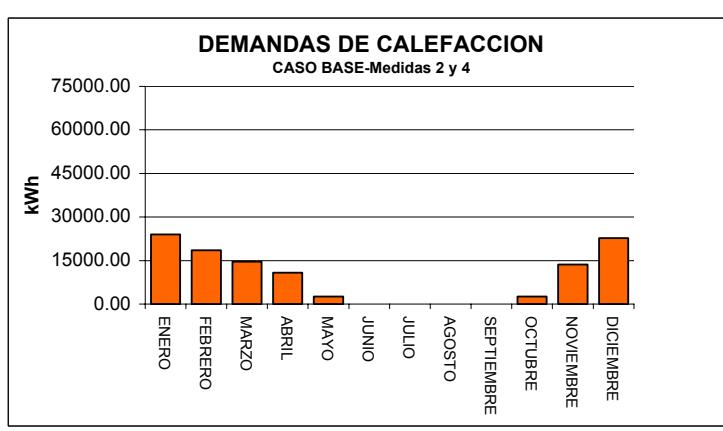


Figura 16. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 2 y 4 conjuntamente

Fuente: CENER

DEMADAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	16351.36
FEBRERO	11838.89
MARZO	8039.89
ABRIL	5708.72
MAYO	482.07
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	739.12
NOVIEMBRE	7901.48
DICIEMBRE	15254.26
TOTAL	66315.79

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
38.2

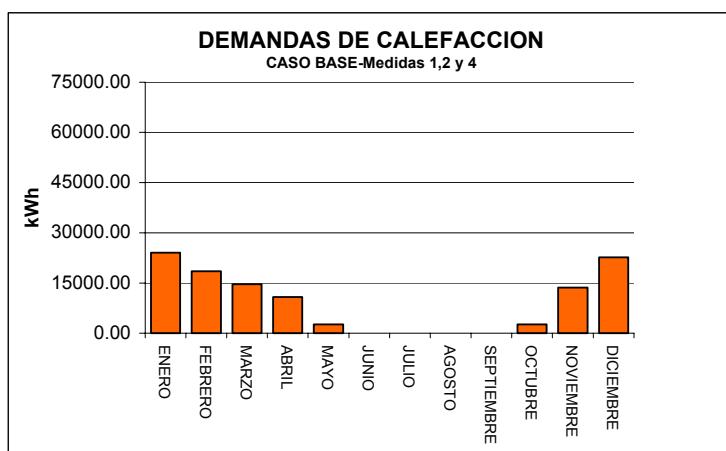


Figura 17. Demandas de calefacción tras aplicar la medida 1,2 y 4 conjuntamente

Fuente: CENER

2.4. CONCLUSIONES

Se puede resumir la efectividad de dichas medidas de ahorro en los siguientes gráficos:

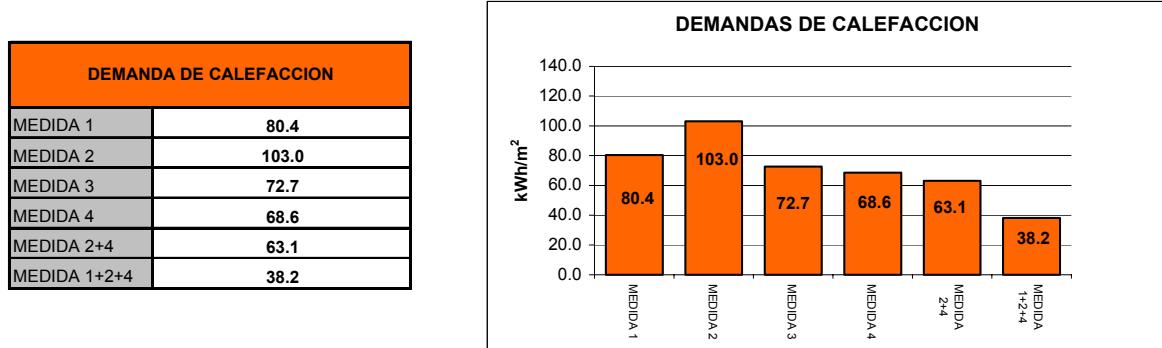


Figura 18. Demandas de calefacción según medidas

Fuente: CENER

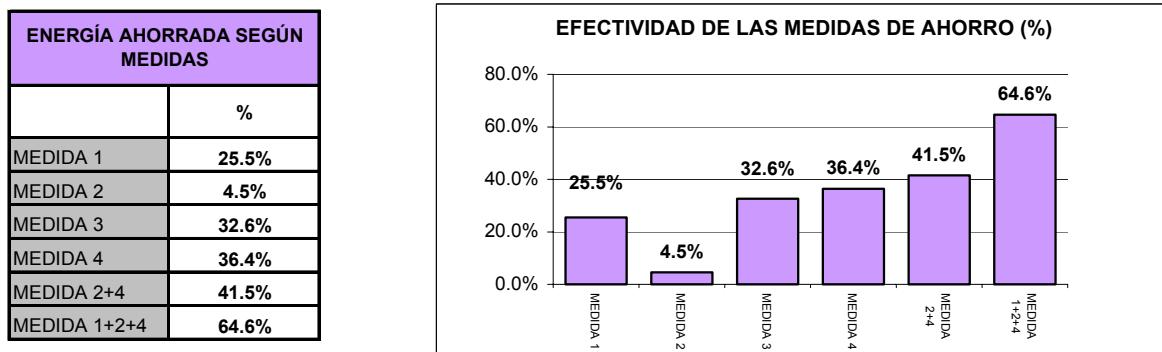


Figura 19. Porcentaje de ahorro en demandas de calefacción según medidas

Fuente: CENER

En este caso a diferencia de los bloques anteriores, donde la superficie vidriada era muy superior, las medidas relacionadas con la mejora de la transmitancia de los muros opacos es más importante que en los otros casos, debido precisamente a esta menor relación entre superficie vidriada y muro opaco exterior. En este caso el aislamiento de los muros exteriores puede reducir el consumo en más de un 25%.

Obviamente las medidas relacionadas con el cambio de carpinterías es también muy relevante, pero sobre todo debido a la disminución de las tasas de infiltraciones más que a las pérdidas por conducción a través de las ventanas. Con la instalación de carpinterías de alta calidad energética (permeabilidad de al menos clase 2, de marco de aluminio con $U= 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U= 1.8 \text{ W/m}^2$), se logran ahorros del orden del 35%.

El aislamiento de la cubierta, aun siendo una medida que porcentualmente ahorra poco (4.5%), es una medida muy rentable, debido a su relativo bajo coste.

La aplicación de todas las medidas propuestas, inducen un ahorro cercano al 65%, lo que, en el supuesto de la individualización de consumos, repercutiría directamente sobre la factura de calefacción.

Es muy importante recalcar, que en este caso, a diferencia de los anteriores, el coste de la rehabilitación sería mucho menos costosa que en los bloques, ya que tanto el cambio de carpinterías como la solución del aislamiento de las fachadas este y oeste por el exterior, se puede realizar con mucha facilidad, sin necesidad de la colocación de andamios, lo que abarata mucho la rehabilitación.

Como resumen, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Según las estimaciones planteadas en la redacción de este informe, parece que el consumo energético facturado a los vecinos es algo superior al que según las simulaciones les correspondería, y menor que el de sus convecinos de otros bloques sin embargo pagan lo mismo que ellos. No obstante este punto no se puede demostrar hasta la individualización del consumo, al menos por portales.
- La falta de regulación en el sistema de calefacción, que hace que no sea posible ajustar el funcionamiento del mismo, según criterios de eficiencia energética, lo que conlleva a que, se esté demandando casi un **17%** mas de energía para climatizar el edificio, de lo estipulado como estándar (20°C por el día y 17°C por la noche.)
- Según está el edificio en la actualidad, los márgenes de ahorro son muy grandes, yendo desde el 5% si se aísla la cubierta, hasta casi un 65% si llevamos a cabo una rehabilitación integral del edificio (aislamiento de muros exteriores, aislamiento en cubierta, colocación de carpinterías de alta calidad), con un costo muy inferior al de las torres de los portales 5 y 7

En general, este edificio tiene un potencial de mejora energética muy grande, siendo indispensable una individualización de consumos, como medida clave para acometer obras de rehabilitación energética del edificio e incentivar el uso eficiente del mismo por parte de los usuarios.

Proyecto: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 2 Informe 2.4 Resultados de los ensayos
termográficos en las viviendas de Bidebieta -Rev1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 2 Informe 2.4 Resultados de los ensayos termográficos en viviendas de Bidebieta-Rev1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Javier Llorente**

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Jefe de proyecto **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS	4
1. RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. OBJETO Y ALCANCE	5
1.3. METODOLOGÍA	5
1.4. CONCLUSIONES.....	5
2. INTRODUCCIÓN	7
2.1. LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA	7
2.2. FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA.....	7
3. ENSAYO TERMOGRÁFICO	9
3.1. INTRODUCCIÓN	9
3.1.1. Equipo empleado	9
3.1.2. Normativa.....	9
3.2. CONDICIONES DURANTE EL ENSAYO	10
3.2.1. Requisitos. Cumplimiento con la Norma.....	10
3.2.2. Día del ensayo.....	10
3.3. TRANSMISIÓN DE CALOR EN FACHADAS. CONCEPTOS	13
3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS	15
3.4.1. Tipologías de bloques de viviendas	15
3.4.2. Situación de los bloques de viviendas.....	17
4. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO CUALITATIVO	18
4.1. EDIFICIO TORRE	19
4.1.1. Cerramientos.....	19
4.1.2. Forjados	19
4.1.3. Carpintería	20
4.1.4. Hueco escaleras y terraza.....	22
4.2. BLOQUE DE VIVIENDAS ADOSADO	23
4.2.1. Cerramientos.....	23
4.2.2. Forjados	24
4.2.3. Carpintería	24
5. CONCLUSIONES.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El espectro electromagnético	8
Figura 2. Cámara termográfica empleada en la medición.....	9
Figura 3. Ficha técnica del ensayo de termografías del edificio Torre	11
Figura 4. Ficha técnica del ensayo de termografías del edificio adosado.....	12
Figura 5. Conceptos de transferencia de calor.....	13
Figura 6. Analogía eléctrica de la transferencia de calor a través de los muros exteriores.....	14
Figura 7. Ejemplo de la variación de la temperatura a través de los muros exteriores y de los puentes térmicos	15
Figura 8. Imagen del edificio Torre	16
Figura 9. Imagen de edificio adosado	17
Figura 10. Localización de las viviendas torre	18
Figura 11. Localización del bloque adosado	18
Figura 12. Cerramientos exteriores. Detalles en las esquinas entrantes	19
Figura 13. Forjados en los edificios Torre	20
Figura 14. Cerramientos exteriores. Detalles en los forjados.....	20
Figura 15. Ventanas en los edificios Torre	21
Figura 16. Ventanas en los edificios Torre	22
Figura 17. Zona escaleras en los edificios Torre	22
Figura 18. Cerramientos exteriores edificio Adosado.....	23
Figura 19. Cerramientos exteriores. Detalles en las uniones	24
Figura 20. Pérdidas a través de la carpintería	24

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el análisis del ensayo termográfico realizado en unos bloques de viviendas en el barrio de Bidebieta en San Sebastián, contenido en las tareas a desarrollar por CENER, de acuerdo con la oferta realizada para el departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de San Sebastián.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este estudio es realizar un ensayo cualitativo que consiste en la realización de unas termografías de los cerramientos exteriores para la comprobación de la existencia de puentes térmicos en la envolvente térmica de los edificios.

El alcance de este trabajo abarca la toma de las termografías y el tratamiento y análisis de dichas termografías.

1.3. METODOLOGÍA

En primer lugar, se realizó la toma de las termografías de las fachadas exteriores de los bloques de viviendas, prestando especial atención a la detección de puentes térmicos que pueden manifestarse en los cantos de los forjados o en defectos de la construcción, como pueden ser deficiencias de aislamiento o carpinterías exteriores mal selladas.

A continuación, y con un software apropiado de tratamiento de imágenes termográficas, se realizó el análisis detallado de la envolvente térmica de los edificios, para evaluar la calidad constructiva de los cerramientos exteriores de las fachadas.

1.4. CONCLUSIONES

Se ha realizado el análisis termográfico de unos bloques de viviendas entre los que se han distinguido dos tipologías distintas, los edificios tipo Torre y el edificio tipo Adosado. El objeto del análisis es la evaluación del comportamiento térmico de los distintos elementos de los edificios.

Del análisis termográfico realizado en las viviendas Torre, se ha comprobado que los puentes térmicos más significativos se encuentran en las uniones o esquinas entrantes, en los cantos de los forjados, en los marcos de las ventanas, y en los muros correspondientes a la fachada norte. Por ello, en primer lugar se recomienda la sustitución de ventanas antiguas por ventanas que tengan marcos con rotura de puente térmico y vidrios dobles aislantes, que tienen un coeficiente de transferencia térmica inferior. Además, la sustitución de ventanas antiguas por nuevas va a permitir la colocación de ventanas con una menor permeabilidad al aire exterior, y que proporcionen más estanqueidad a las viviendas. En un clima como el de San Sebastián, en el que predominan las estrategias de calefacción sobre las de refrigeración en viviendas, las infiltraciones de aire adquieren mayor importancia.

Otra medida que debe considerarse es el aislamiento de las fachadas y los cantes de los forjados. Dado que para aislar los cantes de los forjados la solución idónea es el aislamiento exterior, debe evaluarse económicamente la posibilidad de aislar térmicamente la fachada. En caso contrario, la solución más adecuada sería la colocación de aislamiento en la cámara de aire de los cerramientos.

En el análisis termográfico realizado al edificio Adosado, destacan principalmente los puentes térmicos en las uniones entre forjado y muro exterior, y, de nuevo, en los marcos de la carpintería.

Dado que resulta complicado la evaluación de los cerramientos exteriores con el empleo de la cámara termográfica en el edificio considerado debido a la dificultad de captar superficie de muro exterior, y que los puentes térmicos de los cantes de los forjados tienen una solución complicada y poco efectiva, se recomienda la sustitución de la carpintería a fin de minimizar las pérdidas energéticas a través de la superficie de las ventanas, y las debidas a las infiltraciones de aire exterior.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La termografía infrarroja se define como la ciencia de adquisición y análisis de la información térmica obtenida mediante los dispositivos de adquisición de imágenes térmicas a distancia. Es decir, que mediante el empleo de una cámara termográfica, se consigue captar la radiación energética que emite la superficie de un cuerpo por estar a una temperatura y obtener una expresión gráfica y cromática de dicha variable a lo largo de toda la superficie analizada.

Existen tres razones por las cuales la termografía infrarroja es especialmente útil:

- **Sin contacto.** La medición se realiza de forma remota. Ello implica muchas ventajas. Por una parte, mantiene al usuario fuera de peligro. Por otra parte, la termografía no es intrusiva, es decir, no afecta de ninguna manera al cuerpo en la medición.
- Es **bidimensional**. Se puede realizar la comparación entre áreas del mismo cuerpo, ya que es posible medir la temperatura en dos puntos dentro de la misma imagen y compararlas.
- Se realiza en **tiempo real**. La toma de imágenes en tiempo real permite realizar una visualización muy rápida de procesos estacionarios. Las medidas de contacto directo siempre implican la presencia de una constante de tiempo que implica un cierto retraso temporal en la medida. La característica de tiempo real de la termografía infrarroja permite capturar rápidas variaciones del campo térmico.

2.2. FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA

La cámara convierte la radiación infrarroja, invisible al ojo humano, en una imagen visible, es decir, la cámara mide la radiación infrarroja que es irradiada desde el cuerpo que está siendo observado, y convierte estos valores en una imagen del cuerpo en la que se muestra su temperatura de manera que sea fácilmente entendible para el usuario.

Un cuerpo por estar a una determinada temperatura mayor que 0 K, emite energía en forma de radiación electromagnética. En la siguiente figura, se muestra el espectro electromagnético para las distintas longitudes de onda.

El espectro electromagnético

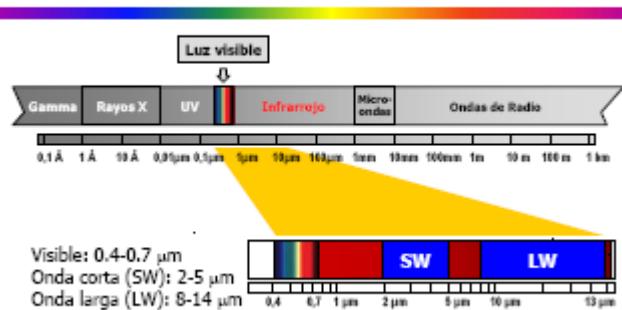


Figura 1. El espectro electromagnético

Fuente: Infrared Training Centre (ITC)

La figura anterior muestra la clasificación de los tipos de radiación electromagnética según la longitud de onda. Así, se denomina **luz visible** a la región del espectro electromagnético que el ojo es capaz de percibir. A pesar de que no existen unos límites exactos, un ojo humano típico es capaz de percibir longitudes de onda de 0.4 μm (color violeta) a 0.7 μm (color rojo). Sin embargo, el espectro del infrarrojo de onda larga, que es el de aplicación en el caso general de cámaras termográficas, es de 8 a 14 μm . La cámara va a captar la radiación **infrarroja** que le llega a la lente en dicho rango de longitudes de onda, y que como se ha explicado, el ojo humano no puede percibir.

La radiación **térmica** es la radiación que tiene la capacidad de transmitir **calor** por emisión y absorción. No obstante, no sólo la radiación infrarroja tiene la capacidad de transmitir energía térmica, ya que ésta se extiende desde el espectro del ultravioleta y continúa hasta los rangos visibles e infrarrojo. Entonces, la cámara capta la radiación que le llega en el espectro del infrarrojo, e introduciendo la emisividad de la superficie del material, es capaz de mostrar la temperatura de la superficie del objeto.

Nótese que en todo momento se habla de la temperatura de la superficie del material. La cámara termográfica que se va a emplear no captaría la temperatura del aire, aunque sí es cierto que el resultado de la medida puede verse influenciado por la cantidad de aire que haya entre el objeto y la cámara.

3. ENSAYO TERMOGRÁFICO

3.1. INTRODUCCIÓN

3.1.1. Equipo empleado

En la figura siguiente, se muestra el modelo de cámara termográfica empleada en el ensayo, una NEC, modelo TH7120.



Figura 2. Cámara termográfica empleada en la medición

Fuente: NEC.

La cámara termográfica va a captar la radiación electromagnética que le llegue y cuya longitud de onda esté comprendida entre 8 y 14 μm .

El rango de medición para el estudio va a ser el comprendido entre -40 $^{\circ}\text{C}$ y 120 $^{\circ}\text{C}$, ya que resulta el más adecuado al estar los objetos a medir a una temperatura comprendida en dicho rango.

Por último, el software empleado para el tratamiento de las termoimágenes ha sido el MicroSpec,

3.1.2. Normativa

La toma de las termoimágenes se ha realizado siguiendo la norma *EN 13187:1998 Thermal performance of buildings – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method*.

3.2. CONDICIONES DURANTE EL ENSAYO

3.2.1. Requisitos. Cumplimiento con la Norma.

A la hora de realizar el ensayo termográfico de la envolvente del edificio, es preciso que se den una serie de requisitos para poder llevar a cabo el ensayo. Entre los más destacados, se deben citar los siguientes:

- Condiciones climatológicas:

Debe descartarse la toma de termografías en días lluviosos o ventosos. Esto se debe a que en días lluviosos la cantidad de agua presente en el ambiente desvirtúa el valor de la medida. En días ventosos, debido a la acción del viento, el edificio cede más calor al exterior, ya que el coeficiente de transferencia convectivo aumenta, y la medición no refleja el comportamiento normal del edificio.

Además, no deben tomarse termografías en las fachadas sobre las que incida la radiación solar directa, ya que el edificio capta parte de dicha radiación, y la superficie del muro aumenta su temperatura por acción del sol. Es por ello que se recomienda la toma de termoimágenes a primeras horas de la mañana.

- Condiciones interiores

Se procurará que la temperatura en el interior de la vivienda sea lo más parecido a las condiciones de uso normal. Para ello, se recomienda tener la calefacción encendida unas horas antes del comienzo de las tomas de las termografías. Además, cuanto más elevada sea la temperatura en el interior, los puentes térmicos se podrán apreciar más adecuadamente, ya que la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior será mayor, y por tanto, el flujo de calor por conducción hacia el exterior aumentará.

3.2.2. Día del ensayo.

El ensayo termográfico se realizó el día 2 de Marzo de 2.010, desde las 8:30 de la mañana aproximadamente.

En la siguiente ficha técnica se recogen todas las condiciones meteorológicas durante ese período, y las incidencias registradas durante la realización del ensayo, relativas a los bloques de viviendas torre, y al edificio de viviendas adosado, que más adelante comentaremos.

Norma EN 13187:1998

Ensayo N° 2010/004

Información general

Nombre cliente	AYUNTAMIENTO SAN SEBASTIAN	Dirección	Localidad	Provincia	Teléfono
			SAN SEBASTIAN	GUIPUZCOA	

Equipo de medición

Marca	NEC	Modelo	Número de serie
		TH7102 WV	3111636

Descripción de la construcción del edificio

Tipo de edificio	Orientación	Descripción	Torre de viviendas de 11 plantas sin edificios adosados y con gran porcentaje de vidrio exterior.
BLOQUE VIVIENDAS	--		

Alrededores

Situación En los alrededores del edificio se encuentran dos torres de similar altura a lo largo de un eje Este-Oeste, a cierta distancia, y edificios alrededor pero de menor altura y más distanciados.

Factores atmosféricos.

Ta exterior (°C)	Ta exterior (24 h) (°C)	% HR	Radiación solar	Rad. solar (12 h)	Precipitación	Vel. Viento (m/s)	Dir. viento (°)
6.3	10.89	75	--	--	--	Calma	--
Ta interior (°C)	Diferencia Ta (°C)				Incidencias en la medición		
20	13.7				No se registró ninguna incidencia durante el transcurso de la medición		

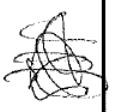
Fecha	Hora	Firma
02-mar-10	8:30	

Figura 3. Ficha técnica del ensayo de termografías del edificio Torre
Fuente: CENER.

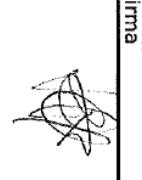
Norma	EN 13187:1998						
Información general							
Nombre cliente	AYUNTAMIENTO SAN SEBASTIAN						
	Dirección	Localidad					
		PROVINCIA					
		SAN SEBASTIAN	GUIPUZCOA				
Equipo de medición							
Marca	Modelo	Número de serie					
NEC	TH7102 WV	3111636					
Descripción de la construcción del edificio							
Tipo de edificio	Orientación	Bloque de viviendas de 11 plantas con edificios adosados, y vidrios en orientación Este y Oeste.					
BLOQUE VIVIENDAS	--						
Alrededores							
Situación	El edificio se encuentra en una plaza con edificios alrededor que impiden la llegada de la radiación solar en determinadas horas del día.						
Factores atmosféricos.							
Ta exterior (°C)	Ta exterior (24 h) (°C)	% HR	Radiación solar	Rad. solar (12 h)	Precipitación	Vel. viento (m/s)	Dir. viento (°)
6.9	10.89	72	--	--	--	Calma	--
Ta interior (°C)	Diferencia Ta (°C)	Incidencias en la medición					
20	13.1	No se registró ninguna incidencia durante el transcurso de la medición					
Fecha	Hora	Firma					
02-mar-10	9:10						

Figura 4. Ficha técnica del ensayo de termografías del edificio adosado
Fuente: CENER.

3.3. TRANSMISIÓN DE CALOR EN FACHADAS. CONCEPTOS

Debido al gradiente de temperaturas existente entre el interior de la vivienda y el exterior, habrá un flujo de calor del interior de la vivienda, donde la temperatura es más elevada, al exterior.

El flujo de calor va a depender de las temperaturas interior y exterior, y de las resistencias térmicas que se encuentre el flujo a su paso al exterior. En primer lugar habrá una resistencia superficial interior, R_{interior} en la siguiente figura, luego una resistencia debida a las distintas capas de materiales que componen el cerramiento, R_{capas} , y por último una resistencia superficial exterior, R_{exterior} .

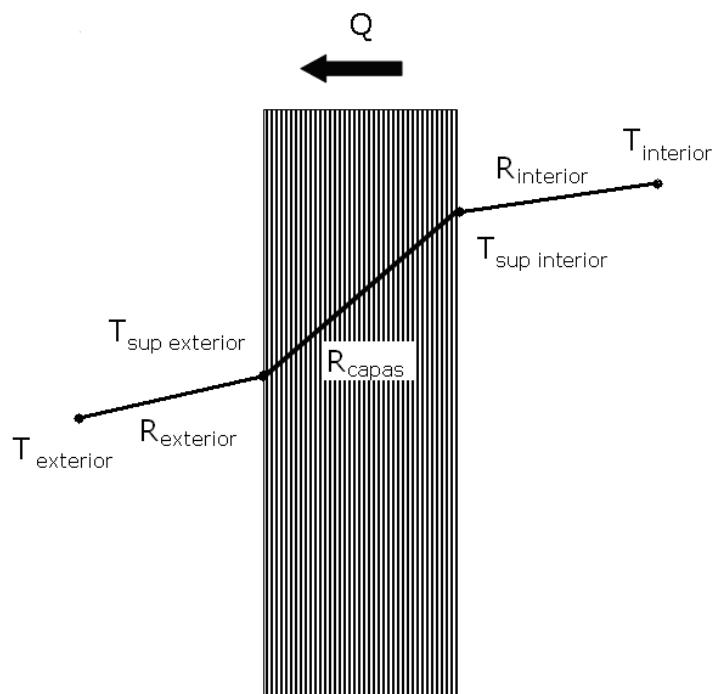


Figura 5. Conceptos de transferencia de calor

Fuente: Rockwool

Sumando las tres resistencias, se obtiene el valor de la resistencia térmica total R_T de un componente constructivo ($\text{m}^2\text{K/W}$). La transmitancia térmica U ($\text{W/m}^2\text{K}$) se define como el inverso de la resistencia total, es decir;

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Este parámetro define la capacidad del cerramiento para aislar térmicamente una vivienda, de manera que cuanto mayor es la resistencia que ofrece al paso del calor, menor es el valor del coeficiente de transmitancia térmica. En los últimos años, a raíz de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE), se han establecido unos valores máximos de

transmitancia térmica en los muros exteriores, con el objetivo de minimizar las pérdidas de energía a través de la envolvente térmica del edificio.

Así, para el cerramiento, el flujo de calor por unidad superficial al exterior queda definido como;

$$q = U * (T_{interior} - T_{exterior})$$

U : Coeficiente de transferencia térmica (W/m²K)

T_{interior} : Temperatura en el interior de la vivienda (K)

T_{exterior} : Temperatura exterior (K)

Según la anterior ecuación, se comprueba que a mayor diferencia de temperaturas, el flujo de calor es mayor. Asimismo, cuanto menor es el valor de transmitancia térmica, menor será el flujo de calor, y mayores las propiedades aislantes de un cerramiento.

Siguiendo con la metodología de cálculo, puede calcularse teóricamente el valor de la temperatura en la pared, si se conocen los valores de las resistencias térmicas superficiales, de la resistencia térmica de las capas y las temperaturas interna y externa. Expresando todos estos parámetros en su analogía eléctrica, se tiene;

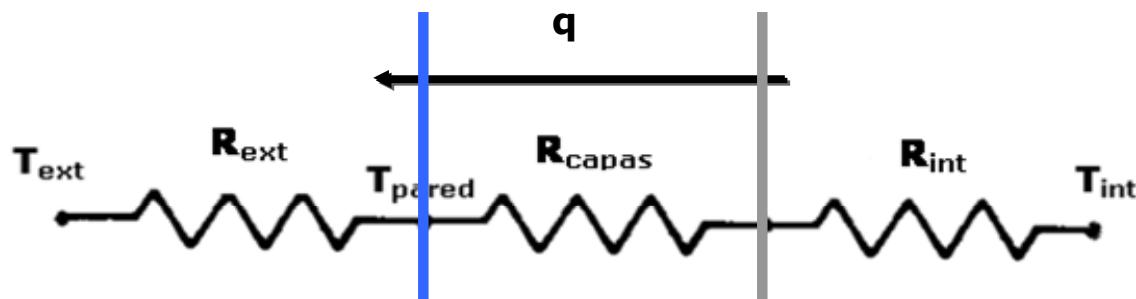


Figura 6. Analogía eléctrica de la transferencia de calor a través de los muros exteriores

Fuente: Rockwool

En la figura anterior, el valor de la resistencia térmica superficial en el exterior es h_{ext}, cuyo valor de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación para cerramientos verticales es de 0.04 m²K/W.

Procediendo a la obtención de la expresión de la temperatura en la pared exterior en función de los parámetros ya conocidos, se obtiene que dicha temperatura será igual a:

$$T_{pared_exterior} = T_{exterior} + \frac{R_{ext}}{R_T} * (T_{interior} - T_{exterior})$$

Sin embargo, en la realidad, sucede que la fachada exterior de un edificio no es homogénea, sino que hay zonas de la misma en las que, bien por exigencias constructivas o bien por

cuestiones de diseño, los materiales cambian. Estas zonas las denominamos puentes térmicos, ya que constituyen unas zonas de la envolvente térmica del edificio por la que se pierde calor en invierno de manera importante. Esto se debe a que, en dichas zonas, la resistencia que anteriormente denominábamos R_{capas} tiene generalmente un valor inferior, con lo que el flujo de calor a través de los puentes térmicos será mayor. Al ser menor la resistencia que ofrecen a la transferencia de calor, la diferencia de temperatura entre la parte interior y exterior en dichas zonas será menor.

El comportamiento térmico en la pared y en el puente térmico, visto en función de las temperaturas a lo largo del espesor es el siguiente:

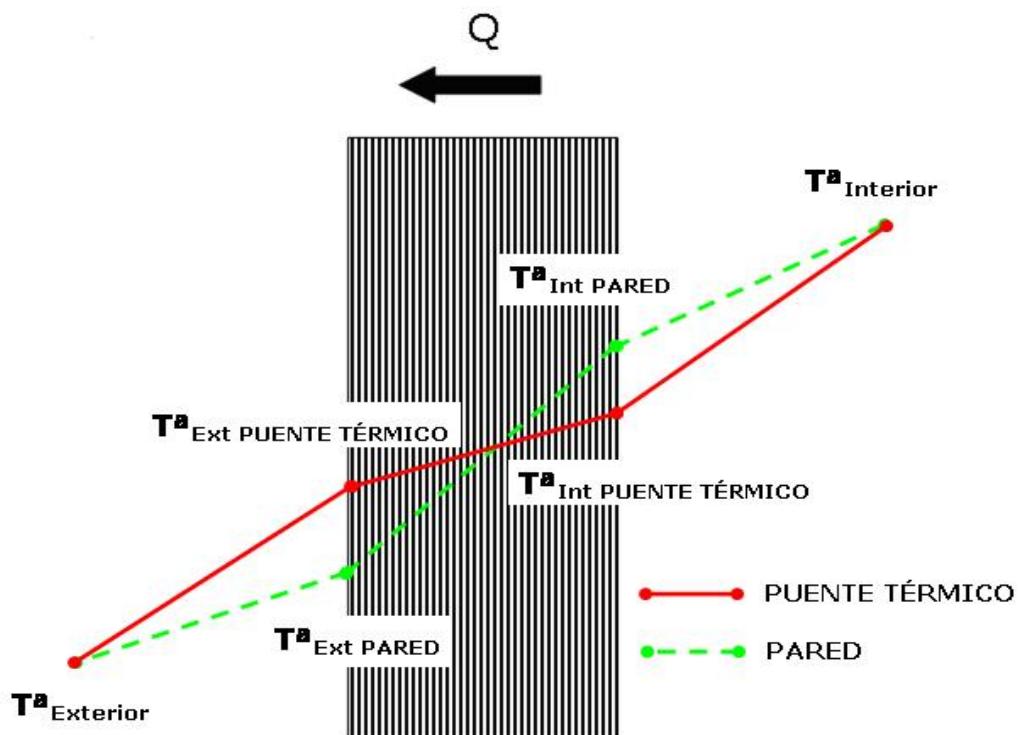


Figura 7. Ejemplo de la variación de la temperatura a través de los muros exteriores y de los puentes térmicos
Fuente: CENER

En la figura superior, se comprueba que la temperatura que tendrá un puente térmico visto desde el exterior, será mayor que la del resto de la pared. Esto, también es indicativo, como se ha comentado anteriormente, de una mayor pérdida energética al exterior, en los meses de invierno, que es el caso considerado.

3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS

3.4.1. Tipologías de bloques de viviendas

Los edificios sometidos a estudio tienen dos tipologías distintas, ya que tres de los bloques de

viviendas son torres que se encuentran aisladas, es decir, sin edificios anexos, y por otra parte, el bloque restante o bloque adosado, tiene en la orientación sur un edificio anexo, recibiendo radiación solar sólo en la orientación Este y Oeste, siendo además las sombras producidas por los edificios de los alrededores mayores en este caso.

Edificio Torre

Los edificios Torre se caracterizan por encontrarse emplazados de manera independiente, ya que no están en contacto con ningún otro bloque de viviendas. Ello hace que sea más importante si cabe, el correcto aislamiento de las fachadas exteriores, ya que el ratio fachada exterior por metro cuadrado calefactado aumenta, con lo que las pérdidas energéticas a través de las mismas y para cerramientos similares, serán mayores en este tipo de edificios.



Figura 8. Imagen del edificio Torre

Fuente: CENER

En la figura anterior, se observa que para alguna orientación, el porcentaje de vidrio en fachadas es elevado. Este hecho tiene un efecto beneficioso ya que permite que las ganancias solares en invierno sean elevadas. No obstante, las pérdidas térmicas a través de los mismos serán elevadas, ya que por regla general, los vidrios tienen un coeficiente de transferencia térmica superior a los muros. Además, en los meses de verano, la gran cantidad de radiación solar recibida afectará de manera negativa al confort térmico de sus ocupantes.

Edificio "Adosado"

Este edificio se distingue de los anteriores porque se encuentra dentro de un conjunto de edificios distribuidos de manera adosada, compartiendo medianera aquellos que se encuentran

en contacto.

De esta manera, para una misma distribución de planta, las pérdidas térmicas a través de la envolvente serán menores que en el caso de que no hubiera ningún edificio anexo.

El hecho de contar con menos superficie exterior limita también la superficie de huecos posibles en la fachada. Además, por el hecho de contar con edificios próximos, la sombra que dichos edificios arrojan sobre sus fachadas adquiere mayor importancia.



Figura 9. Imagen de edificio adosado

Fuente: CENER

Por otra parte, debe destacarse para ambas tipologías de edificios, que la construcción de las viviendas data de los años 60, en los que no existía obligatoriedad de colocar aislamiento térmico en las fachadas.

3.4.2. Situación de los bloques de viviendas.

Los bloques de viviendas que se han analizado se encuentran en el barrio de Bidebieta en San Sebastián, concretamente en el Paseo de los Olmos. Como se ha comentado en el punto anterior, se han estudiado dos tipologías distintas de edificios, y su ubicación es la siguiente:

Edificios Torre

Se encuentran en Paseo de los Olmos nº 3, 5 y 7, tal y como aparecen en la siguiente figura:



Figura 10. Localización de las viviendas torre

Fuente: <http://maps.google.es/>

Edificio "Adosado"

Se encuentra a pocos metros de los edificios torre, concretamente en el número 26 de la misma calle, Paseo de los Olmos.

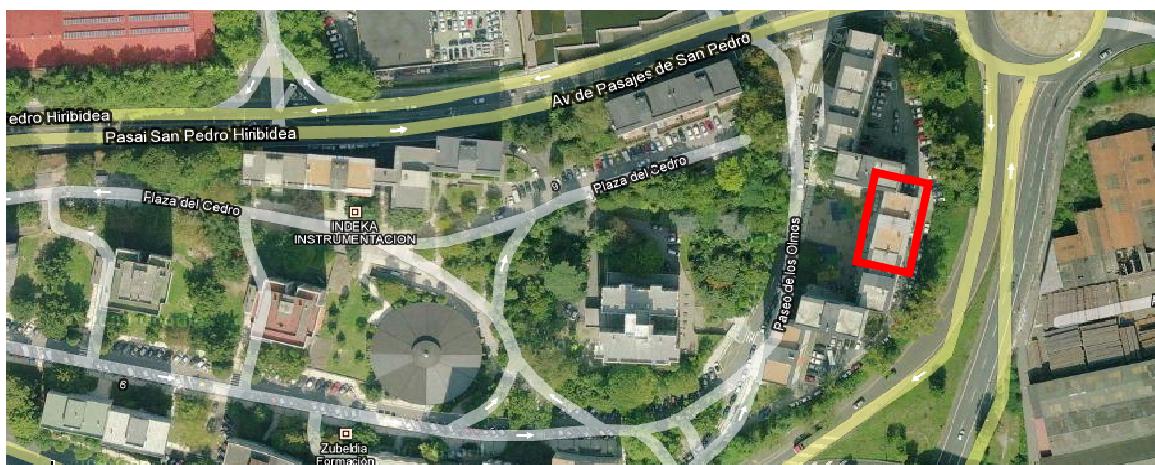


Figura 11. Localización del bloque adosado

Fuente: <http://maps.google.es/>

4. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO CUALITATIVO

A continuación se van a exponer las imágenes termográficas obtenidas, y sus resultados más significativos. Ante todo, debe incidirse en que el análisis termográfico para edificios es un estudio que proporciona resultados muy fiables, pero que sólo deben analizarse desde un punto de vista cualitativo. Esto se debe a que hay diversos factores que hacen que la incertidumbre en

la exactitud de la medida aumente, ya que es imposible controlar todos los fenómenos que influyen en el intercambio de calor de una pared con el ambiente exterior. En el caso de realizar un ensayo en laboratorio con unas condiciones determinadas, sí podría garantizarse un análisis cuantitativo, pero este no es el caso.

4.1. EDIFICIO TORRE

4.1.1. Cerramientos

En este apartado, se analizará la pérdida de calor a través de los muros exteriores, para poder valorar la existencia de puentes térmicos en la fachada.

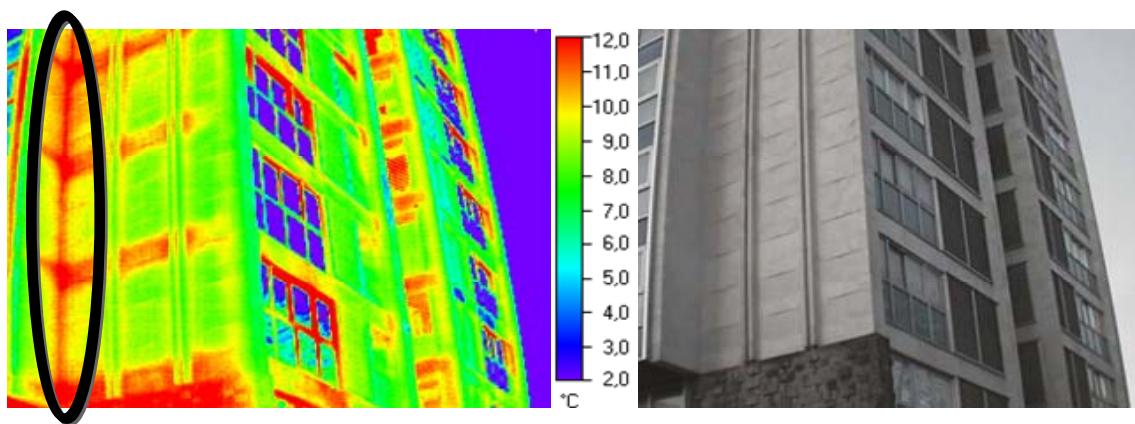


Figura 12. Cerramientos exteriores. Detalles en las esquinas entrantes

Fuente: CENER

En primer lugar, uno de los puntos críticos en los cerramientos exteriores se localiza en los encuentros de fachadas del tipo entrante. Puede apreciarse que la temperatura en estos puntos es superior a la fachada. Sin embargo, debe explicarse que en estos puntos, al encontrarse menos expuestos al viento su temperatura será algo mayor, que la de las fachadas.

A pesar de lo anterior, y dado que la temperatura es hasta 4 grados superior, los encuentros entre fachadas, representan un puente térmico, presente de manera longitudinal en toda la fachada. Para solventar este puente térmico, debe colocarse aislamiento. Para ello, las soluciones posibles son tres, en el interior, en la cámara de aire en el cerramiento exterior, o bien en el exterior, siendo la más indicada en este caso, la colocación de aislamiento en la cámara del cerramiento.

4.1.2. Forjados

Asimismo, los forjados pueden suponer un puente térmico importante, ya que, normalmente, no se ha tenido en cuenta la influencia de los mismos en las pérdidas energéticas de las viviendas.

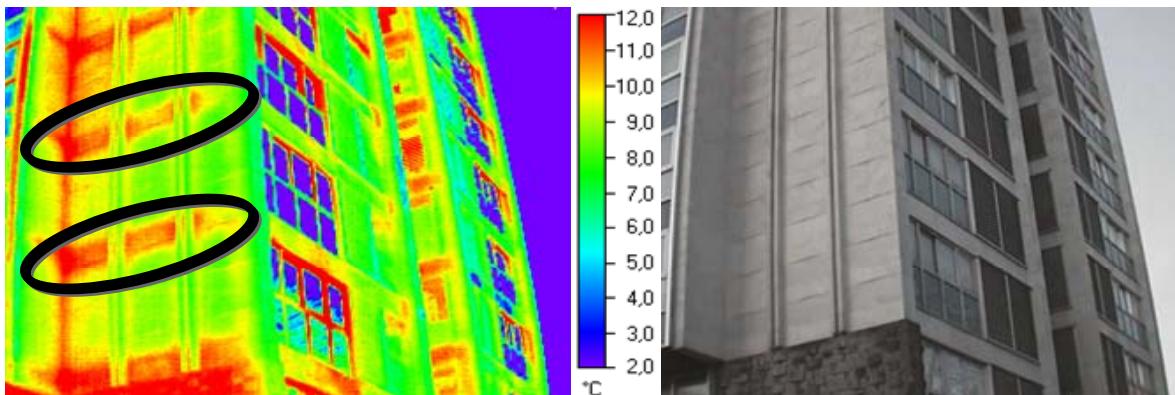


Figura 13. Forjados en los edificios Torre

Fuente: CENER

En la figura superior, puede apreciarse, que los forjados del bloque de viviendas considerado representan una pérdida energética importante. Puede comprobarse que, a pesar de estar el cerramiento exterior cubriendolo, aparecen zonas de mayor temperatura en las zonas coincidentes con el forjado.

Además, la superficie relativa de los forjados representa una parte importante en el conjunto de los cerramientos exteriores, y es por ello que su influencia al conjunto global de pérdidas energéticas a través de los cerramientos es significativa.

En la imagen inferior, en la cual se muestra en detalle uno de los forjados, puede apreciarse el mismo efecto.

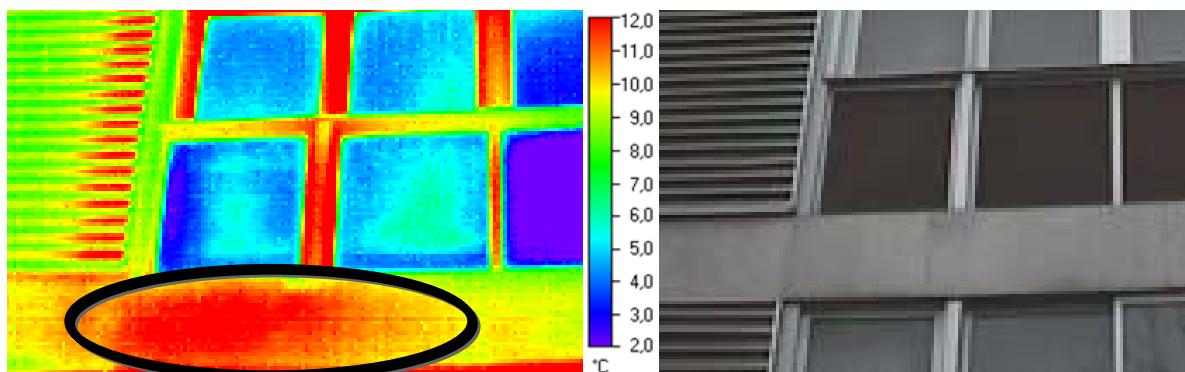


Figura 14. Cerramientos exteriores. Detalles en los forjados

Fuente: CENER

Para lograr minimizar en la medida de lo posible las pérdidas energéticas a través de los forjados, la solución más adecuada es la colocación de aislamiento en el exterior.

4.1.3. Carpintería

Al hablar de carpintería nos referimos a las puertas y ventanas, considerando su conjunto, es decir, marcos y vidrio.

Sin embargo, el análisis de los vidrios reviste un gran problema, ya que la mayoría de los vidrios (salvo aquellos con unas propiedades aislantes muy específicas) son menos aislantes que los cerramientos opacos, es decir, su coeficiente de transferencia térmica, U , o cómo de fácil transmiten el calor es superior a de los cerramientos opacos, con lo que la temperatura en la cara exterior de los vidrios esperable sería superior a la de los muros exteriores. De hecho, un vidrio simple puede tener una $U = 5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$, y un vidrio doble puede tener una $U = 3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$, valores superiores a los de un cerramiento opaco.

En cambio, al observar la termografía inferior, se muestra que la temperatura de los vidrios está por debajo incluso de la temperatura ambiente. Lo que sucede en estos casos es que debido al ángulo considerado para la toma de la termografía, la parte reflejada por el vidrio aumenta. Además, se refleja la temperatura del cielo, que al tener una temperatura baja influye en el resultado de la termografía.

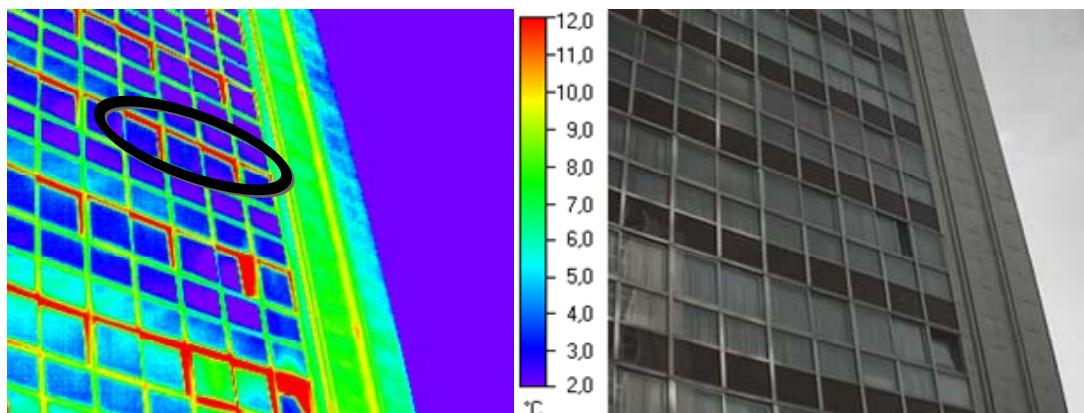


Figura 15. Ventanas en los edificios Torre

Fuente: CENER

Asimismo, se aprecia que en los marcos de las ventanas la temperatura es superior (sobre todo en los bastidores correspondientes a las zonas cercanas al techo de la vivienda, que es donde se acumula más calor), y por tanto, se tendrán pérdidas energéticas importantes. Esto es debido a que la mayoría de las ventanas tienen sus marcos de aluminio sin rotura de puente térmico, y por tanto, constituyen un sumidero de calor importante. Se aconseja el cambio de carpinterías en las ventanas, sustituyéndolos por otras con rotura de puente térmico, que ofrecen mayor resistencia al paso de calor.

A parte de ser un puente térmico de gran influencia en el comportamiento térmico del edificio, las ventanas tienen otro gran inconveniente, ya que las pérdidas por infiltraciones de aire exterior en las carpinterías son bastante relevantes cuando las ventanas no han sido renovadas en años.

En la imagen inferior, se aprecian también, las pérdidas a través de las carpinterías de las ventanas en otra de las fachadas del bloque de viviendas.

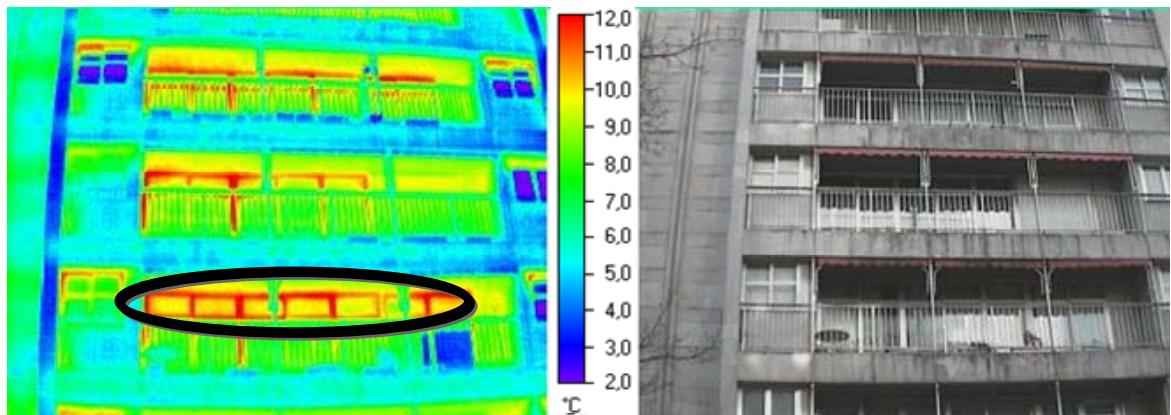


Figura 16. Ventanas en los edificios Torre
Fuente: CENER

4.1.4. Hueco escaleras y terraza

El presente bloque de viviendas tiene en la fachada norte una tipología distinta, ya que el muro exterior es distinto, y además, el espacio que aísla no es una vivienda, sino la zona de escaleras y unas terrazas de las viviendas.

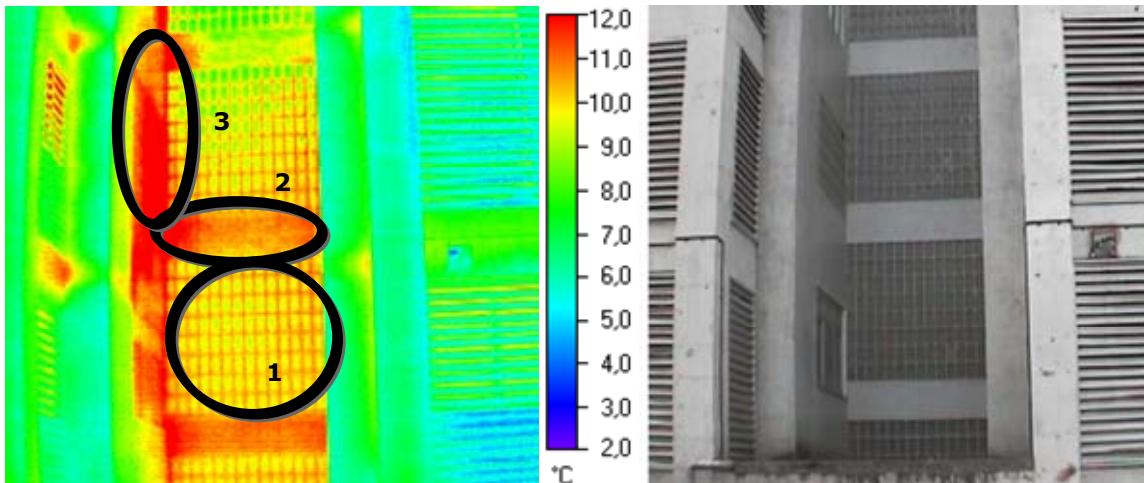


Figura 17. Zona escaleras en los edificios Torre
Fuente: CENER

Se observan en esta termografía una serie de aspectos, algunos ya comentados, que destacan la ineficiencia térmica de dichas zonas.

En primer lugar, destaca la presencia del vidrio translúcido que separa la zona de las escaleras, que en la imagen aparece con el número 1. A pesar de los beneficios esperados correspondientes a la captación de radiación difusa para iluminar dichas zonas, su comportamiento térmico es peor que el del muro exterior normal.

En este caso, el forjado, número 2, también presenta un comportamiento inadecuado, pues proporciona una vía de salida del calor almacenado en el edificio. Tal y como se ha comentado

anteriormente, una solución efectiva para minimizar las pérdidas energéticas a través del forjado es el aislamiento exterior de los mismos.

La pared lateral número 3, correspondiente a las cocinas de las viviendas se comporta como un auténtico “radiador” de energía hacia el exterior. Para reducir la transferencia de calor a través de estos cerramientos, se propone el aislamiento de los muros.

4.2. BLOQUE DE VIVIENDAS ADOSADO

Una vez realizado el estudio en el bloque de viviendas Torre, se va a analizar el bloque de viviendas adosado.

El estudio de este edificio se realizó a continuación de los edificios Torre, y la temperatura exterior aumentó menos de un grado entre una medición y la otra.

Por otra parte, por la distribución del edificio y por su emplazamiento, tan sólo se pudo realizar el análisis con suficiente rigor técnico desde la parte principal, es decir, desde la fachada que da al Paseo de los Olmos. Esto se debe a que era la única fachada que ofrecía un ángulo para la captura de las termografías adecuado. Es por ello que todas las termografías incluidas en el presente informe han sido tomadas de dicha fachada.

4.2.1. Cerramientos

Analizar los cerramientos en este bloque de viviendas no es tarea fácil por el escaso porcentaje de muro exterior que hay en la fachada considerada. Si se observa la figura inferior, el muro exterior no parece que presente ninguna deficiencia constructiva destacable, lo cual no quiere decir que el comportamiento térmico de la fachada sea adecuado, puesto que se está evaluando la temperatura superficial de los cerramientos, por medio de la comparación entre puntos similares.

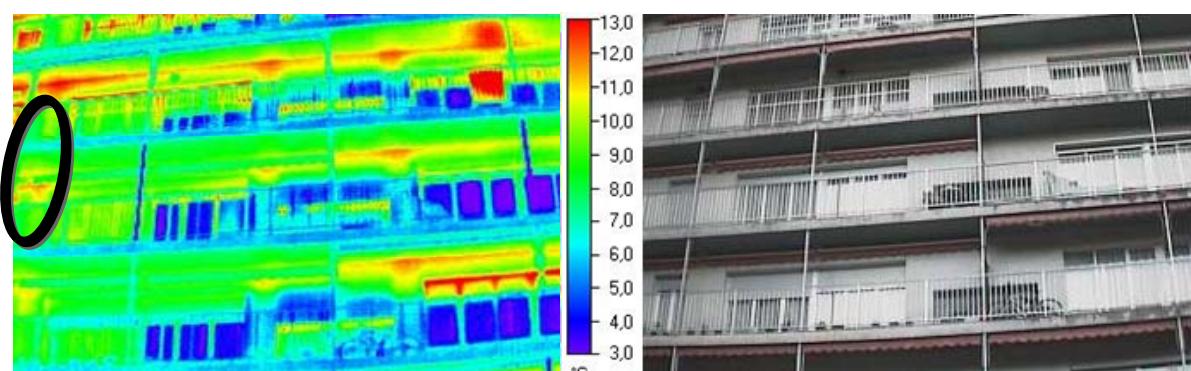


Figura 18. Cerramientos exteriores edificio Adosado

Fuente: CENER

4.2.2. Forjados

La evaluación de los forjados en este caso es difícil de realizar, ya que se tiene terraza, y por tanto, no se aprecian diferencias de temperatura significativas. No obstante, se puede observar que en la unión entre el forjado y el cerramiento sí que se tienen pérdidas energéticas.

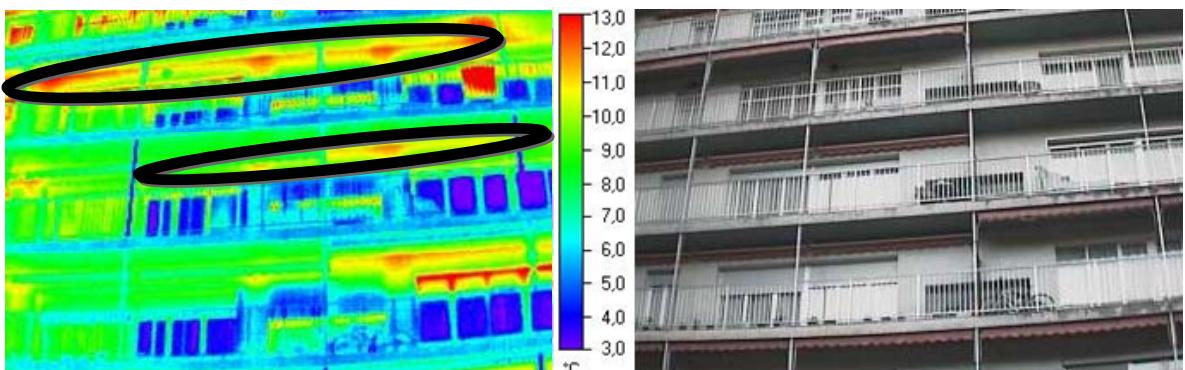


Figura 19. Cerramientos exteriores. Detalles en las uniones

Fuente: CENER

Este problema tiene difícil solución, ya que al ser terraza exterior y no tener un espacio calefactado ni en el piso superior ni en la parte inferior, no es posible la colocación de aislamiento.

4.2.3. Carpintería

En este caso, la carpintería también presenta unas pérdidas energéticas provocadas por un mayor coeficiente de transferencia térmica respecto al muro exterior.

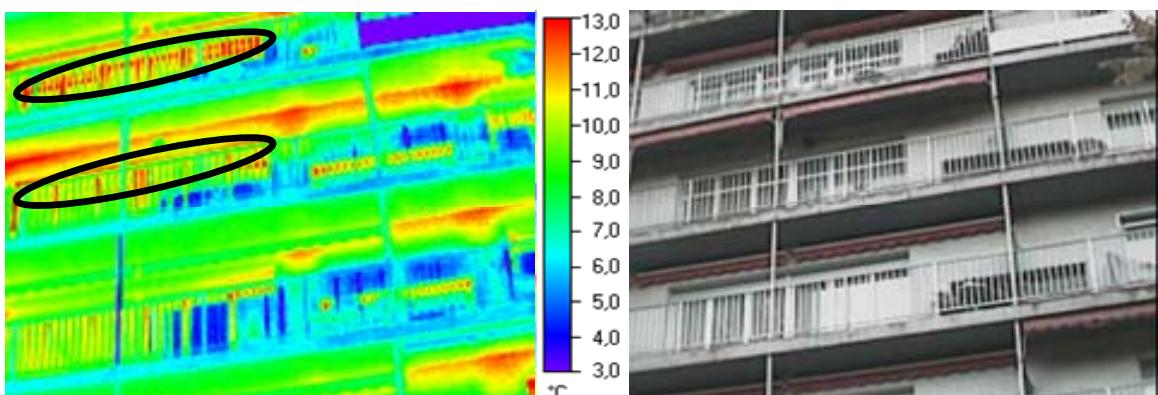


Figura 20. Pérdidas a través de la carpintería

Fuente: CENER

Si bien en la imagen es complicado ver claramente la temperatura de los vidrios debido a la presencia de las barandillas, se puede apreciar la presencia de puentes térmicos tras las mismas. Como se ha comentado en el edificio Torre, las ventanas constituyen un gran punto de fuga de calor, ya que la transmitancia térmica de las mismas es superior a la del cerramiento

opaco, y además, las infiltraciones en ventanas antiguas son muy superiores a las que se tienen hoy en día en ventanas con carpinterías de clase 3 ó 4. Por ello, se recomienda la sustitución de las ventanas antiguas por ventanas nuevas con marcos con rotura de puente térmico y vidrios dobles aislantes.

5. CONCLUSIONES

Se ha realizado el análisis termográfico de unos bloques de viviendas entre los que se han distinguido dos tipologías distintas, los edificios tipo Torre y el edificio tipo Adosado. El objeto del análisis es la evaluación del comportamiento térmico de los distintos elementos de los edificios.

Del análisis termográfico realizado en las viviendas Torre, se ha comprobado que los puentes térmicos más significativos se encuentran en las uniones o esquinas entrantes, en los cantos de los forjados, en los marcos de las ventanas, y en los muros correspondientes a la fachada norte. Por ello, en primer lugar se recomienda la sustitución de ventanas antiguas por ventanas que tengan marcos con rotura de puente térmico y vidrios dobles aislantes, que tienen un coeficiente de transferencia térmica inferior. Además, la sustitución de ventanas antiguas por nuevas va a permitir la colocación de carpinterías con una menor permeabilidad al aire exterior, y que proporcionen más estanqueidad a las viviendas. En un clima como el de San Sebastián, en el que predominan las cargas de calefacción sobre las de refrigeración en viviendas, las infiltraciones de aire adquieren mayor importancia.

Otra medida que debe considerarse es el aislamiento de las fachadas y los cantos de los forjados. Dado que para aislar los cantos de los forjados la solución idónea es el aislamiento exterior, debe evaluarse económicamente la posibilidad de aislar térmicamente la fachada. En caso contrario, la solución más adecuada sería la colocación de aislamiento en la cámara de aire de los cerramientos.

En el análisis termográfico realizado al edificio Adosado, destacan principalmente los puentes térmicos en las uniones entre forjado y muro exterior, y, de nuevo, en los marcos de la carpintería.

Dado que resulta complicado la evaluación de los cerramientos exteriores con el empleo de la cámara termográfica en el edificio considerado debido a la dificultad de captar superficie de muro exterior, y que los puentes térmicos de los cantos de los forjados tienen una solución complicada y poco efectiva, se recomienda la sustitución de la carpintería a fin de minimizar las pérdidas energéticas a través de la superficie de las ventanas, y las debidas a las infiltraciones de aire exterior.

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 3-Informe 3.1 Análisis económico en la rehabilitación
energética. Paseo de los Olmos 7-Rev1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 3-Informe 3.1 Análisis económico en la rehabilitación energética. Paseo de los Olmos 7-Rev1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Marta Sampedro**
Francisco Serna

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1.- RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.- OBJETO Y ALCANCE	5
1.3.- METODOLOGÍA	5
1.4.- CONCLUSIONES	5
2.- INFORME TÉCNICO	7
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	7
2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	8
2.2.1.- Descripción general del edificio	9
2.2.2.- Descripción de la envolvente térmica del edificio: cerramientos exteriores y huecos	11
2.2.3.- Descripción de las instalaciones	17
2.2.4.- Calificación	19
2.2.5.- Medidas de mejora	20
2.2.6.- Análisis económico.....	24
2.3.- CONCLUSIONES	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Plano de urbanización y vista de pájaro del barrio de Bidebieta	9
Figura 2.- Planta tipo del bloque de viviendas sito en Paseo de los Olmos 7.....	10
Figura 3.- Trazado de la envolvente térmica en planta	11
Figura 4.- Fachada norte	12
Figura 5.- Detalles de la cubierta	12
Figura 6.- Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este y sur	14
Figura 7.- Detalles de las carpinterías.....	14
Figura 8.- Convectores	17
Figura 9.- Fotografías de las etiquetas de las calderas.....	18
Figura 10.- Resultados obtenidos para la calificación energética del edificio sito en paseo de los Olmos 7 del barrio de Bidebieta.....	19
Figura 11.- Inyección de aislamiento térmico en cámaras de aire	20
Figura 12.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 7).....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuadro resumen de los diferentes conjuntos de medidas de mejora	22
Tabla 2.- Cuadro resumen de los ahorros en calefacción	23
Tabla 3.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora	25
Tabla 4.- Resultados obtenidos del análisis económico.....	26

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enclava dentro de los trabajos incluidos en el I proyecto "Guía metodológica para la rehabilitación energética y medioambiental del barrio de Bidebieta, San Sebastián" que viene siendo desarrollado por CENER desde septiembre de 2009.

1.2.- OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es mostrar la calificación energética que obtendrían los edificios de viviendas de Bidebieta, si se utilizara la versión beta actual de CE³X que se está desarrollando en el marco de la calificación energética de edificios existentes.

Asimismo, se analiza el impacto económico teórico de la aplicación de una serie de medidas económicas.

El alcance de este informe se limita al edificio de viviendas situado en el Paseo de los Olmos 5, del barrio de Bidebieta (Donostia)

1.3.- METODOLOGÍA

Para la realización de este informe se ha utilizado la versión 07.2 del programa beta CE³X, programa de calificación energética de edificios existentes.

1.4.- CONCLUSIONES

De la realización del presente informe se pueden extraer dos conclusiones fundamentales:

- El edificio posee una alta calificación a pesar de su año de construcción, (comparable a algunos edificios de nueva construcción que cumplen estrictamente el CTE) en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Esto es debido al bueno diseño de su envolvente para la zona climática en la que se sitúa (con una alta compacidad, la correcta orientación del edificio, protecciones solares a sur,...) y por el buen estado y alta eficiencia de sus instalaciones que han sido renovadas y mantenidas para su buen funcionamiento
- La aplicación conjunta de las medidas propuestas (colocación de aislamiento y cambio de ventanas) supone ahorros de más del 40%.

Hay que recalcar que el programa CE³X es un programa de certificación, y no un programa de evaluación energética estrictamente hablando, por consiguiente esta sometido a restricciones en su cálculo derivadas de la implantación de normativas regulatorias, que

limitan su uso. Por ello los resultados obtenidos en cuanto a ahorros energéticos y análisis económicos (que dependen de los ahorros energéticos), hay que entenderlos como estimaciones, ya que los verdaderos ahorros energéticos dependen en gran parte del uso que el inquilino de la vivienda quiera darle.

2.- INFORME TÉCNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

El borrador del RD por el que próximamente se aprobará el Procedimiento Básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios Existentes establecerá la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética en el cual se deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Esta disposición, en su versión de borrador, constituye un cambio y un paso importante a la hora de establecer y concebir nuevas medidas de ahorro ya que dicho documento contendrá un listado con unas medidas aplicadas a dicho edificio que permitan, que la calificación energética obtenida mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética, si la calificación de partida fuera la B, o dos niveles, si la calificación de partida fuera C, D, E, F ó G.

El programa CE³X de certificación energética de edificios existentes, mediante el cual se procede a evaluar el edificio situado en el Paseo de los Olmos número 7 del municipio de Donostia-San Sebastian, es uno de los programas que se están elaborando por orden del IDAE y que tras pasar todos los controles será documento reconocido para la certificación de edificios existentes.

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La introducción del edificio en el programa CE³X para la obtención del valor de certificación requiere el conocimiento de las características constructivas de la envolvente del edificio (composición de cerramientos, huecos, cubiertas, suelos, resolución de puentes térmicos,...), normativa de aplicación en el momento de construcción (zona climática,...) y características de las instalaciones (suministro de ACS, calefacción y/o refrigeración). Para la introducción de dicho datos existen tres niveles de acercamiento a la realidad; los *valores por defecto*, *valores estimados* o *valores conocidos (ensayados/justificados)*. Cada uno de ellos establece un nivel más de precisión al valor de calificación del edificio.

- Los *valores por defecto* se utilizan en aquellos casos en los que no se posee ningún tipo de información sobre las características constructivas o/y de instalaciones del edificio. Dichos valores son conservadores y reflejan el valor más alejado de la realidad.
- Los *valores estimados* se utilizan en aquellos casos en los que, conociendo alguna característica constructiva del cerramiento e instalación, no se tiene certeza de sus características. Es un claro ejemplo de valor estimado el de los vidrios, que pudiéndose determinar si son simples, dobles o triples no se posee conocimiento sobre sus características, o el de los cerramientos de doble hoja, que conociéndose dicha característica no se puede determinar las características de cada una de las hojas que lo componen.
- Finalmente el valor que ofrece mayor precisión es aquel conocido. Los *valores conocidos (ensayados/justificados)* son aquellos obtenidos de una prueba veraz, pudiendo ser ésta una medición con la herramienta correspondiente, una cata, un proyecto visado,... que nos asegure que los datos que vamos a utilizar son los adecuados.

Para el edificio objeto del presente informe no se poseen *valores conocidos (ensayados/justificados)* que nos permitan la mayor aproximación a la realidad, sin embargo se poseen datos, procedentes de la observación del mismo, que nos permiten obtener su calificación energética mediante *valores estimados*. Los valores estimados considerados y los motivos para considerar dichos valores se muestran a continuación.

2.2.1.- Descripción general del edificio

Se trata de un edificio situado en la calle de los Olmos número 7 del barrio de Bidebieta en la Localidad de San Sebastian-Donostia (Guipuzcoa). Entre 1970 y 1981, en la zona más próxima a la carretera N-I, se construyó la urbanización de Bidebieta en los terrenos pertenecientes a un palacete. Dichas viviendas, dotadas de mejor calidad y accesibilidad, estaban dirigidas a su ocupación por clase media-alta.

Nombre del proyecto: Estudio provisional de certificación del edificio existente situado en Calle Paseo de los Olmos 7 de Donostia-San Sebastian

Año de construcción: Anterior a 1980

Localización: Calle de los Olmos número 7 (barrio de Bidebieta) de la localidad de Donostia-San Sebastian (Guipuzcoa)

Uso: Residencial

Tipo de edificación: Bloque de viviendas

Superficie: Planta baja: Portal (sup. no habitable)

Plantas superiores (1 a 11): Viviendas aproximadamente 3.456,2 m² útiles (= 157,10 x 22)

Altura libre de planta: 2,6 m

Masa de las particiones: Media

Descripción genérica del edificio: La edificación se desarrolla en planta baja más once plantas superiores (1 a 11): Viviendas aproximadamente 3.456,2 m² útiles (= 157,10 x 22)



Figura 1.- Plano de urbanización y vista de pájaro del barrio de Bidebieta .

Fuente: Fuente: www.gipuzkoa.net

El portal número 7 del Paseo de los Olmos, se encuentra geográficamente en el centro-este de la urbanización. El edificio, de uso residencial, corresponde a una torre de baja+11 de altura, de planta cuadrada, con las cuatro orientaciones expuestas y girada levemente (14°) respecto a la dirección N-S. Su forma en planta tiende a forma cuadrada. Consta de dos viviendas por planta (22 viviendas) situadas simétricamente respecto al eje Norte-Sur del bloque de aproximadamente de $157,10\text{ m}^2$ cada vivienda, teniendo la mitad de ellas orientación Este y la otra mitad orientación Oeste, compartiendo todas ellas las orientaciones Norte Y Sur (ver figura siguiente).

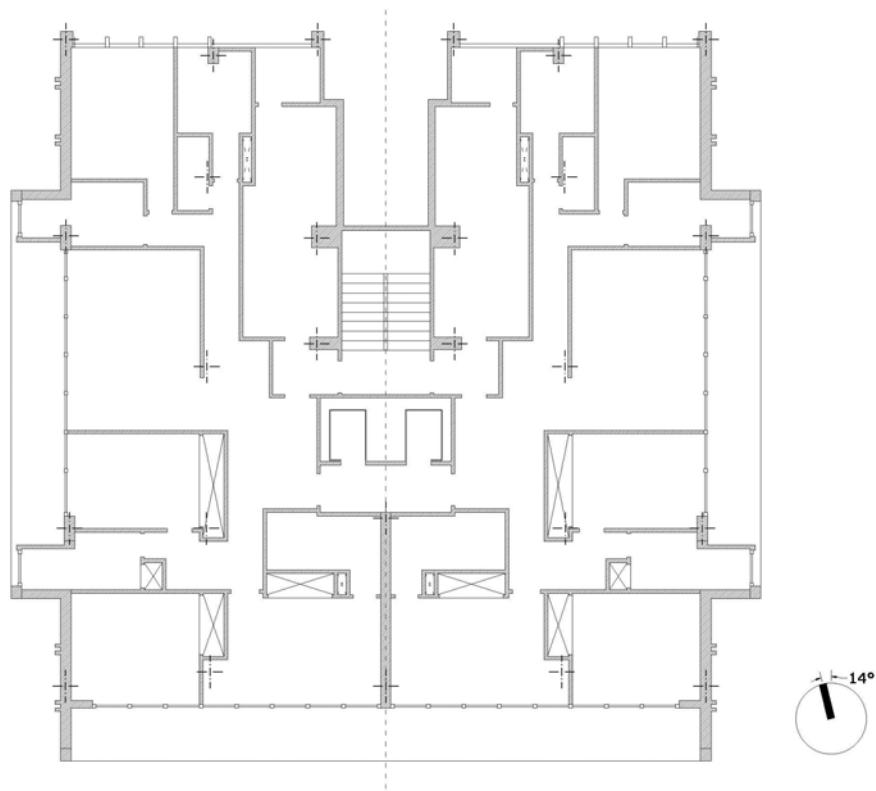


Figura 2.- Planta tipo del bloque de viviendas sito en Paseo de los Olmos 7

Fuente: CENER

El estado de conservación del edificio podría considerarse como bueno, aunque en la fachada existen desperfectos que producen filtraciones y provocan humedades en algunas viviendas. En la fachada norte también existen ventanales de pavés, que comunican con zonas comunes que se encuentran en mal estado.

La tabiquería interior del edificio está realizada con fábrica de ladrillo hueco doble y los forjados entre plantas son de hormigón armado por lo cual se determina que la masa de las particiones interiores será media.

2.2.2.- Descripción de la envolvente térmica del edificio: cerramientos exteriores y huecos

Se realiza una inspección del edificio con el fin de determinar las características de cada elemento de la envolvente. Dado que en el edificio no se han hecho ensayos que determinen los valores de transmitancia térmica de los distintos elementos que la componen se intentará determinar dicha transmitancia térmica en función de las características constructivas de los mismos. Esto permitirá no recurrir a los valores asignados por el programa por defecto que son de carácter conservador y empeorarían la calificación final.

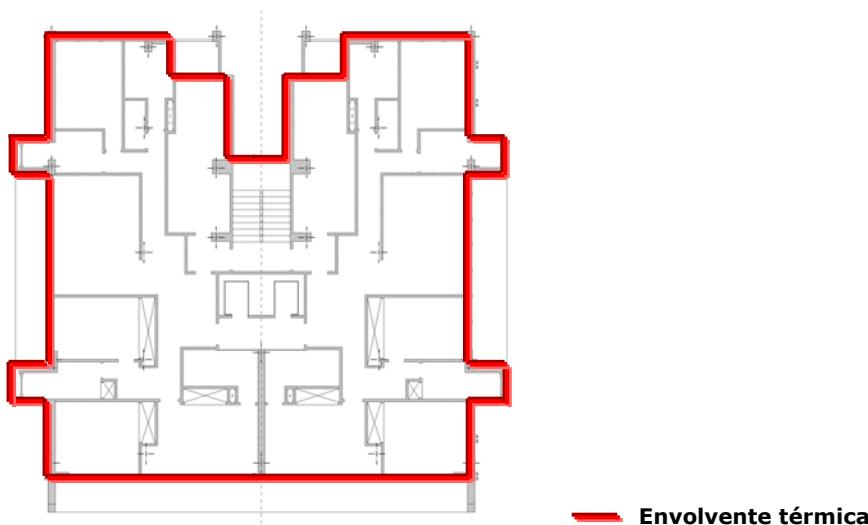


Figura 3.- Trazado de la envolvente térmica en planta

Fuente: CENER

Tras la inspección realizada al edificio se determinan las siguientes características para los cerramientos que conforman la envolvente térmica.

2.2.2.1.- Muros de fachada

El muro principal de fachada se compone de un muro de doble hoja de fábrica de ladrillo con cámara de aire sin ventilar entre ambas hojas. Revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido a fábrica mediante mortero y revestimiento interior mediante enfoscado de yeso o alicatado en función de cada estancia. El edificio carece de aislamiento térmico en los muros de fachada.

En la zona central de la fachada norte, existe un retranqueo hasta el núcleo de escaleras. Al retranquearse se forma una fachada orientada al este y otra al oeste que por su constitución (casi de patio) se encuentran continuamente en sombra.

La zona con lamas situada en fachada norte y en el retranqueo no forman parte de la envolvente térmica, puesto que los espacios situados tras las lamas se encuentran muy ventilados y no poseen condiciones de habitabilidad. La envolvente en dichos puntos discurrirá por las tabiquerías interiores que separan dicho espacio ventilado de la vivienda –ver Figura 3.-



Figura 4.- Fachada norte

Fuente: CENER

Los cerramientos de vidrio coloreado de la fachada norte se encuentran trasdosados al interior y se consideran muro de fachada ya que a través de ellos no se produce aporte de luz.

2.2.2.2.- Cubierta plana

Se puede determinar que la cubierta es plana y está formada por forjado de hormigón armado al observar las imágenes. La tipología de la misma sería unidireccional, pudiéndose determinar dicha característica observando la dirección de las vigas de canto en el interior de las viviendas o en los elementos exteriores.



Figura 5.- Detalles de la cubierta

Fuente: CENER

El único detalle observable sobre las diferentes capas de la cubierta es que se encuentra recubierta de tela asfáltica para su impermeabilización.

2.2.2.3.- Suelo en contacto con el aire exterior

El edificio posee superficies de suelo en contacto con el aire exterior en los flancos de los balcones de las fachadas este y oeste que en planta segunda vuelan sobre saliendo de la planta primera.

Al igual que en la cubierta se puede determinar que dicho suelo está formado de forjado de hormigón armado unidireccional. No existen pruebas que determinen que dicho forjado se encuentra aislado.

2.2.2.4.- Particiones interiores con espacios no habitables

Particiones interiores verticales

Serán aquellas particiones que separan el espacio habitable de la vivienda de aquella estancia situada a norte y que se separa del exterior mediante lamas. Dado su situación en la vivienda y el espesor del cerramiento (apreciable al atravesar la puerta que comunica ambos espacios) puede determinarse que dicho cerramiento está compuesto de fábrica de ladrillo hueco doble con acabado de enlucido de yeso por ambas caras.

Particiones interiores horizontales con espacio no habitable inferior

Se incluye en esta tipología de cerramiento el forjado que separa las viviendas situadas en el primer piso del espacio de portal considerado espacio no habitable. Dicho elemento posee las mismas características que el suelo en contacto con el aire exterior, ya que se desconoce la existencia de aislamiento. Por lo tanto, se considera para el mismo un forjado unidireccional de hormigón armado.

2.2.2.5.- Huecos

Las fachadas sur, este y oeste están dotadas de unos grandes balcones cuyos huecos de acceso (ventanales), están constituidos por acristalamiento transparente de vidrio doble y carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico.



Figura 6.- Izquierda: fachada Oeste. Derecha: fachadas este y sur

Fuente: CENER

La fachada norte del edificio está constituida por huecos de forjado a forjado cuya mitad superior es de vidrio transparente y la parte inferior es de vidrio coloreado. Este vidrio coloreado, como ya se ha determinado anteriormente, se considera como muro de fachada y no hueco por no permitir el paso de luz a través de él. Los vidrios son simples y las carpinterías de aluminio sin rotura de puente térmico.

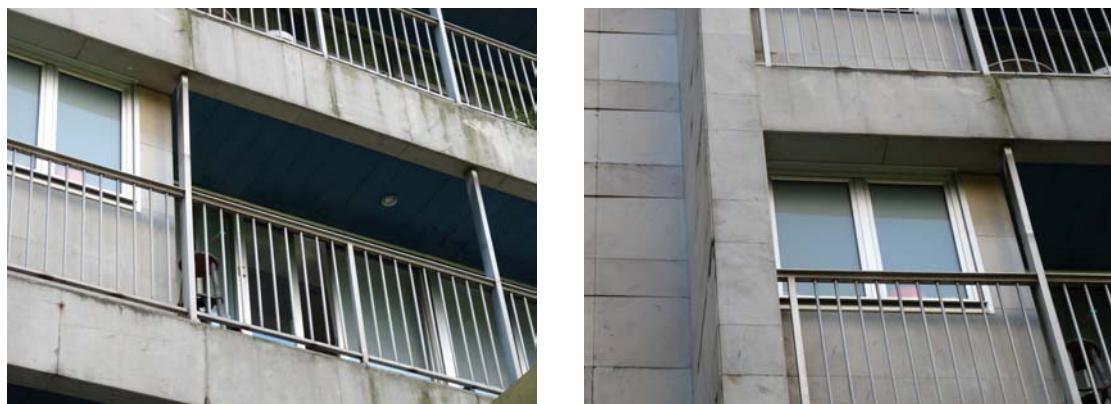


Figura 7.- Detalles de las carpinterías

Fuente: CENER

Las fachadas situadas al interior del retranqueo del edificio en la cara norte presentan una

serie de huecos realizados mediante ladrillos de vidrio o pavés que permiten la entrada de luz en la cocina.

2.2.2.6.- Puentes térmicos

Se determina en el edificio la existencia de las siguientes tipologías de puentes térmicos:

- pilares integrados en fachada y pilares en esquina

La Figura 2.- muestra con cruces la ubicación de los pilares en la planta del edificio. Aquellos que forman parte de la envolvente se encuentran enrasados con la hoja exterior de fábrica de ladrillo de la fachada y, al igual que ésta, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al pilar mediante mortero.

- encuentro de fachadas con forjados

Los frentes de forjado del edificio se encuentran enrasados con la hoja exterior de fábrica de ladrillo de la fachada y, al igual que ésta, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al forjado mediante mortero.

- encuentro de fachadas con voladizo

Los balcones de las fachadas sur, este y oeste muestran esta tipología de puentes térmicos. Los cantos de los voladizos, al igual que los encuentros de fachadas con forjados, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al forjado mediante mortero.

- encuentro de fachada con cubierta

En dicho encuentro el forjado que constituye la cubierta se pliega transformándose en un peto de hormigón de unos 10 cms de espesor y aproximadamente 1,20 metros de altura. El exterior de dicho peto se encuentra revestido de mármol como el resto de las fachadas del edificio. encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire

Utilizará la misma solución que se aplica a los encuentros de fachada con forjado, considerándose sin aislar ninguno de los dos cerramientos

- contorno de huecos

Existen puentes térmicos de contornos de hueco en todos los huecos que presenta el edificio y dichas carpinterías se encuentran situadas alineadas con el exterior del cerramiento.

- cajas de persiana

Aunque alguna de las viviendas ha realizado reformas en las que al sustituir los huecos lo ha hecho por huecos con persianas en general los huecos del edificio no están dotados de las mismas y debido a que se va a realizar una certificación global del mismo se considera que

dichos elementos no existen.

- esquinas entrantes y salientes

Se puede determinar la existencia de esta tipología de puentes térmicos y su longitud, pero no se posee características de cómo se encuentran resueltos. Por lo tanto se tomarán los valores por defecto del programa para esta tipología de cerramiento de muro de fachada.

2.2.3.- Descripción de las instalaciones

El sistema de calefacción de estas viviendas es centralizado (calefacción de distrito) donde una central térmica produce agua caliente, que se distribuye mediante una red de colectores generales a los edificios. De cada colector parte la distribución de calor a las unidades terminales (convectores) de las viviendas. La distribución de la energía calorífica se realiza por montantes. Cada una de los montantes, de ida y retorno, trasfieren el agua caliente a uno o dos convectores por vivienda (según el caso) situados en la vertical de la montante correspondiente y en todas las alturas del edificio, desde la planta primera a la última.



Figura 8.- Convectores

Fuente: CENER

Estos convectores carecen de válvulas termostáticas, por lo que funcionan según el horario general del sistema de distrito (ver figura adjunta).

Tipo de sistema	La producción se efectuará mediante sistemas centralizado de distrito para calefacción y agua caliente sanitaria.
Tipo de caldera calefacción y ACS	3 calderas de baja temperatura marca VIESSMANN mod. PANORAMM TRIPLEX - Z dos de ellas para calefacción de 1750 kW y una para agua caliente sanitaria de 720 kW. Fabricadas en el año 1999.



Fuente principal energía Gas natural

Rendimiento de combustión 97%

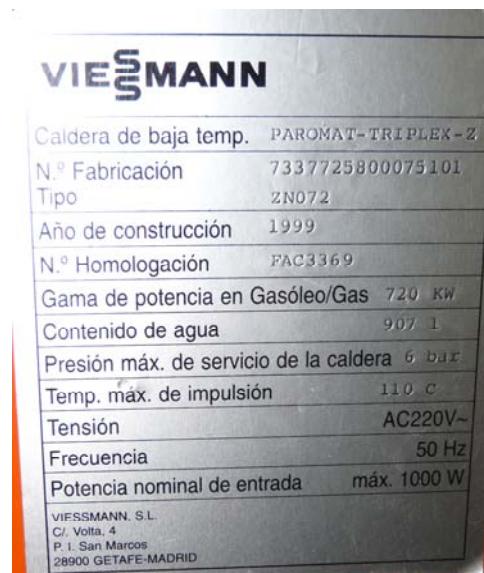
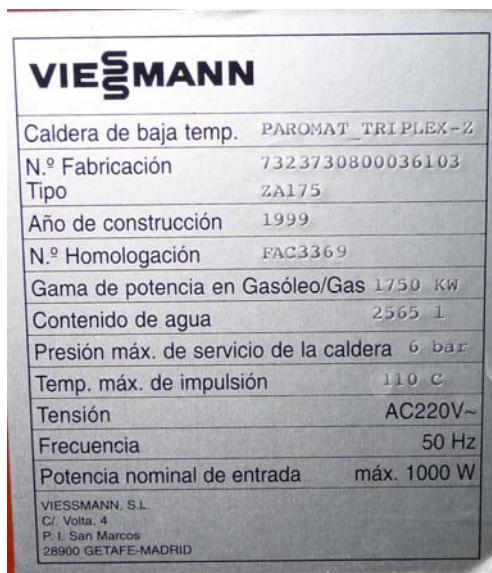


Figura 9.- Fotografías de las etiquetas de las calderas

Fuente: CENER

2.2.4.- Calificación

Tras la introducción de los datos de los anteriores apartados en el programa se procede a la calificación del edificio existente con el siguiente resultado:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE				
Indicador kgCO2/m2	Demandas	kWh/m2	Clase	kWh/año
	Demandas calefacción refrigeración	82.127 2.715	E 9384.0	283855.5501
	kgCO2/m2	kWh/m2	Clase	kgCO2/año
	Emisiones CO2 calefacción	17.976	D	62130.4488
	Emisiones CO2 refrigeración	1.036		3580.7268
	Emisiones CO2 ACS	2.903	C	10033.6389
	Emisiones CO2 anuales	21.916	D	75748.2708

El consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa CE3X, para condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

El consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.

En el proceso de calificación energética no se han tenido en cuenta las pérdidas térmicas en los circuitos de distribución. El aislamiento de dichos circuitos puede conllevar ahorros energéticos

Figura 10.- Resultados obtenidos para la calificación energética del edificio sito en paseo de los Olmos 7 del barrio de Bidebieta

Fuente: CE³X v.07.2

La calificación del edificio se obtiene de las características actuales del edificio que se han descrito en los apartados anteriores. Sin embargo, como se ha comentado en la introducción en el borrador del próximo real decreto se establece que el certificado debe ir acompañado de una serie de medidas de mejora de eficiencia energética que permita la mejora de su calificación energética en dos niveles en los casos de edificios C, D ,E, F y G¹.

Por lo tanto, para el cumplimiento de lo establecido en el borrador del real decreto, se procederá a la determinación de unos conjuntos de medidas de mejora teóricas para el edificio y a la valoración económica de dichas medidas teóricas. Estos datos serán orientativos. Para poder considerar dichos valores como reales, debería existir un proyecto de reforma tras de ellos que los verifase.

¹ Propuesto actualmente en el borrador del real decreto para la certificación energética de edificios existentes.

2.2.5.- Medidas de mejora

A continuación se determinan los conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética que, siendo viables, que producen mayores beneficios en ahorro de energía.

Dado que la instalación de ACS y calefacción ha sido renovada hace pocos años y que su mantenimiento y funcionamiento evidencian su buen estado se opta por la proposición de medidas de mejora aplicables a la envolvente del edificio.

Se proponen por tanto los conjuntos de medidas de mejora que se enumeran a continuación:

- **Conjunto 1: Aislamiento de cerramientos opacos salvo suelos**

- Aislamiento de cubierta, añadiendo en el exterior de la misma una capa de aislamiento térmico de 10 cm de espesor y $\lambda= 0,034$ W/mK.
- Aislamiento de muros de fachada. En el caso de los muros de una hoja, se propone trasdosarlos al interior, mientras que en el caso de muros de doble hoja se propone su aislamiento bien mediante trasdosado interior del cerramiento o bien mediante relleno de la cámara de aire. El aislamiento en el caso de inyección en cámara será mediante material impermeable (para que en caso de infiltraciones de agua no pierda sus propiedades aislantes). Se considera un aislamiento adicional de 7cms de espesor con una $\lambda=0,040$ W/mK.

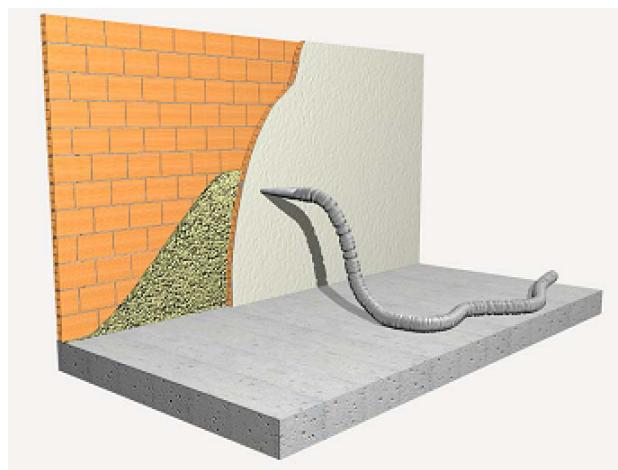


Figura 11.- Inyección de aislamiento térmico en cámaras de aire

Fuente: Generador de precios de rehabilitación

- **Conjunto 2: Aislamiento de todos los cerramientos opacos**

Además de los cerramientos aislados en el apartado anterior se plantea el aislamiento de suelos y particiones interiores² con espacios no habitables.

- Suelos exteriores, se propone su aislamiento mediante la fijación por el exterior de paneles de aislante térmico de 4 cms de espesor y $\lambda=0.034$ W/mK

- **Conjunto 3: Mejora de huecos**

- Mejora de los marcos, sustituyéndolos por unos con una transmitancia térmica $U_{marco} = 1,8\text{W/m}^2\text{K}$. La sustitución de los marcos es probable que suponga un incremento del porcentaje de los mismos pasando a considerarse del 30%.
- Mejora de los vidrios, utilizando unos vidrios de bajo valor de transmitancia térmica ($U_{vidrio} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ y $g_{vidrio} = 0,64$) ya que debido a la gran cantidad de superficie vidriada en el edificio el mayor porcentaje de pérdidas del mismo se produce a través de estos.
- Mejora de la permeabilidad al aire de las ventanas. Se propone la utilización de carpinterías con el máximo valor permitido por el código técnico de la edificación para las nuevas construcciones de la zona climática a la cual pertenece el edificio (C1). El nuevo valor de permeabilidad de los huecos medida con una sobrepresión de 100 Pa será de $27\text{m}^3/\text{hm}^2$ (clase 2)

- **Conjunto 4: Combinación de conjunto 1 y conjunto 3**

- **Conjunto 5: Combinación de conjunto 2 y conjunto 3**

Se muestra a continuación un cuadro resumen con las medidas de mejora energética planteadas en cada conjunto de medidas.

² El aislamiento de suelos exteriores en contacto con el aire exterior (considerado como medida de mejora) considera aquellas superficies que siendo parte del suelo de la vivienda bajo ellas se encuentra el ambiente exterior. Esto, sólo sucede en las plantas segundas que sobresalen respecto a la planta primera. En el bloque 5 se trata de aquella superficie que se encuentra junto al cerramiento de muro cortina, mientras que en el bloque 7 se trata de las superficies del suelo de los baños que se encuentran en dicho lugar, ya que en lugar de espacio habitable en parte de dicha zona posee balcones

Conjunto de medidas	Medida
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
Conj 2, aislamiento de TODOS los cerramientos	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
	Aislamiento de suelo exterior
Conj 3, mejora de huecos	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad
Conj 4: conjunto1 + conjunto3	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad
Conj 5: conjunto2 + conjunto3	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
	Aislamiento de suelo exterior
	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad

Tabla 1.- Cuadro resumen de los diferentes conjuntos de medidas de mejora

Fuente: Cener

Los resultados de mejora de eficiencia energética obtenidos con las diferentes medidas de mejora son los que se muestran a continuación:

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	82.1 E	2.7	18.0 D	1.0	2.9 C	21.9 D	-
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	66.4 E	4.1	14.5 D	1.6	2.9 C	19.0 D	13.2%
Conj 2, aislamiento de TODOS los cer...	66.4 E	4.1	14.5 D	1.6	2.9 C	19.0 D	13.3%
Conj 3, mejora de huecos	65.8 E	2.1	14.4 D	0.8	2.9 C	18.1 D	17.4%
Conj 4, conjunto1 + conjunto3	47.4 D	3.1	10.4 C	1.2	2.9 C	14.5 C	34.0%
Conj 5, conjunto2 + conjunto3	47.3 D	3.1	10.4 C	1.2	2.9 C	14.4 C	34.1%

Figura 12.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 7)

Fuente: CE³X v.07.2

En este caso, como puede observarse en dichos resultados, la aplicación de las medidas 4 ó 5 permite pasar de una calificación D a una calificación C.

No obstante, la calificación energética en CE³X, al igual que CALENER VYP, se realiza en términos de CO₂, no en demanda de energía. El programa, si lo estima necesario, asigna un sistema de refrigeración por defecto al edificio (aunque no lo tenga) con sus consiguientes emisiones asociadas. En este caso, esta circunstancia está perjudicando la calificación energética. Los ahorros que realmente se producen en calefacción son los siguientes:

Conjunto de medidas	Demanda de calefacción	Ahorros
Caso Base	82.1	-
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	66.4	19.12%
Conj 2, aislamiento de TODOS los cerramientos	66.4	19.12%
Conj 3, mejora de huecos	65.8	19.85%
Conj 4: conjunto1 + conjunto3	49.8	42.26%
Conj 5: conjunto2 + conjunto3	49.7	42.38%

Tabla 2.- Cuadro resumen de los ahorros en calefacción

Fuente: CE³X v.07.2

Llama la atención, la diferencia de valores en los ahorros en la aplicación de la medida 3 (cambio de huecos y carpintería), entre este programa **19.85%**, y mediante Energy Plus³, **40.1%**.

Esta discrepancia se debe principalmente a dos factores:

- Las condiciones de simulación, no son exactamente iguales, mientras que en Energy Plus se ha intentado simular con las condiciones reales de uso, en CE³X hay ciertas condiciones que vienen fijadas por defecto (horarios y consignas de calefacción, valores por defecto de refrigeración...)
- Relacionado con el punto anterior, el programa CE³X aplica los coeficientes de renovaciones de aire exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su documento básico DB HS3-Calidad del aire interior. Los estudios realizados, aplicando las exigencias de renovaciones de aire del CTE, demuestran que las mayores pérdidas energéticas que se producen en un edificio son las debidas a la ventilación (renovaciones de aire + infiltraciones). Sin embargo se deben suponer las mismas premisas para la certificación de todos los edificios, nuevos y existentes.

³ Este valor puede verse en el informe "Bidebieta- Fase 2 – Informe 2.1 Simulación bloque Paseo de los Olmos 7-Rev1". Hay que tener en cuenta que Energy Plus, no es un programa certificativo, es un programa de cálculo térmico en el que las condiciones iniciales de todos los parámetros son fijadas por el usuario, mientras que los programas certificadores están sujetos a normas fijadas por las normativas vigentes.

2.2.6.- Análisis económico

Se realiza a continuación el análisis económico de los diferentes conjuntos de medidas con la finalidad de estimar su viabilidad económica.

Se han introducido los valores que a continuación se especifican que son los necesarios para que el programa pueda realizar el análisis económico.

2.2.6.1.- Consumo actual del edificio y facturas

Como se ha comentado, en informes anteriores, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). Esta ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una fórmula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, del precio de los materiales industriales, y de unos factores correctores que incluyen un índice de actualización del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa.

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, se consideran los ratios de consumo por superficie, y el resto de los aspectos y valores estimados anteriormente válidos⁴, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0,0417€/kWh de gas⁵ natural, obtenemos un consumo neto de gas natural para calefacción de 129,05 kWh/m². Por tanto, dado que la superficie total de las viviendas del edificio es de 3.456,20 m² (=157,10 m²/vivienda x 22 viviendas) el consumo global de gas natural para calefacción es de 446.023 kWh.

El consumo de gas natural para la producción de ACS para el edificio es de 115.000 kWh.

2.2.6.2.- Introducción de los Datos económicos para el análisis económico

Se ha introducido el precio asociado al gas natural de 0,0417 €/kWh que es el único combustible utilizado para el suministro de calefacción y ACS del edificio así como el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, estimándose para dichos valores del 5 y 3% respectivamente.

⁴ Para saber mas de este aspecto, consultar el informe "Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

⁵ Precio del gas natural tarifa último recurso, para consumos de más de 150MWh año + iva en el 2009

2.2.6.3.- Introducción del Coste de las medidas para el análisis económico

A continuación se ha introducido el coste estimado para de cada medida de mejora, su vida útil, número de unidades y el coste de mantenimiento. En este caso el coste de mantenimiento será 0 € ya que se tratan de medidas que una vez finalizada su puesta en obra no necesitan de control, revisión,...

Medida	Vida útil	Coste unitario	Número de unidades	Coste de mantenimiento
Aislamiento de cubierta	25	35 €/m ²	315 m ²	0
Aislamiento de muros, inyección en cámara	25	11,35 €/m ²	1355 m ²	0
Aislamiento de suelo exterior	25	8,48 €/m ²	7 m ²	0
Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad	25	500 €/m ²	1205 m ²	0

Tabla 3.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora

Fuente: Base de datos de precios de la construcción

Se posee el valor del coste por m² de las diferentes medidas de mejora por lo cual se introduce el número de unidades (aproximado) y el coste unitario de la unidad para calcular el coste total de la medida que se muestra automáticamente en su casilla correspondiente al operar los dos factores.

Los valores aplicados al coste unitario de las diferentes medidas de mejora han sido tomados de diferentes bases de datos de precios de la construcción, entre ellas la base de precios del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guadalajara.

Cabe recalcar que los datos considerados para los costes unitarios son datos orientativos. No se puede facilitar datos precisos debido a que dichos valores son variables en función infinidad de factores como por ejemplo la situación del mercado, la empresa que realiza la obra, los materiales seleccionados para la obra,...

2.2.6.4.- Resultados del análisis económico

Los resultados del análisis real (en función de los datos de las facturas reales) y del análisis económico teórico (basados en los datos teóricos del programa) muestran los siguientes resultados:

Medida	Análisis real		Análisis teórico	
	Plazo de amortización simple	VAN (€)	Plazo de amortización simple	VAN (€)
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	7,4	88.678,7	10,9	52.177,2
Conj 2, aislamiento de TODOS los cerramientos	7,4	89.265,2	10,9	52.561,6
Conj 3, mejora de huecos	181,0	-494.617,6	265,1	-528.833,6
Conj 4: conjunto1 + conjunto3	86,0	-391.890,3	125,9	* -467.060,4
Conj 5: conjunto2 + conjunto3	85,7	-391.164,3	125,5	*

Tabla 4.- Resultados obtenidos del análisis económico

Fuente: CE³X v.07.2

Las casillas que muestran un asterisco simbolizan medidas cuyos resultados económicos están fuera de una rentabilidad aceptable, desde un punto estrictamente de negocio, siendo su aplicación aconsejable desde otros parámetros (confort, revalorización de la vivienda...)

2.3.- CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de la versión beta del programa se pueden enumerar las siguientes conclusiones:

- El edificio posee una alta calificación a pesar de su año de construcción, (comparable a algunos edificios de nueva construcción que cumplen estrictamente el CTE) en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Esto es debido al bueno diseño de su envolvente para la zona climática en la que se sitúa (con una alta compacidad, la correcta orientación del edificio, protecciones solares a sur,...) y por el buen estado y alta eficiencia de sus instalaciones que han sido renovadas y mantenidas para su buen funcionamiento.
- Como se observa en el apartado de medidas de mejora de eficiencia energética y en el análisis económico de las mismas;
 - el aislamiento de la cubierta y los muros (conjunto 1) supondría un ahorro energético aproximado del **19 %** mientras que el aislamiento del suelo exterior del edificio no supondría una gran diferencia debido a la poca superficie que supone respecto el total de la edificación. Es necesario recalcar el bajo impacto económico que la implantación de dichas medidas supondría, así como su corto periodo de amortización.
 - La mejora de los huecos sustituyendo vidrios y marcos por otros más aislantes, con factor solar inferior y de permeabilidad al aire similar a la exigida por el CTE para esta zona climática (conjunto 3) supone un ahorro energético cercano al **20%**. Cabe destacar que, a pesar de ser la medida más eficiente, también es económicamente la más costosa, siendo su aplicación aconsejable desde otros parámetros (confort, revalorización de la vivienda...).
 - La utilización conjunta de los conjuntos de mejora anteriores (conjunto 1 y conjunto 3) aumenta el efecto del ahorro energético en las viviendas llegando a valores del **43%**. Con la aplicación combinada de las dos medidas se consigue reducir los periodos de amortización de la mejora de huecos. Sin embargo los resultados de los periodos de amortización seguirían siendo elevados.

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 3-Informe 3.2 Análisis económico en la rehabilitación
energética. Paseo de los Olmos 5-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 3-Informe 3.2 Análisis económico en la rehabilitación energética. Paseo de los Olmos 5-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Marta Sampedro**
Francisco Serna

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Jefe de proyecto **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1.- RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.- OBJETO.....	5
1.3.- ALCANCE.....	5
1.4.- METODOLOGÍA	5
1.5.- CONCLUSIONES	5
2.- INFORME TÉCNICO	7
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	7
2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	8
2.2.1.- Descripción general del edificio	9
2.2.2.- Descripción de la envolvente térmica del edificio: cerramientos exteriores y huecos	11
2.2.3.- Descripción de las instalaciones	17
2.2.4.- Calificación	19
2.2.5.- Medidas de mejora	20
2.2.6.- Análisis económico.....	24
2.3.- CONCLUSIONES	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Plano de urbanización y vista de pájaro del barrio de Bidebieta	9
Figura 2.- Planta tipo del bloque de viviendas sito en Paseo de los Olmos 5.....	10
Figura 3.- Trazado de la envolvente térmica en planta	11
Figura 4.- Fachada norte	12
Figura 5.- Detalles para determinar el forjado unidireccional de hormigón armado	12
Figura 6.- Fachadas este y oeste del edificio (muro cortina)	14
Figura 7.- Detalles muro cortina (frente de forjado).....	15
Figura 8.- Convectores	17
Figura 9.- Fotografías de las etiquetas de las calderas.....	18
Figura 10.- Resultados obtenidos para la certificación	19
Figura 11.- Inyección de aislamiento térmico en cámaras de aire	20
Figura 12.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 5).....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuadro resumen de los diferentes conjuntos de medidas de mejora	22
Tabla 2.- Cuadro resumen de los ahorros en calefacción	23
Tabla 3.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora	25
Tabla 4.- Resultados obtenidos del análisis económico.....	26

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enclava dentro de los trabajos incluidos en el I proyecto "Guía metodológica para la rehabilitación energética y medioambiental del barrio de Bidebieta, San Sebastián" que viene siendo desarrollado por CENER desde septiembre de 2009.

1.2.- OBJETO

El objeto de este informe es mostrar la calificación energética que obtendrían los edificios de viviendas de Bidebieta, si se utilizara la versión beta actual de CE³X que se está desarrollando en el marco de la calificación energética de edificios existentes.

Asimismo, se analiza el impacto económico teórico de la aplicación de una serie de medidas económicas.

1.3.- ALCANCE

El alcance de este informe se limita al edificio de viviendas situado en el Paseo de los Olmos 5, del barrio de Bidebieta (Donostia)

1.4.- METODOLOGÍA

Para la realización de este informe se ha utilizado la versión 07.2 del programa beta CE³X, programa de calificación energética de edificios existentes.

1.5.- CONCLUSIONES

De la realización del presente informe se pueden extraer dos conclusiones fundamentales:

- El edificio posee una alta calificación a pesar de su año de construcción, (comparable a algunos edificios de nueva construcción que cumplen estrictamente el CTE) en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Esto es debido al bueno diseño de su envolvente para la zona climática en la que se sitúa (con una alta compacidad, la correcta orientación del edificio, protecciones solares a sur,...) y por el buen estado y alta eficiencia de sus instalaciones que han sido renovadas y mantenidas para su buen funcionamiento
- La aplicación conjunta de las medidas propuestas (colocación de aislamiento y cambio de ventanas) supone ahorros de más del 40%.

Hay que recalcar que el programa CE³X es un programa de certificación, y no un programa de evaluación energética estrictamente hablando, por consiguiente esta sometido a

restricciones en su calculo derivadas de la implantación de normativas regulatorias, que limitan su uso. Por ello los resultados obtenidos en cuanto a ahorros energéticos y análisis económicos (que dependen de los ahorros energéticos), hay que entenderlos como estimaciones, ya que los verdaderos ahorros energéticos dependen en gran parte del uso que el inquilino de la vivienda quiera darle.

2.- INFORME TÉCNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

El borrador del RD por el que próximamente se aprobará el Procedimiento Básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios Existentes establecerá la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética en el cual se deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Esta disposición, en su versión de borrador, constituye un cambio y un paso importante a la hora de establecer y concebir nuevas medidas de ahorro ya que dicho documento contendrá un listado con unas medidas aplicadas a dicho edificio que permitan, que la calificación energética obtenida mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética, si la calificación de partida fuera la B, o dos niveles, si la calificación de partida fuera C, D, E, F ó G.

El programa CE³X de certificación energética de edificios existentes, mediante el cual se procede a evaluar el edificio situado en el Paseo de los Olmos número 5 del municipio de Donostia-San Sebastian, es uno de los programas que se están elaborando por orden del IDAE y que tras pasar todos los controles será documento reconocido para la certificación de edificios existentes.

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La introducción del edificio en el programa CE³X para la obtención del valor de certificación requiere el conocimiento de las características constructivas de la envolvente del edificio (composición de cerramientos, huecos, cubiertas, suelos, resolución de puentes térmicos,...), normativa de aplicación en el momento de construcción (zona climática,...) y características de las instalaciones (suministro de ACS, calefacción y/o refrigeración). Para la introducción de dicho datos existen tres niveles de acercamiento a la realidad; los *valores por defecto*, *valores estimados* o *valores conocidos (ensayados/justificados)*. Cada uno de ellos establece un nivel más de precisión al valor de calificación del edificio.

- Los *valores por defecto* se utilizan en aquellos casos en los que no se posee ningún tipo de información sobre las características constructivas o/y de instalaciones del edificio. Dichos valores son conservadores y reflejan el valor más alejado de la realidad.
- Los *valores estimados* se utilizan en aquellos casos en los que, conociendo alguna característica constructiva del cerramiento e instalación, no se tiene certeza de sus características. Es un claro ejemplo de valor estimado el de los vidrios, que pudiéndose determinar si son simples, dobles o triples no se posee conocimiento sobre sus características, o el de los cerramientos de doble hoja, que conociéndose dicha característica no se puede determinar las características de cada una de las hojas que lo componen.
- Finalmente el valor que ofrece mayor precisión es aquel conocido. Los *valores conocidos (ensayados/justificados)* son aquellos obtenidos de una prueba veraz, pudiendo ser ésta una medición con la herramienta correspondiente, una cata, un proyecto visado,... que nos asegure que los datos que vamos a utilizar son los adecuados.

Para el edificio objeto del presente informe no se poseen *valores conocidos (ensayados/justificados)* que nos permitan la mayor aproximación a la realidad, sin embargo se poseen datos, procedentes de la observación del mismo, que nos permiten obtener su calificación energética mediante *valores estimados*. Los valores estimados considerados y los motivos para considerar dichos valores se muestran a continuación.

2.2.1.- Descripción general del edificio

Se trata de un edificio situado en el Paseo de los Olmos número 5 del barrio de Bidebieta en la Localidad de San Sebastian-Donostia (Guipuzcoa). Entre 1970 y 1981, en la zona más próxima a la carretera N-I, se construyó la urbanización de Bidebieta en los terrenos pertenecientes a un palacete. Dichas viviendas, dotadas de mejor calidad y accesibilidad, estaban dirigidas a su ocupación por clase media-alta.

Nombre del proyecto:	Estudio provisional de certificación del edificio existente situado en Calle Paseo de los Olmos 5 de Donostia-San Sebastian
Año de construcción:	Anterior a 1980
Localización:	Calle de los Olmos número 5 (barrio de Bidebieta) de la localidad de Donostia-San Sebastian (Guipuzcoa)
Uso:	Residencial
Tipo de edificación:	Bloque de viviendas
Superficie:	Planta baja: Portal (sup. no habitable) Plantas superiores (1 a 11): Viviendas aproximadamente 3.712,94 m ² útiles (= 168,77 x 22)
Altura libre de planta:	2,6 m
Masa de las particiones:	Media
Descripción genérica del edificio:	La edificación se desarrolla en planta baja más once plantas superiores (1 a 11). Se trata de un edificio de viviendas que se integra en la urbanización de Bidebieta, que se caracteriza por su diseño moderno y funcional. El edificio tiene una fachada claramente definida con ventanas y balcones. La planta baja es un portal que da acceso a las viviendas superiores. Las viviendas superiores tienen una superficie útil de 3.712,94 m ² (168,77 x 22).



Figura 1.- Plano de urbanización y vista de pájaro del barrio de Bidebieta .

Fuente: Fuente: www.gipuzkoa.net

El portal número 5 del Paseo de los Olmos, se encuentra geográficamente al este de la urbanización. El edificio, de uso residencial, corresponde a una torre de baja+11 de altura, de planta cuadrada, con las cuatro orientaciones expuestas y girada levemente (11°) respecto a la dirección N-S. Su forma en planta tiende a forma cuadrada. Consta de dos viviendas por planta (22 viviendas) situadas simétricamente respecto al eje Norte-Sur del bloque de aproximadamente de $168,77\text{ m}^2$ cada vivienda, teniendo la mitad de ellas orientación Este y la otra mitad orientación Oeste, compartiendo todas ellas las orientaciones Norte Y Sur (ver figura siguiente).

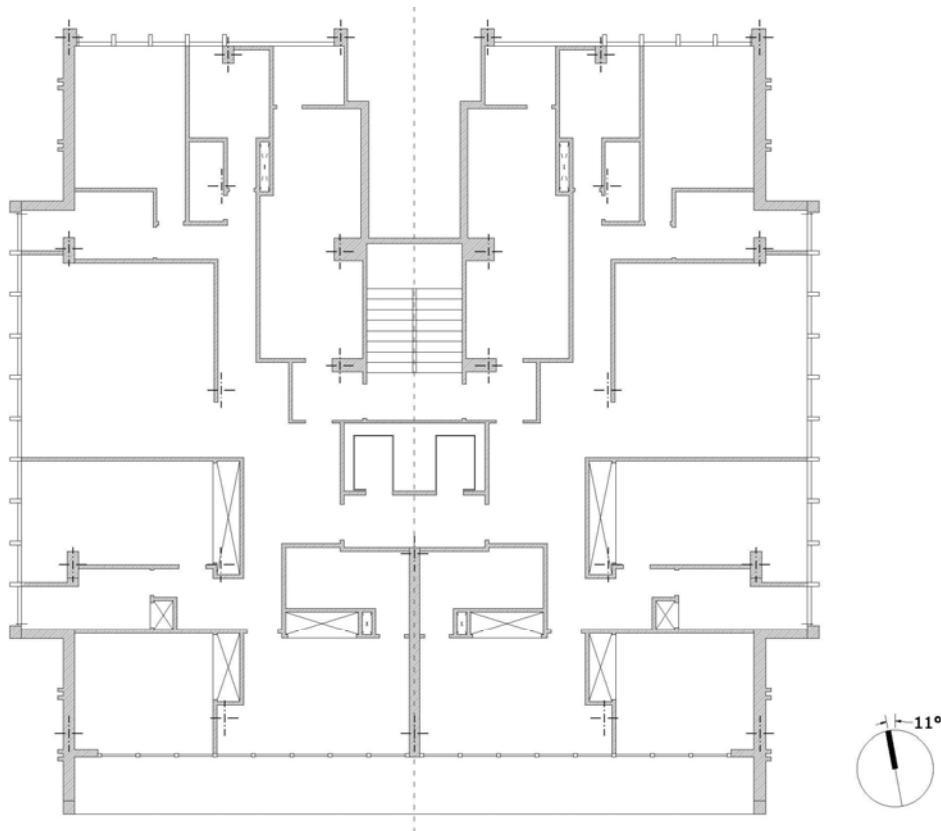


Figura 2.- Planta tipo del bloque de viviendas sito en Paseo de los Olmos 5

Fuente: CENER

El estado de conservación del edificio podría considerarse como bueno, aunque en la fachada existen desperfectos que producen filtraciones y provocan humedades en algunas viviendas. En la fachada norte también existen ventanales de pavés, que comunican con zonas comunes que se encuentran en mal estado.

La tabiquería interior del edificio está realizada con fábrica de ladrillo hueco doble y los forjados entre plantas son de hormigón armado por lo cual se determina que la masa de las particiones interiores será media.

2.2.2.- Descripción de la envolvente térmica del edificio: cerramientos exteriores y huecos

Se realiza una inspección del edificio con el fin de determinar las características de cada elemento de la envolvente. Dado que en el edificio no se han hecho ensayos que determinen los valores de transmitancia térmica de los distintos elementos que la ponen se intentará determinar dicha transmitancia térmica en función de las características constructivas de los mismos. Esto permitirá no recurrir a los valores asignados por el programa por defecto que son de carácter conservador y empeorarían la calificación final.

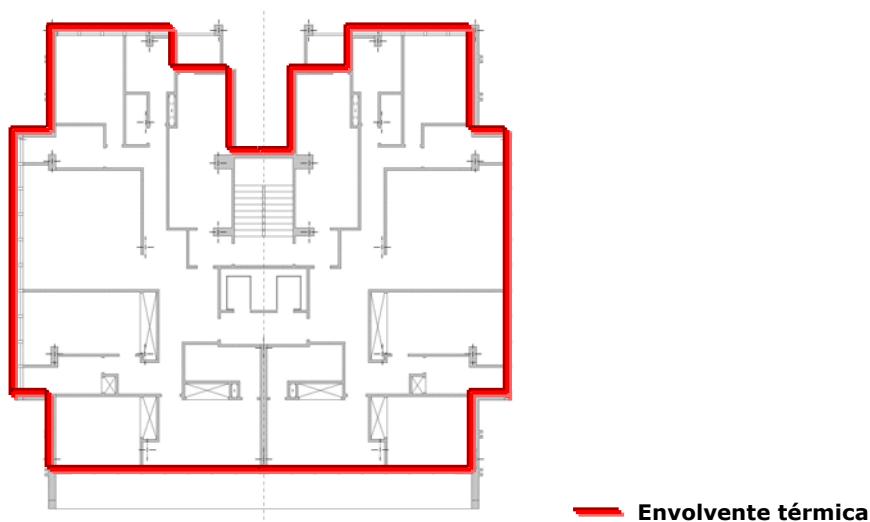


Figura 3.- Trazado de la envolvente térmica en planta

Fuente: CENER

Tras la inspección realizada al edificio se determinan las siguientes características para los cerramientos que conforman la envolvente térmica.

2.2.2.1.- Muros de fachada

El muro principal de fachada se compone de un muro de doble hoja de fábrica de ladrillo con cámara de aire sin ventilar entre ambas hojas. Revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido a fábrica mediante mortero y revestimiento interior mediante enfoscado de yeso o alicatado en función de cada estancia. El edificio carece de aislamiento térmico en los muros de fachada.

En la zona central de la fachada norte, existe un retranqueo hasta el núcleo de escaleras. Al retranquearse se forma una fachada orientada al este y otra al oeste que por su constitución (casi de patio) se encuentran continuamente en sombra.



Figura 4.- Fachada norte

Fuente: CENER

La zona con lamas situada en fachada norte y en el retranqueo no forman parte de la envolvente térmica, puesto que los espacios situados tras las lamas se encuentran muy ventilados y no poseen condiciones de habitabilidad. La envolvente en dichos puntos discurrirá por las tabiquerías interiores que separan dicho espacio ventilado de la vivienda –ver Figura 3.-.

Los cerramientos de vidrio coloreado de la fachada norte se encuentran trasdosados al interior y se consideran muro de fachada ya que a través de ellos no se produce aporte de luz.

2.2.2.2.- Cubierta plana

Se puede determinar que la cubierta es plana y está formada por forjado de hormigón armado como se observa en las imágenes. La tipología de la misma sería unidireccional, pudiéndose determinar dicha característica observando la dirección de las vigas de canto en el interior de las viviendas o en los elementos exteriores.



Figura 5.- Detalles para determinar el forjado unidireccional de hormigón armado

Fuente: CENER

El único detalle observable sobre las diferentes capas de la cubierta es que se encuentra recubierta de tela asfáltica para su impermeabilización.

2.2.2.3.- Suelo en contacto con el aire exterior

El edificio posee superficies de suelo en contacto con el aire exterior en las zonas de muro cortina de las fachadas este y oeste que en planta segunda vuelan sobresaliendo de la planta primera –ver Figura 6.-

Al igual que en la cubierta se puede determinar que dicho suelo está formado de forjado de hormigón armado unidireccional. No existen pruebas que determinen que dicho forjado se encuentra aislado, sin embargo si podemos determinar que sobre el mismo se ha aplicado una capa de mortero para fijar el acabado superior de baldosa cerámica.

2.2.2.4.- Particiones interiores con espacios no habitables

Particiones interiores verticales

Serán aquellas particiones que separan el espacio habitable de la vivienda de aquella estancia situada a norte y que se separa del exterior mediante lamas son las que configuran este apartado. Dado su situación en la vivienda y el espesor del cerramiento (apreciable al atravesar la puerta que comunica ambos espacios) puede determinarse que dicho cerramiento está compuesto de fábrica de ladrillo hueco doble con acabado de enlucido de yeso por ambas caras.

Particiones interiores horizontales con espacio no habitable inferior

Se incluye en esta tipología de cerramiento el forjado que separa las viviendas situadas en el primer piso del espacio de portal considerado espacio no habitable. Dicho elemento posee las mismas características que el suelo en contacto con el aire exterior, ya que se desconoce la existencia de aislamiento. Por lo tanto, se considera para el mismo un forjado unidireccional de hormigón armado.

2.2.2.5.- Huecos

Las fachadas este y oeste presentan un muro cortina, constituido en su mayor parte por un acristalamiento transparente con carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico.

El muro cortina está algo deteriorado, presentando grandes deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones.



Figura 6.- Fachadas este y oeste del edificio (muro cortina)

Fuente: CENER

En la fachada sur, los huecos (puertas de acceso a los balcones), están constituidas por acristalamiento transparente de vidrio doble y carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico.

La fachada norte del edificio está constituida por huecos de forjado a forjado cuya mitad superior es de vidrio transparente y la parte inferior es de vidrio coloreado. Este vidrio coloreado, como ya se ha determinado anteriormente, se considera como muro de fachada y no hueco por no permitir el paso de luz a través de él. Los vidrios son simples y las carpinterías de aluminio sin rotura de puente térmico.

Las fachadas situadas al interior del retranqueo del edificio en la cara norte presentan una serie de huecos realizados mediante ladrillos de vidrio o pavés que permiten la entrada de luz en la cocina.

2.2.2.6.- Puentes térmicos

Se determina en el edificio la existencia de las siguientes tipologías de puentes térmicos:

- pilares integrados en fachada y pilares en esquina

La Figura 2.- muestra con cruces la ubicación de los pilares en la planta del edificio. Aquellos que forman parte de la envolvente se encuentran enrasados con la hoja exterior de fábrica de ladrillo de la fachada y, al igual que ésta, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al pilar mediante mortero.

- encuentro de fachadas con forjados

Los frentes de forjado del edificio se encuentran enrasados con la hoja exterior de fábrica de ladrillo de la fachada y, al igual que ésta, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al forjado mediante mortero.



Figura 7.- Detalles muro cortina (frente de forjado)

Fuente: TEUSA

En las fachadas este y oeste, al paso del muro cortina por el frente de forjado, éste está constituido por un vidrio coloreado al que se le ha trasdosado un panel de DM, comunicando directamente con el falso techo de la vivienda en su parte inferior, y con el rodapié del suelo de la vivienda de encima, en la parte superior. Este detalle puede verse en una fotografía de detalle que se muestran mas adelante - Figura 7.-.

- encuentro de fachadas con voladizo

Los balcones de la fachada sur muestran esta tipología de puentes térmicos. Los cantos de los voladizos, al igual que los encuentros de fachadas con forjados, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al forjado mediante mortero.

- encuentro de fachada con cubierta

En dicho encuentro el forjado que constituye la cubierta se pliega transformándose en un peto de hormigón de unos 10 cms de espesor y aproximadamente 1,20 metros de altura. El exterior de dicho peto se encuentra revestido de mármol como el resto de las fachadas del edificio. encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire

Utilizará la misma solución que se aplica a los encuentros de fachada con forjado, considerándose sin aislar ninguno de los dos cerramientos

- contorno de huecos

Existen puentes térmicos de contornos de hueco en todos los huecos que presenta el edificio y dichas carpinterías se encuentran situadas alineadas con el exterior del cerramiento.

- cajas de persiana

Aunque alguna de las viviendas ha realizado reformas en las que al sustituir los huecos lo ha hecho por huecos con persianas en general los huecos del edificio no están dotados de las mismas y debido a que se va a realizar una certificación global del mismo se considera que dichos elementos no existen.

- esquinas entrantes y salientes

Se puede determinar la existencia de esta tipología de puentes térmicos y su longitud, pero no se posee características de cómo se encuentran resueltos. Por lo tanto se tomarán los valores por defecto del programa para esta tipología de cerramiento de muro de fachada.

2.2.3.- Descripción de las instalaciones

El sistema de calefacción de estas viviendas es centralizado (calefacción de distrito) donde una central térmica produce agua caliente, que se distribuye mediante una red de colectores generales a los edificios. De cada colector parte la distribución de calor a las unidades terminales (convectores) de las viviendas. La distribución de la energía calorífica se realiza por montantes. Cada una de los montantes, de ida y retorno, trasfieren el agua caliente a uno o dos convectores por vivienda (según el caso) situados en la vertical de la montante correspondiente y en todas las alturas del edificio, desde la planta primera a la última.



Figura 8.- Convectores

Fuente: CENER

Estos convectores carecen de válvulas termostáticas, por lo que funcionan según el horario general del sistema de distrito (ver figura adjunta).

Tipo de sistema	La producción se efectuará mediante sistemas centralizado de distrito para calefacción y agua caliente sanitaria.
Tipo de caldera calefacción y ACS	3 calderas de baja temperatura marca VIESSMANN mod. PANORAMM TRIPLEX - Z dos de ellas para calefacción de 1750 kW y una para agua caliente sanitaria de 720 kW. Fabricadas en el año 1999.



Fuente principal energía Gas natural

Rendimiento de combustión 97%

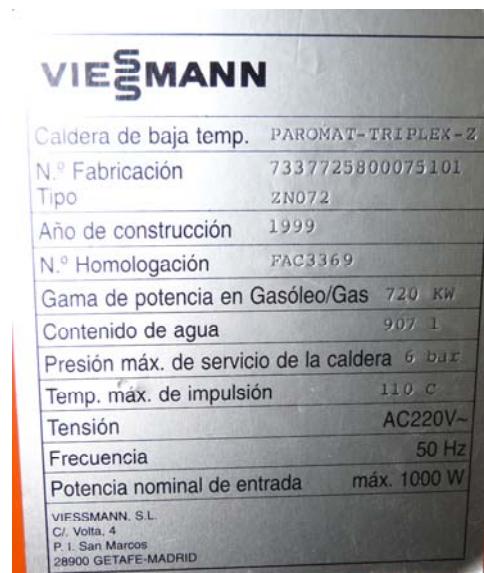
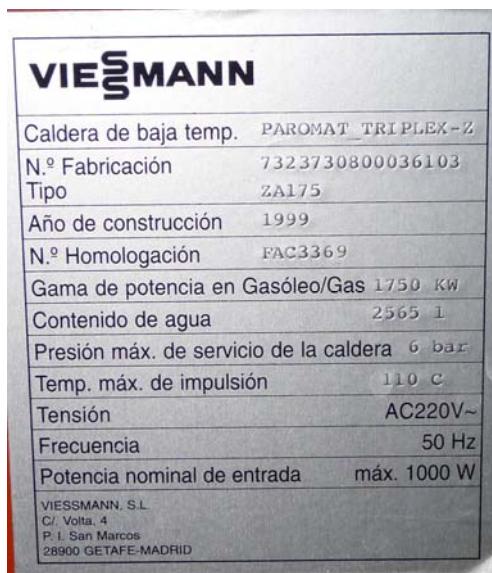


Figura 9.- Fotografías de las etiquetas de las calderas

Fuente: CENER

2.2.4.- Calificación

Tras la introducción de los datos de los anteriores apartados en el programa se procede a la calificación del edificio existente con el siguiente resultado:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE				
Indicador kgCO2/m2		kWh/m2	Clase	kWh/año
 < 6.0 A	Demanda calefacción	76.916	E	285584.49304
 6.0-9.7 B	Demanda refrigeración	7.108		26392.0
 9.7-15.1 C				
 15.1-23.3 D	kgCO2/m2	17.807	D	66116.32258
 23.3-45.9 E	Emisiones CO2 calefacción	2.713		10073.20622
 45.9-63.1 F	Emisiones CO2 refrigeración	2.903	C	10778.66482
 >= 63.1 G	Emisiones CO2 ACS	23.424	E	86971.90656
	Emisiones CO2 anuales			

El consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa CE3X, para condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

El consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.

En el proceso de calificación energética no se han tenido en cuenta las pérdidas térmicas en los circuitos de distribución. El aislamiento de dichos circuitos puede conllevar ahorros energéticos.

Figura 10.- Resultados obtenidos para la certificación

Fuente: CE3X v.07.2

La calificación del edificio se obtiene de las características actuales del edificio que se han descrito en los apartados anteriores. Sin embargo, como se ha comentado en la introducción en el borrador del próximo real decreto se establece que el certificado debe ir acompañado de una serie de medidas de mejora de eficiencia energética que permita la mejora de su calificación energética en dos niveles en los casos de edificios C, D ,E, F y G¹.

Por lo tanto, para el cumplimiento de lo establecido en el borrador del real decreto, se procederá a la determinación de unos conjuntos de medidas de mejora teóricos para el edificio y a la valoración económica de dichas medidas teóricas. Estos datos serán orientativos. Para poder considerar dichos valores como reales, debería existir un proyecto de reforma tras de ellos que los verifique.

¹ Propuesto actualmente en el borrador del real decreto para la certificación energética de edificios existentes.

2.2.5.- Medidas de mejora

A continuación se determinan los conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética que, siendo viables, que producen mayores beneficios en ahorro de energía.

Dado que la instalación de ACS y calefacción ha sido renovada hace pocos años y que su mantenimiento y funcionamiento evidencian su buen estado se opta por la proposición de medidas de mejora aplicables a la envolvente del edificio.

Se proponen por tanto los conjuntos de medidas de mejora que se enumeran a continuación:

- **Conjunto 1: Aislamiento de cerramientos opacos salvo suelos**

- Aislamiento de cubierta, añadiendo en el exterior de la misma una capa de aislamiento térmico de 10 cm de espesor y $\lambda= 0,034$ W/mK.
- Aislamiento de muros de fachada. En el caso de los muros de una hoja, se propone trasdosarlos al interior, mientras que en el caso de muros de doble hoja se propone su aislamiento bien mediante trasdosado interior del cerramiento o bien mediante relleno de la cámara de aire. El aislamiento en el caso de inyección en cámara será mediante material impermeable (para que en caso de infiltraciones de agua no pierda sus propiedades aislantes). Se considera un aislamiento adicional de 7cms de espesor con una $\lambda=0,040$ W/mK.

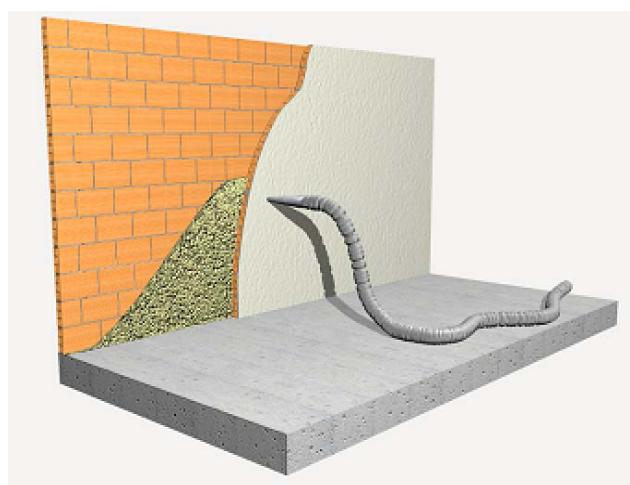


Figura 11.- Inyección de aislamiento térmico en cámaras de aire

Fuente: Generador de precios de rehabilitación

- **Conjunto 2: Aislamiento de todos los cerramientos opacos**

Además de los cerramientos aislados en el apartado anterior se plantea el aislamiento de suelos y particiones interiores² con espacios no habitables.

- Suelos exteriores, se propone su aislamiento mediante la fijación por el exterior de paneles de aislante térmico de 4 cms de espesor y $\lambda=0.034$ W/mK

- **Conjunto 3: Mejora de huecos**

- Mejora de los marcos, sustituyéndolos por unos con una transmitancia térmica $U_{marco} = 1,8\text{W/m}^2\text{K}$. La sustitución de los marcos es probable que suponga un incremento del porcentaje de los mismos pasando a considerarse del 30%.
- Mejora de los vidrios, utilizando unos vidrios de bajo emisivos de $U_{vidrio} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ y $g_{vidrio} = 0,64$ ya que debido a la gran cantidad de superficie vidriada en el edificio el mayor porcentaje de pérdidas del mismo se produce a través de estos.
- Mejora de la permeabilidad al aire de las ventanas. Se propone la utilización de carpinterías con el máximo valor permitido por el código técnico de la edificación para las nuevas construcciones de la zona climática a la cual pertenece el edificio (C1). El nuevo valor de permeabilidad de los huecos medida con una sobrepresión de 100 Pa será de $27\text{m}^3/\text{hm}^2$ (clase 2)

- **Conjunto 4: Combinación de conjunto 1 y conjunto 3**

- **Conjunto 5: Combinación de conjunto 2 y conjunto 3**

Se muestra a continuación un cuadro resumen con las medidas de mejora energética planteadas en cada conjunto de medidas.

² El aislamiento de suelos exteriores en contacto con el aire exterior (considerado como medida de mejora) considera aquellas superficies que siendo parte del suelo de la vivienda bajo ellas se encuentra el ambiente exterior. Esto, sólo sucede en las plantas segundas que sobresalen respecto a la planta primera. En el bloque 5 se trata de aquella superficie que se encuentra junto al cerramiento de muro cortina, mientras que en el bloque 7 se trata de las superficies del suelo de los baños que se encuentran en dicho lugar, ya que en lugar de espacio habitable en parte de dicha zona posee balcones

Conjunto de medidas	Medida
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
Conj 2, aislamiento de TODOS los cerramientos	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
	Aislamiento de suelo exterior
Conj 3, mejora de huecos	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad
Conj 4: conjunto1 + conjunto3	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad
Conj 5: conjunto2 + conjunto3	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros, inyección en cámara
	Aislamiento de suelo exterior
	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad

Tabla 1.- Cuadro resumen de los diferentes conjuntos de medidas de mejora

Fuente: CENER

Los resultados de mejora de eficiencia energética obtenidos con las diferentes medidas de mejora son los que se muestran a continuación:

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	76.9 E	7.2	17.8 D	2.7	2.9 C	23.4 E	-
Conj 1, aislamiento muros y cubierta	64.1 E	8.5	14.8 D	3.2	2.9 C	21.0 D	10.4%
Conj 2, aislamiento de TODOS los cer...	63.8 E	8.5	14.6 D	3.3	2.9 C	20.9 D	10.7%
Conj 3, mejora de huecos	59.4 D	4.0	13.7 D	1.5	2.9 C	18.2 D	22.5%
Conj 4, conjunto1 y conjunto3	43.7 D	5.5	10.1 C	2.1	2.9 C	15.1 C	35.5%
Conj 5, conjunto2 y conjunto3	43.3 D	5.5	10.0 C	2.1	2.9 C	15.1 C	35.8%

Figura 12.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 5)

Fuente: CE³X v.07.2

Como puede observarse en dichos resultados los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética considerados permiten al edificio pasar de una calificación 23,4 E a una calificación C. Aunque en este caso se consigue mejorar la calificación en dos letras es necesario comentar que es un caso muy particular en el cual el edificio tenía una calificación E cercana a la D y consigue una calificación C cercana a la D por lo cual técnicamente sólo mejoraría el equivalente a una letra en un caso habitual.

No obstante, la calificación energética en CE³X, al igual que CALENER VYP, se realiza en términos de CO₂, no en demanda de energía. El programa, si lo estima necesario, asigna un sistema de refrigeración por defecto al edificio (aunque no lo tenga) con sus consiguientes emisiones asociadas. En este caso, esta circunstancia está perjudicando la calificación energética. Los ahorros que realmente se producen en calefacción son los siguientes:

Conjunto de medidas	Demanda de calefacción	Ahorros
Caso Base	76,9	-
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	64,1	16,64%
Conj 2, aislamiento de TODOS los cerramientos	63,8	17,03%
Conj 3, mejora de huecos	59,4	22,76%
Conj 4: conjunto1 + conjunto3	43,7	43,17%
Conj 5: conjunto2 + conjunto3	43,3	43,69%

Tabla 2.- Cuadro resumen de los ahorros en calefacción

Fuente: CE³X v.07.2

Llama la atención, la diferencia de valores en los ahorros en la aplicación de la medida 3 (cambio de huecos y carpintería), entre este programa **22,76%**, y mediante Energy Plus³, **40,8%**.

Esta discrepancia se debe principalmente a dos factores:

- Las condiciones de simulación, no son exactamente iguales, mientras que en Energy Plus se ha intentado simular con las condiciones reales de uso, en CE³X hay ciertas condiciones que vienen fijadas por defecto (horarios y consignas de calefacción, valores por defecto de refrigeración...)
- Relacionado con el punto anterior, el programa CE³X aplica los coeficientes de renovaciones de aire exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su documento básico DB HS3-Calidad del aire interior. Los estudios realizados, aplicando las exigencias de renovaciones de aire del CTE, demuestran que las mayores pérdidas energéticas que se producen en un edificio son las debidas a la ventilación (renovaciones de aire + infiltraciones). Sin embargo se deben suponer las mismas premisas para la certificación de todos los edificios, nuevos y existentes.

³ Este valor puede verse en el informe "Bidebieta- Fase 2 – Informe 2.2 Simulación bloque Paseo de los Olmos 5-Rev.1". Hay que tener en cuenta que Energy Plus, no es un programa certificativo, es un programa de cálculo térmico en el que las condiciones iniciales de todos los parámetros son fijadas por el usuario, mientras que los programas certificadores están sujetos a normas fijadas por las normativas vigentes.

2.2.6.- Análisis económico

Se realiza a continuación el análisis económico de los diferentes conjuntos de medidas con la finalidad de estimar su viabilidad económica.

Se han introducido los valores que a continuación se especifican que son los necesarios para que el programa pueda realizar el análisis económico.

2.2.6.1.- Consumo actual del edificio y facturas

Como se ha comentado, en informes anteriores, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). Esta ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una fórmula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, del precio de los materiales industriales, y de unos factores correctores que incluyen un índice de actualización del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa.

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, se consideran los ratios de consumo por superficie, y el resto de los aspectos y valores estimados anteriormente válidos⁴, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0,0417€/kWh de gas⁵ natural, obtenemos un consumo neto de gas natural para calefacción de 129,05 kWh/m². Por tanto, dado que la superficie total de las viviendas del edificio es de 3.712,94 m² (=168,77 m²/vivienda x 22 viviendas) el consumo global de gas natural para calefacción es de 479.155 kWh.

El consumo de gas natural para la producción de ACS para el edificio es de 115.000 kWh,

2.2.6.2.- Introducción de los Datos económicos para el análisis económico

Se ha introducido el precio asociado al gas natural de 0,0417 €/kWh que es el único combustible utilizado para el suministro de calefacción y ACS del edificio así como el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, estimándose para dichos valores del 5 y 3% respectivamente.

⁴ Para saber mas de este aspecto, consultar el informe "Bidebieta Fase 1-Informe 1.1 Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

⁵ Precio del gas natural tarifa último recurso, para consumos de más de 150MWh año + iva en el 2009

2.2.6.3.- Introducción del Coste de las medidas para el análisis económico

A continuación se ha introducido el coste estimado para de cada medida de mejora, su vida útil, número de unidades y el coste de mantenimiento. En este caso el coste de mantenimiento será 0 € ya que se tratan de medidas que una vez finalizada su puesta en obra no necesitan de control, revisión,...

Medida	Vida útil	Coste unitario	Número de unidades	Coste de mantenimiento
Aislamiento de cubierta	25	35 €/m ²	340 m ²	0
Aislamiento de muros, inyección en cámara	25	11,35 €/m ²	1075 m ²	0
Aislamiento de suelo exterior	25	8,48 €/m ²	25 m ²	0
Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad	25	500 €/m ²	1345 m ²	0

Tabla 3.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora

Fuente: Base de datos de precios de la construcción

Se posee el valor del coste por m² de las diferentes medidas de mejora por lo cual se introduce el número de unidades (aproximado) y el coste unitario de la unidad para calcular el coste total de la medida que se muestra automáticamente en su casilla correspondiente al operar los dos factores.

Los valores aplicados al coste unitario de las diferentes medidas de mejora han sido tomados de diferentes bases de datos de precios de la construcción, entre ellas la base de precios del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guadalajara.

Cabe recalcar que los datos considerados para los costes unitarios son datos orientativos. No se puede facilitar datos precisos debido a que dichos valores son variables en función infinidad de factores como por ejemplo la situación del mercado, la empresa que realiza la obra, los materiales seleccionados para la obra,...

2.2.6.4.- Resultados del análisis económico

Los resultados del análisis real (en función de los datos de las facturas reales) y del análisis económico teórico (basados en los datos teóricos del programa) muestran los siguientes resultados:

Medida	Análisis real		Análisis teórico	
	Plazo de amortización simple	VAN (€)	Plazo de amortización simple	VAN (€)
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	6,4	97.579,8	10,9	47.726,2
Conj 2, aislamiento de TODOS los cerramientos	6,3	100.410,3	10,7	49.314,1
Conj 3, mejora de huecos	150,1	-527.296,7	254,3	-586.789,2
Conj 4: conjunto1 + conjunto3	77,4	-404.977,6	131,2	-524.460,0

Tabla 4.- Resultados obtenidos del análisis económico

Fuente: CE³X v.07.2

Las casillas que muestran un asterisco simbolizan medidas cuyos resultados económicos están fuera de una rentabilidad aceptable, desde un punto estrictamente de negocio, siendo su aplicación aconsejable desde otros parámetros (confort, revalorización de la vivienda...)

2.3.- CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de la versión beta del programa se pueden enumerar las siguientes conclusiones:

- El edificio posee una alta calificación a pesar de su año de construcción, (comparable a algunos edificios de nueva construcción que cumplen estrictamente el CTE) en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Esto es debido al bueno diseño de su envolvente para la zona climática en la que se sitúa (con una alta compacidad, la correcta orientación del edificio, protecciones solares a sur,...) y por el buen estado y alta eficiencia de sus instalaciones que han sido renovadas y mantenidas para su buen funcionamiento.
- Como se observa en el apartado de medidas de mejora de eficiencia energética y en el análisis económico de las mismas;
 - el aislamiento de la cubierta y los muros (conjunto 1) supondría un ahorro energético aproximado del **17 %** mientras que el aislamiento del suelo exterior del edificio no supondría una gran diferencia debido a la poca superficie que supone respecto el total de la edificación. Es necesario recalcar el bajo impacto económico que la implantación de dichas medidas supondría, así como su corto periodo de amortización.
 - La mejora de los huecos sustituyendo vidrios y marcos por otros más aislantes, con factor solar inferior y de permeabilidad al aire similar a la exigida por el CTE para esta zona climática (conjunto 3) supone un ahorro energético cercano al **23%**. Cabe destacar que, a pesar de ser la medida más eficiente, también es económicamente la más costosa, siendo su aplicación aconsejable desde otros parámetros (confort, revalorización de la vivienda...).
 - La utilización conjunta de los conjuntos de mejora anteriores (conjunto 1 y conjunto 3) aumenta el efecto del ahorro energético en las viviendas llegando a valores del **43%**. Con la aplicación combinada de las dos medidas se consigue reducir los periodos de amortización de la mejora de huecos. Sin embargo los resultados de los periodos de amortización seguirían siendo elevados.

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 3-Informe 3.3 Análisis económico en la rehabilitación
energética. Paseo de los Olmos 26-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 3-Informe 3.3 Análisis económico en la rehabilitación energética. Paseo de los Olmos 26-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Marta Sampedro**
Francisco Serna

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1.- RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.- OBJETO.....	5
1.3.- ALCANCE.....	5
1.4.- METODOLOGÍA	5
1.5.- CONCLUSIONES	5
2.- INFORME TÉCNICO	7
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	7
2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	8
2.2.1.- Descripción general del edificio	9
2.2.2.- Descripción de la envolvente térmica del edificio: cerramientos exteriores y huecos	11
2.2.3.- Descripción de las instalaciones	16
2.2.4.- Calificación	18
2.2.5.- Medidas de mejora	19
2.2.6.- Análisis económico.....	22
2.3.- CONCLUSIONES	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Plano de urbanización y vista de pájaro del barrio de Bidebieta	9
Figura 2.- Planta tipo del bloque de viviendas sito en Paseo de los Olmos 26.....	10
Figura 3.- Trazado de la envolvente térmica en planta	11
Figura 4.- Izquierda: Detalle fachada oeste. Derecha: Detalle fachada este.....	12
Figura 5.- Izquierda: Fachada opaca norte. Derecha: Fachada este.....	12
Figura 6.- Imágenes de las etiquetas de las calderas	17
Figura 7.- Resultados obtenidos para la calificación energética del edificio sito en paseo de los Olmos 26 del barrio de Bidebieta	18
Figura 8.- Inyección de aislamiento térmico en cámaras de aire	19
Figura 9.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 26)	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuadro resumen de los diferentes conjuntos de medidas de mejora	20
Tabla 2.- Cuadro resumen de los ahorros en calefacción	21
Tabla 3.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora	23
Tabla 4.- Resultados obtenidos del análisis económico.....	24

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enclava dentro de los trabajos incluidos en el I proyecto "Guía metodológica para la rehabilitación energética y medioambiental del barrio de Bidebieta, San Sebastián" que viene siendo desarrollado por CENER desde septiembre de 2009.

1.2.- OBJETO

El objeto de este informe es mostrar la calificación energética que obtendrían los edificios de viviendas de Bidebieta, si se utilizara la versión beta actual de CE³X que se está desarrollando en el marco de la calificación energética de edificios existentes.

Asimismo, se analiza el impacto económico teórico de la aplicación de una serie de medidas económicas.

1.3.- ALCANCE

El alcance de este informe se limita al edificio de viviendas situado en el Paseo de los Olmos 26, del barrio de Bidebieta (Donostia)

1.4.- METODOLOGÍA

Para la realización de este informe se ha utilizado la versión 07.2 del programa beta CE³X, programa de calificación energética de edificios existentes.

1.5.- CONCLUSIONES

De la realización del presente informe se pueden extraer dos conclusiones fundamentales:

- El edificio posee una alta calificación a pesar de su año de construcción, (comparable a algunos edificios de nueva construcción que cumplen estrictamente el CTE) en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Esto es debido al bueno diseño de su envolvente para la zona climática en la que se sitúa (con una alta compacidad, la correcta orientación del edificio, protecciones solares a sur,...) y por el buen estado y alta eficiencia de sus instalaciones que han sido renovadas y mantenidas para su buen funcionamiento
- La aplicación conjunta de las medidas propuestas (colocación de aislamiento y cambio de ventanas) supone ahorros de más del 40%.

Hay que recalcar que el programa CE³X es un programa de certificación, y no un programa de evaluación energética estrictamente hablando, por consiguiente esta sometido a

restricciones en su calculo derivadas de la implantación de normativas regulatorias, que limitan su uso. Por ello los resultados obtenidos en cuanto a ahorros energéticos y análisis económicos (que dependen de los ahorros energéticos), hay que entenderlos como estimaciones, ya que los verdaderos ahorros energéticos dependen en gran parte del uso que el inquilino de la vivienda quiera darle.

2.- INFORME TÉCNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

El borrador del RD por el que próximamente se aprobará el Procedimiento Básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios Existentes establecerá la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética en el cual se deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Esta disposición, en su versión de borrador, constituye un cambio y un paso importante a la hora de establecer y concebir nuevas medidas de ahorro ya que dicho documento contendrá un listado con unas medidas aplicadas a dicho edificio que permitan, que la calificación energética obtenida mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética, si la calificación de partida fuera la B, o dos niveles, si la calificación de partida fuera C, D, E, F ó G.

El programa CE³X de certificación energética de edificios existentes, mediante el cual se procede a evaluar el edificio situado en el Paseo de los Olmos número 7 del municipio de Donostia-San Sebastian, es uno de los programas que se están elaborando por orden del IDAE y que tras pasar todos los controles será documento reconocido para la certificación de edificios existentes.

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La introducción del edificio en el programa CE³X para la obtención del valor de certificación requiere el conocimiento de las características constructivas de la envolvente del edificio (composición de cerramientos, huecos, cubiertas, suelos, resolución de puentes térmicos,...), normativa de aplicación en el momento de construcción (zona climática,...) y características de las instalaciones (suministro de ACS, calefacción y/o refrigeración). Para la introducción de dicho datos existen tres niveles de acercamiento a la realidad; los *valores por defecto*, *valores estimados* o *valores conocidos (ensayados/justificados)*. Cada uno de ellos establece un nivel más de precisión al valor de calificación del edificio.

- Los *valores por defecto* se utilizan en aquellos casos en los que no se posee ningún tipo de información sobre las características constructivas o/y de instalaciones del edificio. Dichos valores son conservadores y reflejan el valor más alejado de la realidad.
- Los *valores estimados* se utilizan en aquellos casos en los que, conociendo alguna característica constructiva del cerramiento e instalación, no se tiene certeza de sus características. Es un claro ejemplo de valor estimado el de los vidrios, que pudiéndose determinar si son simples, dobles o triples no se posee conocimiento sobre sus características, o el de los cerramientos de doble hoja, que conociéndose dicha característica no se puede determinar las características de cada una de las hojas que lo componen.
- Finalmente el valor que ofrece mayor precisión es aquel conocido. Los *valores conocidos (ensayados/justificados)* son aquellos obtenidos de una prueba veraz, pudiendo ser ésta una medición con la herramienta correspondiente, una cata, un proyecto visado,... que nos asegure que los datos que vamos a utilizar son los adecuados.

Para el edificio objeto del presente informe no se poseen *valores conocidos (ensayados/justificados)* que nos permitan la mayor aproximación a la realidad, sin embargo se poseen datos, procedentes de la observación del mismo, que nos permiten obtener su calificación energética mediante *valores estimados*. Los valores estimados considerados y los motivos para considerar dichos valores se muestran a continuación.

2.2.1.- Descripción general del edificio

Se trata de un edificio situado en la calle de los Olmos número 26 del barrio de Bidebieta en la Localidad de San Sebastian-Donostia (Guipuzcoa). Entre 1970 y 1981, en la zona más próxima a la carretera N-I, se construyó la urbanización de Bidebieta en los terrenos pertenecientes a un palacete. Dichas viviendas, dotadas de mejor calidad y accesibilidad, estaban dirigidas a su ocupación por clase media-alta.

Nombre del proyecto: Estudio provisional de certificación del edificio existente situado en Calle Paseo de los Olmos 26 de Donostia-San Sebastian

Año de construcción: Anterior a 1980

Localización: Calle de los Olmos número 26 (barrio de Bidebieta) de la localidad de Donostia-San Sebastian (Guipuzcoa)

Uso: Residencial

Tipo de edificación: Bloque de viviendas

Superficie: Planta baja: Portal (sup. no habitable)

Plantas superiores (1 a 11): Viviendas aproximadamente 1.793 m² (= 81,50 x 22)

Altura libre de planta: 2,6 m

Masa de las particiones: Media

Descripción genérica del edificio: La edificación se desarrolla en planta baja más once



Figura 1.- Plano de urbanización y vista de pájaro del barrio de Bidebieta .

Fuente: Fuente: www.gipuzkoa.net

El portal número 26 del Paseo de los Olmos, se encuentra geográficamente al oeste de la urbanización. El edificio, de uso residencial, corresponde a una torre de baja+11 de altura, de planta rectangular girada levemente (13°) respecto a la dirección N-S. Se encuentra adosada a otros dos edificios, con dos orientaciones principales expuestas, este y oeste, y una orientación semi-expuesta al norte, a diferencia de las otras dos torres evaluadas que eran totalmente aisladas. Consta de dos viviendas por planta (22 viviendas) situadas simétricamente respecto al eje este-oeste del bloque de aproximadamente de $81,50\text{ m}^2$ cada vivienda (ver figura siguiente).

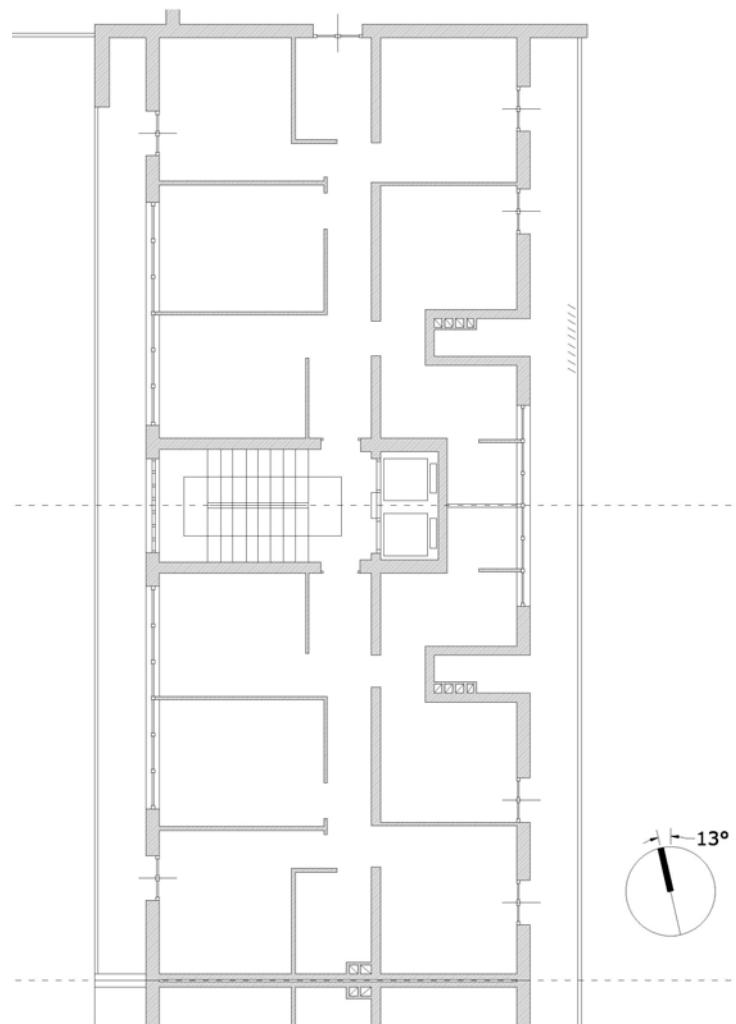


Figura 2.- Planta tipo del bloque de viviendas sito en Paseo de los Olmos 26

Fuente: CENER

La tabiquería interior del edificio está realizada con fábrica de ladrillo hueco, los muros de carga cuya esbeltez hace pensar que son de fábrica de ladrillo o de hormigón y los forjados entre plantas de hormigón armado, determinan que la masa de las particiones interiores será media.

2.2.2.- Descripción de la envolvente térmica del edificio: cerramientos exteriores y huecos

Se realiza una inspección del edificio con el fin de determinar las características de cada elemento de la envolvente. Dado que en el edificio no se han hecho ensayos que determinen los valores de transmitancia térmica de los distintos elementos que la componen se intentará determinar dicha transmitancia térmica en función de las características constructivas de los mismos. Esto permitirá no recurrir a los valores asignados por el programa por defecto que son de carácter conservador y empeorarían la calificación final.

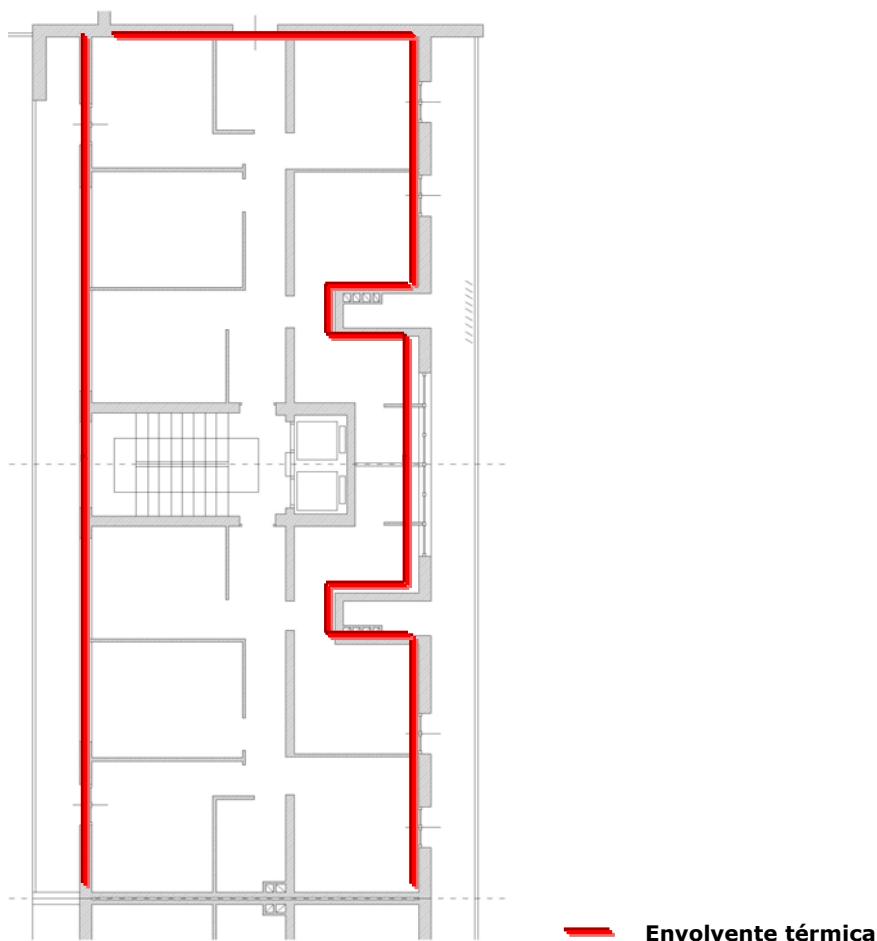


Figura 3.- Trazado de la envolvente térmica en planta

Fuente: CENER

El estado de conservación del edificio es bastante bueno. Como en los bloques situados en paseo de los Olmos 5 y 7 posee también ventanales de pavés en la fachada oeste que comunican con las cajas de escaleras.

Tras la inspección realizada al edificio se determinan las siguientes características para los cerramientos que conforman la envolvente térmica.

2.2.2.1.- Muros de fachada

El muro de la fachada norte se compone de un muro de doble hoja de fábrica de ladrillo con cámara de aire sin ventilar entre ambas hojas. Revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido a fábrica mediante mortero y revestimiento interior mediante enfoscado de yeso o alicatado en función de cada estancia. Las fachadas este y oeste, también poseen la misma composición que la fachada norte diferiendo de ésta únicamente en su acabado exterior de mortero hidrófugo pintado.



Figura 4.- Izquierda: Detalle fachada oeste. Derecha: Detalle fachada este

Fuente: CENER

El edificio carece de aislamiento térmico en los muros de fachada.

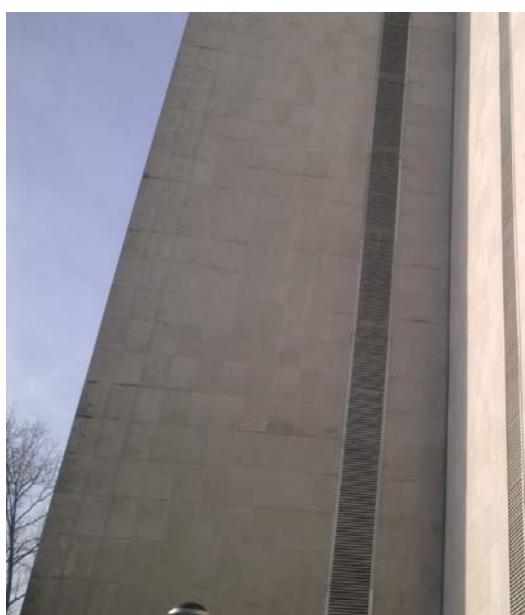


Figura 5.- Izquierda: Fachada opaca norte. Derecha: Fachada este

Fuente: CENER

2.2.2.2.- Medianería

La fachada sur, en contacto con el edificio colindante, es un muro de medianería, que, al igual que los cerramientos de fachada, carece de aislamiento térmico y su composición es de doble hoja de fábrica cerámica. Sin embargo, dado que se encuentra en contacto con un edificio cuyo uso también es residencial con iguales características de funcionamiento en toda su superficie, se considera como cerramiento adiabático, dado que no se producirán perdidas energéticas a través de él.

2.2.2.3.- Cubierta plana

Se puede determinar que la cubierta es plana y está formada por forjado de hormigón armado al observar las imágenes. De las plantas se puede determinar por el espesor de los cerramientos interiores que la estructura del edificio se soporta entre muros de carga situados al interior de la vivienda, principalmente en dirección norte-sur, y los muros exteriores en los cuales se embeben los pilares. Por tanto se deduce que los forjados son unidireccionales apoyados sobre dichos elementos.

Se desconocen más datos sobre la composición de la cubierta, por lo cual se supone que no se encuentra aislada.

2.2.2.4.- Particiones interiores con espacios no habitables

Particiones interiores horizontales con espacio no habitable inferior

Se incluye en esta tipología de cerramiento toda la superficie del forjado que separa las viviendas del primer piso de la planta baja donde se encuentran el portal y locales comerciales considerados espacios no habitables. Dicho forjado posee las mismas características que el forjado de la cubierta, por lo que se considera para el mismo un forjado unidireccional de hormigón armado sin aislamiento ya que se desconoce la existencia del mismo.

2.2.2.5.- Huecos

Las fachadas este y oeste poseen grandes balcones corridos que recorren las fachadas (como se observa en las imágenes). Todos los huecos de dichas fachadas tienen acceso a los balcones. El porcentaje de acristalamiento es alto en las fachadas expuestas, > 40% en la fachada este y algo menor en la fachada oeste. Las carpinterías originales¹ son de aluminio sin rotura de puente térmico, con vidrios dobles, que en su mayoría presentan grandes

¹ Ha habido vecinos que han cambiado sus carpinterías originales.

deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones.

En la zona de las escaleras del edificio en la fachada oeste existen una serie de huecos realizados mediante ladrillos de vidrio o pavés que permiten la entrada de luz –ver Figura 4.-

En la fachada norte como se puede observar en la planta del edificio los baños están dotados de ventanas que también poseen carpinterías de aluminio sin rotura de puente térmico y vidrios dobles

2.2.2.6.- Puentes térmicos

El edificio carece totalmente de aislamiento, ni en la cámara en fachada, ni en la protección de los puentes térmicos (frentes de forjado, carpinterías, pilares...). Se determina en el edificio la existencia de las siguientes tipologías de puentes térmicos:

- pilares integrados en fachada y pilares en esquina

Se desconoce la cantidad de pilares situados en las fachadas del edificio, sin embargo se sabe que aquellos que se encuentran en la envolvente se encuentran enrasados con la hoja exterior de fábrica de ladrillo de la fachada y, al igual que ésta, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol adherido al pilar mediante mortero o mortero hidrófugo en función de su situación.

- encuentro de fachadas con forjados

En la fachada norte los frentes de forjado del edificio se encuentran enrasados con la hoja exterior de fábrica de ladrillo de la fachada y, al igual que ésta, poseen un revestimiento exterior de aplacado de mármol, adherido al forjado mediante mortero.

- encuentro de fachadas con voladizo

A lo largo de toda la longitud de las fachadas este y oeste encontraremos esta tipología de puente térmico en lugar de la de encuentro de fachada con forjado debido a los voladizos que forman los balcones.

- encuentro de fachada con cubierta

Existente a lo largo de todo el perímetro de la cubierta salvo en el correspondiente a la fachada sur en la que la cubierta es continua con el siguiente edificio.

- contorno de huecos

Existen puentes térmicos de contornos de hueco en todos los huecos que presenta el edificio y para la elección del valor correcto de puente térmico se tomará aquel cuyas carpinterías se encuentran situadas alineadas con el interior del cerramiento.

- cajas de persiana

originariamente se puede observar que las carpinterías no poseían persianas (debido a que el sistema de instalación de las persianas existentes varía de unos piso a otros), sin embargo en el momento de la inspección todos los huecos, salvo aquellos realizados con ladrillos de vidrio o pavés y los de la fachada norte estaban dotados de persianas. Por lo tanto se considera que el edificio posee esta tipología de puente térmico para todos los huecos mencionados.

- esquinas entrantes y salientes

Se puede determinar la existencia de esta tipología de puentes térmicos y su longitud, pero no se posee características de cómo se encuentran resueltos. Por lo tanto se tomarán los valores por defecto del programa para esta tipología de cerramiento de muro de fachada.

2.2.3.- Descripción de las instalaciones

El sistema de calefacción de estas viviendas es centralizado (calefacción de distrito) donde una central térmica produce agua caliente, que se distribuye mediante una red de colectores generales a los edificios. De cada colector parte la distribución de calor a las unidades terminales (convectores) de las viviendas.

El sistema de distribución² de calor es análogo a los otros bloques evaluados (paseo de los Olmos 7 y 5), por lo que no se va a incidir más sobre ello.

Tipo de sistema	La producción se efectuará mediante sistemas centralizado de distrito para calefacción y agua caliente sanitaria.
Tipo de caldera calefacción y ACS	3 calderas de baja temperatura marca VIESSMANN mod. PANORAMM TRIPLEX - Z dos de ellas para calefacción de 1750 kW y una para agua caliente sanitaria de 720 kW. Fabricadas en el año 1999.



Fuente principal energía Gas natural

**Rendimiento de
combustión** 97%

² Para saber mas de este aspecto, consultar el informe "Bidebieta -Fase 1-Informe 1.2 - Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

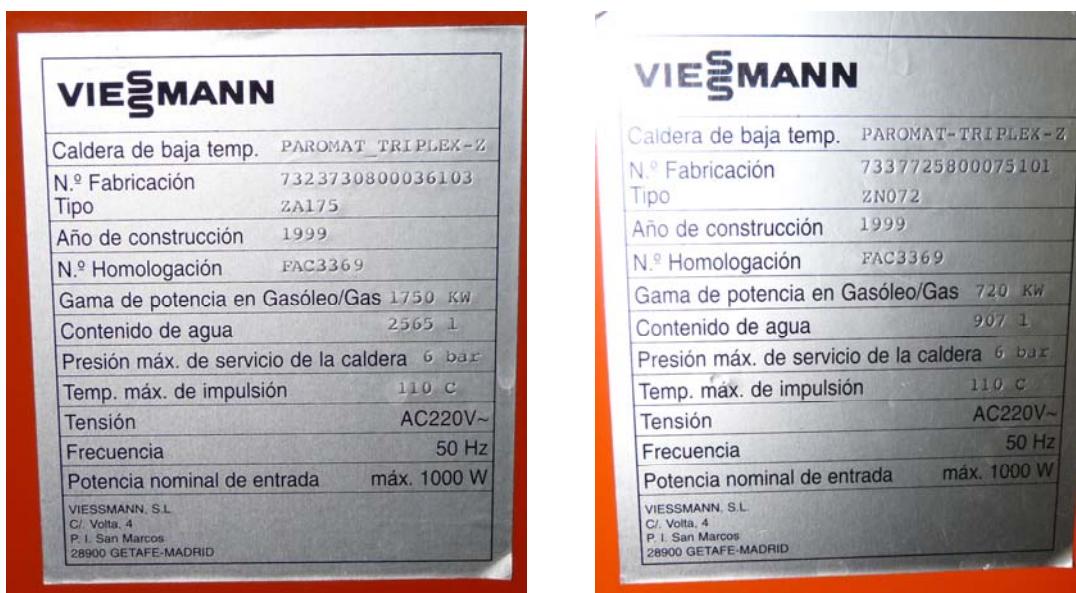


Figura 6.- Imágenes de las etiquetas de las calderas

Fuente: CENER

2.2.4.- Calificación

Tras la introducción de los datos de los anteriores apartados en el programa se procede a la calificación del edificio existente con el siguiente resultado:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE				
Indicador kgCO2/m2	Demandas	kWh/m2	Clase	kWh/año
< 6.0 A	Demandas calefacción	90.729	E	162677.097
6.0-9.7 B	Demandas refrigeración	7.89		14147.0
9.7-15.1 C				
15.1-23.3 D	kgCO2/m2		Clase	kgCO2/año
23.3-45.9 E	Emisiones CO2 calefacción	19.859	E	35607.187
45.9-63.1 F	Emisiones CO2 refrigeración	3.012		5400.516
>= 63.1 G	Emisiones CO2 ACS	2.903	C	5205.079
	Emisiones CO2 anuales	25.774	E	46212.782

El consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa CE3X, para condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

El consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.

En el proceso de calificación energética no se han tenido en cuenta las pérdidas térmicas en los circuitos de distribución. El aislamiento de dichos circuitos puede conllevar ahorros energéticos

Figura 7.- Resultados obtenidos para la calificación energética del edificio sito en paseo de los Olmos 26 del barrio de Bidebieta

Fuente: CE³X v.07.2

La calificación del edificio se obtiene de las características actuales del edificio que se han descrito en los apartados anteriores. Sin embargo, como se ha comentado en la introducción en el borrador del próximo real decreto se establece que el certificado debe ir acompañado de una serie de medidas de mejora de eficiencia energética que permita la mejora de su calificación energética en dos niveles en los casos de edificios C, D, E, F y G³.

Por lo tanto, para el cumplimiento de lo establecido en el borrador del real decreto, se procederá a la determinación de unos conjuntos de medidas de mejora teóricos para el edificio y a la valoración económica de dichas medidas teóricas. Estos datos serán orientativos. Para poder considerar dichos valores como reales, debería existir un proyecto de reforma tras de ellos que los verifase.

³ Propuesto actualmente en el borrador del real decreto para la certificación energética de edificios existentes.

2.2.5.- Medidas de mejora

A continuación se determinan los conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética que, siendo viables, que producen mayores beneficios en ahorro de energía.

Dado que la instalación de ACS y calefacción ha sido renovada hace pocos años y que su mantenimiento y funcionamiento evidencian su buen estado se opta por la proposición de medidas de mejora aplicables a la envolvente del edificio.

Se proponen por tanto los conjuntos de medidas de mejora que se enumeran a continuación:

- **Conjunto 1: Aislamiento de cerramientos opacos (muros de fachada y cubierta)**
 - Aislamiento de cubierta, añadiendo en el exterior de la misma una capa de aislamiento térmico de 10 cm de espesor y $\lambda= 0,034$ W/mK.
 - Aislamiento de muros de fachada bien mediante trasdosado interior del cerramiento o bien mediante relleno de la cámara de aire. Se considera un aislamiento adicional de 7cms de espesor con una $\lambda=0,040$ W/mK.



Figura 8.- Inyección de aislamiento térmico en cámaras de aire

Fuente: Generador de precios de rehabilitación

- **Conjunto 2: Mejora de huecos**

- Mejora de los marcos, sustituyéndolos por unos con una transmitancia térmica $U_{marco} = 1,8$ W/m²K. La sustitución de los marcos es probable que suponga un incremento del porcentaje de los mismos pasando a considerarse del 30%.
 - Mejora de los vidrios, utilizando unos vidrios de bajo emisivos de $U_{vidrio} = 1,8$ W/m²K y $g_{vidrio} = 0,64$ ya que debido a la gran cantidad de superficie vidriada en el edificio el mayor porcentaje de pérdidas del mismo se produce a través de estos.

- Mejora de la permeabilidad al aire de las ventanas. Se propone la utilización de carpinterías con el máximo valor permitido por el código técnico de la edificación para las nuevas construcciones de la zona climática a la cual pertenece el edificio (C1). El nuevo valor de permeabilidad de los huecos medida con una sobrepresión de 100 Pa será de 27m³/hm² (clase 2)
- **Conjunto 3: Combinación de conjunto 1 y conjunto 2**

Se muestra a continuación un cuadro resumen con las medidas de mejora energética planteadas en cada conjunto de medidas.

Conjunto de medidas	Medida
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros de fachada
Conj 2, mejora de huecos	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad
Conj 3, conjunto1 + conjunto2	Aislamiento de cubierta
	Aislamiento de muros de fachada
	Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad

Tabla 1.- Cuadro resumen de los diferentes conjuntos de medidas de mejora

Fuente: CENER

Los resultados de mejora de eficiencia energética obtenidos con las diferentes medidas de mejora son los que se muestran a continuación:

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	90.7 E	7.9	19.9 E	3.0	2.9 C	25.8 E	-
conj 1, aislamiento muros y cubierta	70.0 E	10.2	15.3 D	3.9	2.9 C	22.1 D	14.2%
conj 2, mejora de huecos	77.3 E	2.8	16.9 D	1.1	2.9 C	20.9 D	18.9%
conj 3, aislamiento muros,cub y mejo...	54.8 D	5.6	12.0 D	2.1	2.9 C	17.0 D	33.9%

Figura 9.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 26)

Fuente: CE³X v.07.2

Como puede observarse en dichos resultados los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética considerados permiten al edificio pasar de una calificación E a una calificación D de valor variable en función de las medidas aplicadas.

No obstante, la calificación energética en CE³X, al igual que CALENER VYP, se realiza en términos de CO₂, no en demanda de energía. El programa, si lo estima necesario, asigna un sistema de refrigeración por defecto al edificio (aunque no lo tenga) con sus consiguientes emisiones asociadas. En este caso, esta circunstancia está perjudicando la calificación energética.

Los ahorros que realmente se producen en calefacción son los siguientes:

Conjunto de medidas	Demanda de calefacción	Ahorros
Caso Base	90,7	-
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	70,0	22,82%
Conj 2, mejora de huecos	77,3	14,77%
Conj 3, conjunto1 + conjunto2	54,8	39,58%

Tabla 2.- Cuadro resumen de los ahorros en calefacción

Fuente: CE³X v.07.2

Llama la atención, la diferencia de valores en los ahorros en la aplicación de la medida 3 (cambio de huecos y carpintería), entre este programa **14,77%**, y mediante Energy Plus⁴, **36,40%**.

Esta discrepancia se debe principalmente a dos factores:

- Las condiciones de simulación, no son exactamente iguales, mientras que en Energy Plus se ha intentado simular con las condiciones reales de uso, en CE³X hay ciertas condiciones que vienen fijadas por defecto (horarios y consignas de calefacción, valores por defecto de refrigeración...)
- Relacionado con el punto anterior, el programa CE³X aplica los coeficientes de renovaciones de aire exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su documento básico DB HS3-Calidad del aire interior. Los estudios realizados, aplicando las exigencias de renovaciones de aire del CTE, demuestran que las mayores pérdidas energéticas que se producen en un edificio son las debidas a la ventilación (renovaciones de aire + infiltraciones). Sin embargo se deben suponer las mismas premisas para la certificación de todos los edificios, nuevos y existentes.

⁴ Este valor puede verse en el informe "Bidebieta- Fase 2 – Informe 2.3 Simulación bloque Paseo de los Olmos 26-Rev.1". Hay que tener en cuenta que Energy Plus, no es un programa certificativo, es un programa de cálculo térmico en el que las condiciones iniciales de todos los parámetros son fijadas por el usuario, mientras que los programas certificadores están sujetos a normas fijadas por las normativa vigente.

2.2.6.- Análisis económico

Se realiza a continuación el análisis económico de los diferentes conjuntos de medidas con la finalidad de estimar su viabilidad económica.

Se han introducido los valores que a continuación se especifican que son los necesarios para que el programa pueda realizar el análisis económico.

2.2.6.1.- Consumo actual del edificio y facturas

Como se ha comentado, en informes anteriores, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). Esta ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una fórmula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, del precio de los materiales industriales, y de unos factores correctores que incluyen un índice de actualización del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa.

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, se consideran los ratios de consumo por superficie, y el resto de los aspectos y valores estimados anteriormente válidos⁵, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0,0417€/kWh de gas⁶ natural, obtenemos un consumo neto de gas natural para calefacción de 129,05 kWh/m². Por tanto, dado que la superficie total de las viviendas del edificio es de 1.793 m² (=81,50 m²/vivienda x 22 viviendas) el consumo global de gas natural para calefacción es de 231.387 kWh.

El consumo de gas natural para la producción de ACS para el edificio es de 55.900 kWh.

2.2.6.2.- Introducción de los Datos económicos para el análisis económico

Se ha introducido el precio asociado al gas natural de 0,0417 €/kWh que es el único combustible utilizado para el suministro de calefacción y ACS del edificio así como el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, estimándose para dichos valores del 5 y 3% respectivamente.

⁵ Para saber mas de este aspecto, consultar el informe "Bidebieta -Fase 1-Informe 1.2 - Análisis del sistema de climatización y propuestas de mejora-rev1"

⁶ Precio del gas natural tarifa último recurso, para consumos de más de 150MWh año + iva en el 2009

2.2.6.3.- Introducción del Coste de las medidas para el análisis económico

A continuación se ha introducido el coste estimado para de cada medida de mejora, su vida útil, número de unidades y el coste de mantenimiento. En este caso el coste de mantenimiento será 0 € ya que se tratan de medidas que una vez finalizada su puesta en obra no necesitan de control, revisión,...

Medida	Vida útil	Coste unitario	Número de unidades	Coste de mantenimiento
Aislamiento de cubierta	25	35 €/m ²	165 m ²	0
Aislamiento de muros de fachada	25	11,35 €/m ²	1.095 m ²	0
Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad	25	500 €/m ²	510 m ²	0

Tabla 3.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora

Fuente: Base de datos de precios de la construcción

Se posee el valor del coste por m² de las diferentes medidas de mejora por lo cual se introduce el número de unidades (aproximado) y el coste unitario de la unidad para calcular el coste total de la medida que se muestra automáticamente en su casilla correspondiente al operar los dos factores.

Los valores aplicados al coste unitario de las diferentes medidas de mejora han sido tomados de diferentes bases de datos de precios de la construcción, entre ellas la base de precios del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guadalajara.

Cabe recalcar que los datos considerados para los costes unitarios son datos orientativos. No se puede facilitar datos precisos debido a que dichos valores son variables en función infinidad de factores como por ejemplo la situación del mercado, la empresa que realiza la obra, los materiales seleccionados para la obra,...

2.2.6.4.- Resultados del análisis económico

Los resultados del análisis real (en función de los datos de las facturas reales) y del análisis económico teórico (basados en los datos teóricos del programa) muestran los siguientes resultados:

Medida	Análisis real		Análisis teórico	
	Plazo de amortización simple	VAN (€)	Plazo de amortización simple	VAN (€)
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	8,2	53.345,1	10,9	35.768,8
Conj 2, mejora de huecos	193,7	-212.339,2	256,8	-222.821,0

Tabla 4.- Resultados obtenidos del análisis económico

Fuente: CE³X v.07.2

Las casillas que muestran un asterisco simbolizan medidas cuyos resultados económicos están fuera de una rentabilidad aceptable, desde un punto estrictamente de negocio, siendo su aplicación aconsejable desde otros parámetros (confort, revalorización de la vivienda...)

2.3.- CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de la versión beta del programa se pueden enumerar las siguientes conclusiones:

- El edificio posee una alta calificación a pesar de su año de construcción, en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Sin embargo, comparándolo con los resultados obtenidos de los edificios ubicados en Paseo de los Olmos 5 y 7 se observa que, a pesar de tener menos porcentaje de superficie vidriada que estos y por tanto una mejor transmitancia global para sus cerramientos, su calificación final es peor. Esto es debido a que su diseño no es tan bueno como el de aquellos, siendo las ganancias solares menores en este caso, y por consiguiente, las demandas algo más altas. Sin embargo influye positivamente en la mejora de su calificación el buen estado y alta eficiencia de las instalaciones comunes a los tres edificios.
- Como se observa en el apartado de medidas de mejora de eficiencia energética y en el análisis económico de las mismas;
 - el aislamiento de la cubierta y los muros (conjunto 1) supondría un ahorro energético aproximado del 23%. Es necesario recalcar el bajo impacto económico que el aislamiento de los muros de fachada y la cubierta supondría, así como su corto periodo de amortización.
 - La mejora de los huecos sustituyendo vidrios y marcos por otros más aislantes, con factor solar inferior y de permeabilidad al aire similar a la exigida por el CTE para esta zona climática (conjunto 2) supone un ahorro energético en calefacción del 15%. Cabe destacar que es la medida económicamente más costosa, siendo su aplicación aconsejable desde el punto de vista del confort ya que los plazos de amortización de dicha medida son elevados.
 - La utilización conjunta de los conjuntos de mejora anteriores (conjunto 1 y conjunto 2) aumenta el efecto del ahorro energético en las viviendas llegando a valores de casi el 40%.

Es necesario comunicar la dificultad que supone la mejora en dos escalones de la calificación energética realizando únicamente mejoras en la envolvente, que al llegar a cierto nivel comienzan a ser menos efectivas y económicamente más costosas.

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 3-Informe 3.4 Comparación de los resultados de las
simulaciones-Rev.1

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 3-Informe 3.4 Comparación de los resultados de las simulaciones-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Marta Sampedro**
Francisco Serna

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1.- RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.- OBJETO Y ALCANCE	5
1.3.- METODOLOGÍA	5
1.4.- CONCLUSIONES	5
2.- INFORME TÉCNICO	6
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	6
2.2.- JUSTIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	6
2.2.1.- Funcionalidad del software empleado.....	6
2.2.2.- Comparación de los resultados. Demandas de referencia	7
2.2.3.- Comparación de los resultados. Medidas de ahorro	8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Comparación resultados demandas energéticas. Energy Plus y CE ³ X	7
Tabla 2.- Comparación resultados de ahorros según medidas. Paseo de los Olmos 7. Energy Plus y CE ³ X	8
Tabla 3.- Comparación resultados de ahorros según medidas. Paseo de los Olmos 5. Energy Plus y CE ³ X	9
Tabla 4.- Comparación resultados de ahorros según medidas. Paseo de los Olmos 26. Energy Plus y CE ³ X.....	10

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enclava dentro de los trabajos incluidos en el I proyecto "Guía metodológica para la rehabilitación energética y medioambiental del barrio de Bidebieta, San Sebastián" que viene siendo desarrollado por CENER desde septiembre de 2009.

1.2.- OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar un análisis comparativo entre los resultados de las evaluaciones energéticas, obtenidos mediante, por un lado la versión beta actual del programa de certificación de edificios existentes CE³X, y por otro mediante el programa Energy Plus a través de su interface Design Builder, evaluando las discrepancias existentes.

Este análisis económico, se circunscribe a los bloques de viviendas analizados durante este proyecto, es decir los edificios correspondientes a los portales 7, 5 y 26 del Paseo de los Olmos, en el barrio de Bidebieta, en Donostia

1.3.- METODOLOGÍA

Se ha realizado una intercomparación de los resultados absolutos y porcentuales, obtenidos de cada software.

1.4.- CONCLUSIONES

Los resultados de este informe muestran que desde un punto de vista estrictamente analítico, la diferencia de cálculo existente entre ambos programas es apenas significativo, cuando introducimos valores de entrada similares (como cabría de esperarse), sin embargo, cuando estamos analizando casos reales, es necesario utilizar software cuyos parámetros puedan adaptarse a situaciones de uso cambiantes. En este contexto, el programa CE³X no está adaptado a estas circunstancias, ya que no es propiamente dicho un programa de evaluación, sino un programa simplificado de calificación energética, sujeto a una normativa vigente, que obliga a utilizar ciertos valores por defecto. Por ello en el caso del cálculo de ahorros energéticos producidos al incorporar ciertas medidas de mejora, es preferible utilizar otros programas más de evaluación que de certificación.

En este caso, los resultados de ahorros energéticos obtenidos por Energy Plus, se ajustan mas a la realidad que los obtenidos con CE³X.

2.- INFORME TÉCNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

En la Fase 2 de este proyecto se realizaron evaluaciones energéticas de tres bloques diferentes, mediante el programa de simulación ENERGY PLUS, a través de su interface gráfico DESIGN BUILDER, para obtener las demandas energéticas de los mismos en diferentes situaciones: antes y después de la rehabilitación. En la Fase 3 de este proyecto se han realizado dichas evaluaciones, mediante el programa CE³X de certificación energética de edificios existentes. La utilización de estos dos programas arroja resultados diferentes. A continuación, y con el objeto de exponer los criterios de utilización de ambos programas y clarificar los resultados obtenidos en ambos, se explica el porqué de esta decisión, y las razones de las desviaciones producidas.

2.2.- JUSTIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

2.2.1.- Funcionalidad del software empleado

Como justificación de la utilización del software empleado, es necesario explicar la funcionalidad de cada programa.

- ENERGY PLUS es un programa de **simulación térmica y energética** de edificios desarrollado por **DOE** (Department of Energy, Estados Unidos) con el que se pueden hacer estudios de demanda y consumo energético de los mismos, ampliamente utilizado en todo el mundo, y que no está sujeto a ninguna normativa edificatoria específica, pudiéndose o no, ajustar todos sus parámetros para adecuarse a la normativa concreta de cada país; mientras que
- CE³X es un programa **simplificado** de **certificación energética de edificios existentes**, que está sujeto a una normativa concreta (donde gran parte de los parámetros, no pueden modificarse), y cuyo objetivo fundamental es la de proveer en un futuro próximo a los edificios existentes, de un etiquetado energético. Este programa permite comparar la "bondad" de varios edificios desde un punto de vista térmico bajo las mismas condiciones (estandarizadas) de uso, otorgando una calificación en función de sus emisiones de CO₂.

Por ello los resultados, que se obtienen con ambos programas, no tienen porqué ser similares, y su semejanza está en función de la capacidad de modificar los diferentes parámetros en ambos programas.

A pesar de esta circunstancia, CENER cree interesante la evaluación energética mediante dos programas diferentes: uno ENERGY PLUS, donde se pueden evaluar las demandas energéticas de los edificios en condiciones y situaciones lo mas reales posibles, y dos CE³X,

donde se evalúa de forma simplificada el edificio con situaciones estándar condicionadas con una normativa edificatoria que cumplir, y que además proporciona una etiqueta energética, que en un futuro próximo será obligatoria en los edificios existentes.

2.2.2.- Comparación de los resultados. Demandas de referencia

A continuación se exponen unas tablas y gráficos con los resultados obtenidos en ambos casos con cada uno de los tres edificios analizados, así como una justificación de las desviaciones encontradas.

En el caso de las demandas energéticas los resultados¹ son los siguientes:

	DEMANDAS DE CALEFACCION (kWh/m ²)		
	ENERGY PLUS	CE ³ X	DESVIACION
Paseo de los Olmos 7	83.4	82.1	1.6%
Paseo de los Olmos 5	78.3	76.9	1.8%
Paseo de los Olmos 26	91.8	90.7	1.2%

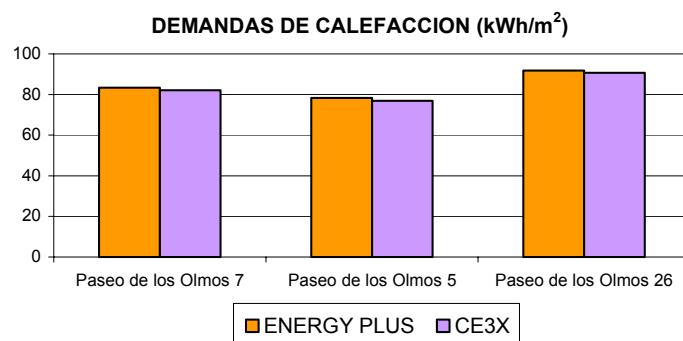


Tabla 1.- Comparación resultados demandas energéticas. Energy Plus y CE³X
Fuente: CENER

Como puede observarse, las desviaciones registradas (inferiores al 2%) apenas son significativas, lo que avala la fiabilidad de los resultados en ambos programas.

Estos resultados reflejan que, a igualdad de condiciones iniciales, y a pesar de sus diferencias, los motores de cálculo de ambos, funcionan de modo muy similar, por lo que las comparaciones que se realicen entre ambos estarán exentas de errores apreciables

¹ Estos resultados se refieren a simulaciones en condiciones estándar, es decir utilizando los valores de consigna para horarios, temperaturas, cargas internas... que marca CALENER como aquellos valores que hay que utilizar, según su "Documento de aceptación de programas alternativos". Estos valores son los mismos en los dos programas.

2.2.3.- Comparación de los resultados. Medidas de ahorro

Con ENERGY PLUS, para realizar el cálculo de ahorro energético, que se produce tras la implantación de ciertas medidas de ahorro, se ha procedido, primeramente a establecer cual es el consumo estimado actual con las condiciones de uso actuales². Esto quiere decir que las medidas de ahorro se han aplicado sobre un edificio base, que se comporta y se “utiliza” de un modo similar a como lo está haciendo en la actualidad.

Los resultados de los ahorros obtenidos según la implantación de las medidas más significativas y según los programas, en los diferentes edificios, pueden verse reflejadas en las siguientes tablas:

2.2.3.1.- Bloque Paseo de los Olmos 7

Estos son los resultados obtenidos en el edificio del paseo de los Olmos 7 con ambos programas:

Paseo de los Olmos 7	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)		
	ENERGY PLUS	CE ³ X	DESVIACION
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	16.4%	19.1%	-2.7%
Mejora de los huecos	40.1%	19.9%	20.3%
Ambas medidas	58.0%	42.3%	15.7%

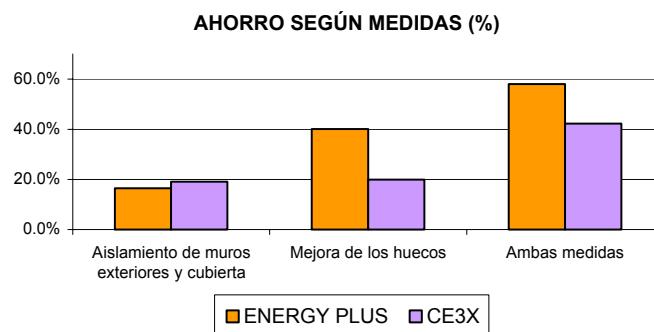


Tabla 2.- Comparación resultados de ahorros según medidas. Paseo de los Olmos 7. Energy Plus y CE³X

Fuente: CENER

Como puede verse en la tabla anterior, la desviación en los ahorros mas relevante se

² Hay que tener en cuenta que en CE³X no pueden modificarse las condiciones de uso del edificio, ya que, como se ha comentado anteriormente se trata de un programa de certificación sujeto a unas normativas edificatorias existentes y no un programa de evaluación energética

produce en la medida “mejora de los huecos”, en la que se sustituye la carpintería y los vidrios originales por una carpintería de alta calidad y unos vidrios dobles bajo emisivos.

Esta desviación, puede justificarse fácilmente, ya que en el caso de ENERGY PLUS, el cambio de ventanas supone además de una limitación de pérdidas por conducción por la mejora de las conductividades de marcos y vidrios, una limitación de pérdidas derivadas de la mejora de la estanqueidad de las ventanas, unas pérdidas muy cuantiosas. Por el contrario en el caso de CE³X, las pérdidas por conducción son igualmente tratadas que en el anterior software, mientras que las pérdidas por infiltraciones, no es así. En este caso, CE³X, al ser un programa de calificación y no de evaluación, introduce por defecto un ratio de ventilación mínima obligatoria según de documento normativo HS-3 del CTE, que no puede ser modificado. Este ratio de ventilación mínima obligatoria es el que produce las desviaciones observadas.

A estas circunstancias hay que añadirle un pequeño error (difícil de cuantificar), derivado de partir de un diferente edificio de referencia; Mientras que en ENERGY PLUS utilizamos de un edificio con las condiciones de uso reales, en CE³X, partimos de un edificio con los valores de las consignas de temperaturas, horarios...estándares prefijados e inamovibles (como se ha comentado anteriormente)

2.2.3.2.- Bloque Paseo de los Olmos 5

Estos son los resultados obtenidos en el edificio del paseo de los Olmos 5 con ambos programas:

Paseo de los Olmos 5	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)		
	ENERGY PLUS	CE ³ X	DESVIACION
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	16.0%	16.6%	-0.6%
Mejora de los huecos	40.8%	22.7%	18.1%
Ambas medidas	57.8%	43.2%	14.6%

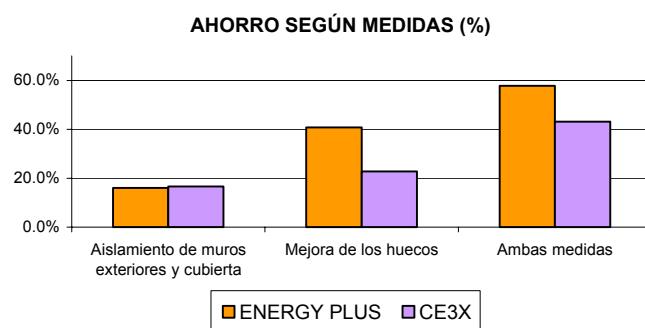


Tabla 3.- Comparación resultados de ahorros según medidas. Paseo de los Olmos 5. Energy Plus y CE³X

Fuente: CENER

Los resultados obtenidos en este edificio son muy similares y las conclusiones enunciadas anteriormente son válidas para este caso.

2.2.3.3.- Bloque Paseo de los Olmos 26

Estos son los resultados obtenidos en el edificio del paseo de los Olmos 26 con ambos programas:

Paseo de los Olmos 26	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)		
	ENERGY PLUS	CE ³ X	DESVIACION
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	30.0%	22.8%	7.2%
Mejora de los huecos	36.4%	14.8%	21.6%
Ambas medidas	64.6%	39.6%	25.0%

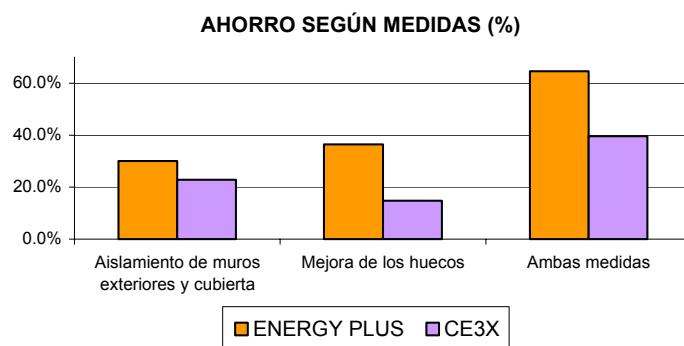


Tabla 4.- Comparación resultados de ahorros según medidas. Paseo de los Olmos 26. Energy Plus y CE³X

Fuente: CENER

Los resultados obtenidos en este edificio presentan la misma tendencia que en los anteriores. En este caso, los ahorros producidos por el aislamiento de muros exteriores y cubiertas son mayores que en el caso anterior. Esto se debe a la mayor proporción de cerramiento opaco exterior frente al vidriado, que presenta este edificio con respecto a los anteriores. La desviación producida en ambos programas en este aspecto, puede ser debida al edificio de referencia, que en el caso de ENERGY PLUS, como se ha comentado, se parte de un edificio con las condiciones iniciales de uso reales³, que son mucho mas desfavorables que en el caso estándar, produciéndose unos consumos iniciales mayores, lo que conlleva un mayor potencial de ahorro con las mismas medidas.

³ Ver punto 1.2.3.2. Condiciones específicas. del documento " Fase 2-Informe 2.4 Análisis de simulación bloque Paseo de los Olmos 26"

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 3-Informe 3.5 Análisis económico en la rehabilitación
energética-Rev.1.

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 3-Informe 3.5 Análisis económico en la rehabilitación energética-Rev.1

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 20 de Agosto de 2010

Realizado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Revisado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma: **Fecha:** 20 de Agosto de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1.- RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.- OBJETO Y ALCANCE	5
1.3.- METODOLOGÍA	5
1.4.- CONCLUSIONES	5
2.- INFORME TÉCNICO	6
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	6
2.2.- ANALISIS ECONOMICO	6
2.2.1.- Escenario 1. Análisis real	7
2.2.2.- Escenario 2. Análisis teórico	9
2.3.- CONCLUSIONES	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora	7
Tabla 2.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 1. ENERGY PLUS.....	8
Tabla 3.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 1. ENERGY PLUS.....	8
Tabla 4.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 1. ENERGY PLUS.....	8
Tabla 5.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 2. ENERGY PLUS.....	10
Tabla 6.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 2. ENERGY PLUS.....	10
Tabla 7.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 2. ENERGY PLUS.....	10
Tabla 8.- Comparación plazos de amortización de las medidas según escenarios y edificios. ENERGY PLUS.....	11

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enclava dentro de los trabajos incluidos en el I proyecto "Guía metodológica para la rehabilitación energética y medioambiental del barrio de Bidebieta, San Sebastián" que viene siendo desarrollado por CENER desde septiembre de 2009.

1.2.- OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar un análisis económico, de la actuación edificatoria consistente en la rehabilitación energética mediante de la incorporación de ciertas medidas de ahorro.

Este análisis económico, se circunscribe a los bloques de viviendas analizados durante este proyecto, es decir los edificios correspondientes a los portales 7, 5 y 26 del Paseo de los Olmos, en el barrio de Bidebieta, en Donostia

1.3.- METODOLOGÍA

Para la realización de este informe se han utilizado dos indicadores económicos, de amplia utilización: El periodo de amortización simple, y el VAN (valor actual neto). Los valores de la energía ahorrada se han obtenido de las simulaciones con Energy Plus.

1.4.- CONCLUSIONES

En los tres edificios analizados, las medidas relacionadas con la mejora de la transmitancia de los muros exteriores y la cubierta, mediante la adición de aislamiento, son medidas que económicamente son muy rentables, y que se recomienda su ejecución, mientras que aunque las medidas relacionadas con los cambios de las carpinterías exteriores (marcos y vidrios), son medidas que desde un punto de vista estrictamente económico no son rentables (sobre todo los bloques aislados), desde otros puntos de vista, sobre todo del confort (evita corrientes de aire, condensaciones...) son igualmente recomendables.

No obstante, para realizar un análisis económico mas ajustado a la realidad, debería contarse con un presupuesto específico de la solución constructiva para cada edificio, proporcionado por una empresa especializada, que garantice minimizar los errores y optimizar recursos.

2.- INFORME TÉCNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

En la Fase 2 de este proyecto se realizaron evaluaciones energéticas de tres bloques diferentes, mediante el programa de simulación ENERGY PLUS, a través de su interface gráfico DESIGN BUILDER, para obtener las demandas energéticas de los mismos en diferentes situaciones: antes y después de la rehabilitación. A continuación se va a realizar un análisis económico basado en los datos obtenidos de las simulaciones de la Fase anterior, en los valores reales de las facturas de calefacción y en los costes estimados de las medidas de ahorro.

2.2.- ANALISIS ECONOMICO

El ahorro económico obtenido al aplicar ciertas medidas de ahorro se extrae de la cuantificación del combustible ahorrado al disminuir los consumos de calefacción al aplicar dichas medidas, a lo largo del tiempo.

En este análisis se van a comparar dos escenarios distintos, según tomemos como punto de partida los valores de consumo estimados de los edificios antes de rehabilitar, basándonos, o bien, en la facturación real del edificio¹ del Paseo de los Olmos 7 aportado por los vecinos (escenario 1), o bien en los valores de demandas teóricas obtenidas de las simulaciones en DESIGN BUILDER de la Fase 2 (escenario 2). Hay que reseñar que en ambos escenarios, se ha aplicado el mismo porcentaje de ahorro de las medidas (el obtenido en las simulaciones de ENERGY PLUS).

Existen parámetros con valores comunes relacionados con el análisis económico que se han utilizado en ambos escenarios:

Se ha utilizado el precio asociado al gas natural² de 0,0417 €/kWh que es el único combustible utilizado para el suministro de calefacción y ACS del edificio así como el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, estimándose para dichos valores del 5 y 3% respectivamente.

¹ Los datos de facturación del edificio en cuestión, son extrapolables perfectamente a los otros dos bloques, ya que como se comentó en la FASE 1, la facturación de la energía consumida en calefacción se realiza únicamente en función de la superficie de los inmuebles.

² Precio del gas natural de la tarifa último recurso, para consumos de mas de 150MWh en el 2009

2.2.1.- Escenario 1. Análisis real

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, se consideran los ratios de consumo por superficie obtenidos en fases anteriores³, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0,0417€/kWh de gas natural, obtenemos un consumo neto de gas natural para calefacción de **129,05 kWh/m²**. Este es el dato que se utilizará a partir de ahora en este escenario, como consumo real antes de aplicar las medidas de rehabilitación.

Además, las unidades necesarias y los costes asociados de las medidas de ahorro, en cada uno de los bloques, pueden verse en la siguiente tabla:

Medida	Vida útil	Coste unitario	Paseo de los Olmos 7	Paseo de los Olmos 5	Paseo de los Olmos 26
Aislamiento de cubierta	25	35 €/m ²	315 m ²	340 m ²	165 m ²
Aislamiento de muros de fachada	25	11,35 €/m ²	1355 m ²	1075 m ²	1.095 m ²
Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad	25	500 €/m ²	1205 m ²	1345 m ²	510 m ²

Tabla 1.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora⁴

Fuente: Base de datos de precios de la construcción

A continuación se muestran los resultados de las magnitudes económicas calculadas (periodo de amortización simple y Valor Actual Neto) de las diferentes medidas de ahorro en los diferentes edificios:

³ Para saber mas de este aspecto, consultar el informe "Fase 2-Informe 2.1 Propuestas de mejora en los sistemas de climatización 7"

⁴ Cabe recalcar que los datos considerados para los costes unitarios son datos orientativos. No se puede facilitar datos precisos debido a que dichos valores son variables en función infinidad de factores como por ejemplo la situación del mercado, la empresa que realiza la obra, los materiales seleccionados para la obra,...

2.2.1.1.- Paseo de los Olmos 7

Paseo de los Olmos 7	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	129.05	107.9	16.4%	4.5	74,264 €
Mejora de los huecos	129.05	77.3	40.1%	42.3	-356,353 €
Ambas medidas	129.05	54.2	58.0%	30.5	-272,881 €

Tabla 2.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 1. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

2.2.1.2.- Paseo de los Olmos 5

Paseo de los Olmos 5	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	129.05	108.4	16.0%	4.2	74,112 €
Mejora de los huecos	129.05	76.4	40.8%	46.4	-422,056 €
Ambas medidas	129.05	54.5	57.8%	33.9	-341,805 €

Tabla 3.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 1. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

2.2.1.3.- Paseo de los Olmos 26

Paseo de los Olmos 26	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	129.05	90.3	30.0%	1.7	165,947 €
Mejora de los huecos	129.05	82.1	36.4%	19.7	-31,565 €
Ambas medidas	129.05	45.7	64.6%	11.9	123,333 €

Tabla 4.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 1. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

De los resultados obtenidos, se observa que en los tres casos, mientras que los plazos de amortización en las medidas de la incorporación de aislamiento son muy razonables, los que se refiere a sustitución de huecos resultan claramente desincentivadoras en los dos primeros bloques, siendo más razonables en el tercer bloque.

Esto es debido, a que la superficie acristalada en estas viviendas (precisamente muy superior en los dos primeros bloques respecto al tercero) es muy elevada, y con el coste supuesto en el estudio, la inversión resultante es excesiva, incapaz de recuperarse solamente teniendo en cuenta el ahorro energético producido, siendo en el tercer bloque mas equilibrada la relación entre cerramiento opaco y cerramiento transparente.

No obstante, para un cálculo más ajustado deberán utilizarse valores reales de puesta en obra de las medidas de ahorro, que para volúmenes tan importantes, pueden disminuir considerablemente, además aunque los resultados económicos de algunas de las medidas están fuera de una rentabilidad aceptable, desde un punto estrictamente de negocio, su aplicación es aconsejable desde otros parámetros diferentes (confort, revalorización de la vivienda...).

2.2.2.- Escenario 2. Análisis teórico

En este caso partiremos de los consumos que ha estimado el programa, con las condiciones "reales⁵ de uso".

Para la transformación de las demandas a consumos se ha supuesto un rendimiento medio estacional del 97%, tal como mostraban las pruebas de combustión realizadas a las calderas.

Teniendo en cuenta estas circunstancias se obtienen los siguientes resultados:

⁵ Se ha intentado introducir las condiciones de uso mas ajustadas a la realidad (ver informes de la fase 2), aunque cada vecino tiene unas circunstancias diferentes y hace un disfrute de su vivienda diferente (estancia en la vivienda, nº de ocupantes, condiciones de ventilación...) que hace difícil este ajuste.

2.2.2.1.- Paseo de los Olmos 7

Paseo de los Olmos 7	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	116.5	97.4	16.4%	4.7	71,105 €
Mejora de los huecos	116.5	69.8	40.1%	43.7	-364,078 €
Ambas medidas	116.5	48.9	58.0%	31.5	-284,054 €

Tabla 5.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 2. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

2.2.2.2.- Paseo de los Olmos 5

Paseo de los Olmos 5	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	95.1	79.9	16.0%	5.4	53,555 €
Mejora de los huecos	95.1	56.3	40.8%	58.7	-474,476 €
Ambas medidas	95.1	40.1	57.8%	42.9	-416,067 €

Tabla 6.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 2. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

2.2.2.3.- Paseo de los Olmos 26

Paseo de los Olmos 26	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	111.2	77.8	30.0%	1.8	152,053 €
Mejora de los huecos	111.2	70.7	36.4%	21.3	-48,423 €
Ambas medidas	111.2	39.4	64.6%	12.9	93,415 €

Tabla 7.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 2. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

Los resultados obtenidos en el escenario 2 son muy similares a los obtenidos en el escenario 1, resultando ligeramente mas desfavorables, debido al menor ahorro absoluto de las medidas (el ahorro porcentual se ha considerado el mismo), puesto que las apreciaciones realizadas en el caso anterior son también válidas para este. A continuación se muestra unos gráficos con las diferencias obtenidas en ambos escenarios.

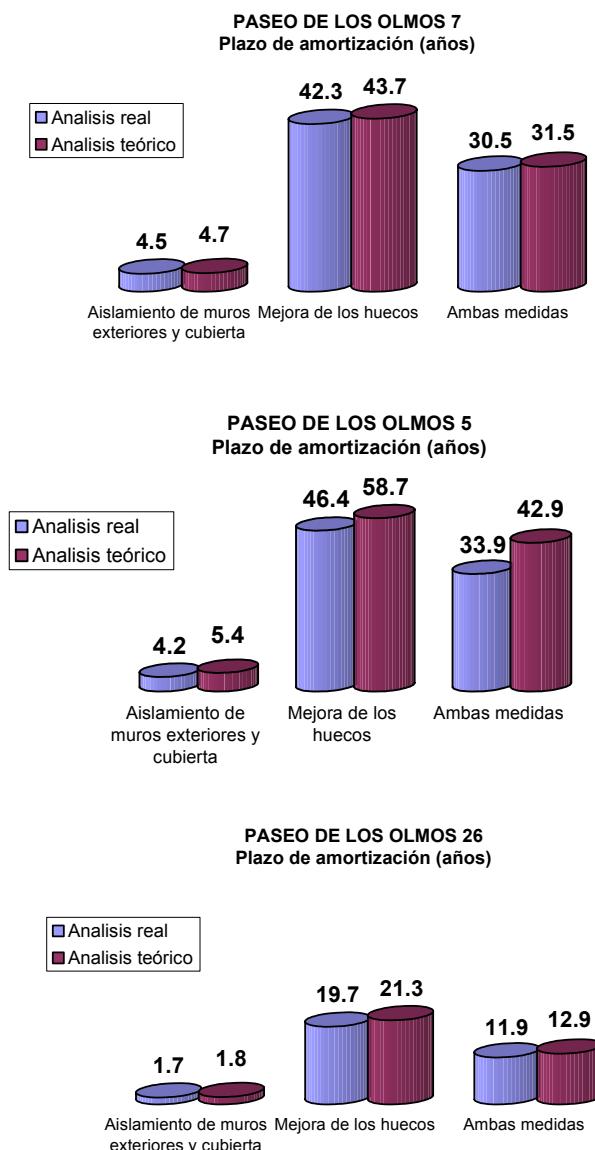


Tabla 8.- Comparación plazos de amortización de las medidas según escenarios y edificios. ENERGY PLUS
Fuente: CENER

2.3.- CONCLUSIONES

Del análisis económico realizado a partir de los resultados de las simulaciones con el programa ENERGY PLUS se pueden enumerar las siguientes conclusiones:

- Las medidas relacionadas con la mejora de la transmitancia de los muros exteriores y la cubierta, mediante la adición de aislamiento, son medidas que económicamente son muy rentables, y que se recomienda su ejecución. En los bloques en torre la solución técnica pasa por la inyección por el interior de un aislante proyectado que ocupe la actual cámara de aire o bien la sustitución del muro interior por otro con aislante añadido. Estas soluciones son ciertamente intrusivas y su ejecución es técnicamente algo más compleja que la habitual (aislamiento por el exterior). En el bloque adosado (paseo de los Olmos 26), estas medidas son todavía mas rentables, debido a su mayor superficie relativa de muro exterior, y además la facilidad en la ejecución (aislamiento por el exterior) hace muy recomendable su ejecución.
- Las medidas relacionadas con los cambios de las carpinterías exteriores (marcos y vidrios), son medidas que desde un punto de vista estrictamente económico no son rentables (sobre todo los bloques aislados), pero que desde otros puntos de vista, sobre todo del confort (evita corrientes de aire, condensaciones...) son igualmente recomendables.
- Para realizar un análisis económico mas ajustado a la realidad, debería contarse con un presupuesto específico de la solución constructiva para cada edificio, proporcionado por una empresa especializada, que garantice minimizar los errores.

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 3-Informe 3.5 Análisis económico en la rehabilitación
energética-Rev.2.

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 3-Informe 3.5 Análisis económico en la rehabilitación energética-Rev.2

Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian

Persona de contacto: Victoria Iglesias

Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian

Fecha de envío: 18 de Noviembre de 2010

Realizado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma: **Fecha:** 18 de Noviembre de 2010

Revisado por: Técnico **Francisco Serna**

Firma: **Fecha:** 18 de Noviembre de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**

Firma: **Fecha:** 18 de Noviembre de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
1.- RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.- OBJETO Y ALCANCE	5
1.3.- METODOLOGÍA	5
1.4.- CONCLUSIONES	5
2.- INFORME TÉCNICO	6
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	6
2.2.- ANALISIS ECONOMICO	6
2.2.1.- Escenario 1. Análisis real	7
2.2.2.- Escenario 2. Análisis teórico	9
2.3.- CONCLUSIONES	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora	7
Tabla 2.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 1. ENERGY PLUS.....	8
Tabla 3.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 1. ENERGY PLUS.....	8
Tabla 4.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 1. ENERGY PLUS.....	8
Tabla 5.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 2. ENERGY PLUS.....	9
Tabla 6.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 2. ENERGY PLUS.....	10
Tabla 7.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 2. ENERGY PLUS.....	10
Tabla 8.- Comparación plazos de amortización de las medidas según escenarios y edificios. ENERGY PLUS.....	11

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enclava dentro de los trabajos incluidos en el I proyecto "Guía metodológica para la rehabilitación energética y medioambiental del barrio de Bidebieta, San Sebastián" que viene siendo desarrollado por CENER desde septiembre de 2009.

1.2.- OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este informe es realizar un análisis económico, de la actuación edificatoria consistente en la rehabilitación energética mediante de la incorporación de ciertas medidas de ahorro.

Este análisis económico, se circunscribe a los bloques de viviendas analizados durante este proyecto, es decir los edificios correspondientes a los portales 7, 5 y 26 del Paseo de los Olmos, en el barrio de Bidebieta, en Donostia

1.3.- METODOLOGÍA

Para la realización de este informe se han utilizado dos indicadores económicos, de amplia utilización: El periodo de amortización simple, y el VAN (valor actual neto). Los valores de la energía ahorrada se han obtenido de las simulaciones con Energy Plus.

1.4.- CONCLUSIONES

En los tres edificios analizados, las medidas relacionadas con la mejora de la transmitancia de los muros exteriores y la cubierta, mediante la adición de aislamiento, son medidas que económicamente son muy rentables, y que se recomienda su ejecución, mientras que aunque las medidas relacionadas con los cambios de las carpinterías exteriores (marcos y vidrios), son medidas que desde un punto de vista estrictamente económico no son rentables (sobre todo los bloques aislados), desde otros puntos de vista, sobre todo del confort (evita corrientes de aire, condensaciones...) son igualmente recomendables.

No obstante, para realizar un análisis económico mas ajustado a la realidad, debería contarse con un presupuesto específico de la solución constructiva para cada edificio, proporcionado por una empresa especializada, que garantice minimizar los errores y optimizar recursos.

2.- INFORME TÉCNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

En la Fase 2 de este proyecto se realizaron evaluaciones energéticas de tres bloques diferentes, mediante el programa de simulación ENERGY PLUS, a través de su interface gráfico DESIGN BUILDER, para obtener las demandas energéticas de los mismos en diferentes situaciones: antes y después de la rehabilitación. A continuación se va a realizar un análisis económico basado en los datos obtenidos de las simulaciones de la Fase anterior, en los valores reales de las facturas de calefacción y en los costes estimados de las medidas de ahorro.

2.2.- ANALISIS ECONOMICO

El ahorro económico obtenido al aplicar ciertas medidas de ahorro se extrae de la cuantificación del combustible ahorrado al disminuir los consumos de calefacción al aplicar dichas medidas, a lo largo del tiempo.

En este análisis se van a comparar dos escenarios distintos, según tomemos como punto de partida los valores de consumo estimados de los edificios antes de rehabilitar, basándonos, o bien, en la facturación real del edificio¹ del Paseo de los Olmos 7 aportado por los vecinos (escenario 1), o bien en los valores de demandas teóricas obtenidas de las simulaciones en DESIGN BUILDER de la Fase 2 (escenario 2). Hay que reseñar que en ambos escenarios, se ha aplicado el mismo porcentaje de ahorro de las medidas (el obtenido en las simulaciones de ENERGY PLUS).

Existen parámetros con valores comunes relacionados con el análisis económico que se han utilizado en ambos escenarios:

Se ha utilizado el precio asociado al gas natural² de 0,0417 €/kWh que es el único combustible utilizado para el suministro de calefacción y ACS del edificio así como el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, estimándose para dichos valores del 5 y 3% respectivamente.

¹ Los datos de facturación del edificio en cuestión, son extrapolables perfectamente a los otros dos bloques, ya que como se comentó en la FASE 1, la facturación de la energía consumida en calefacción se realiza únicamente en función de la superficie de los inmuebles.

² Precio del gas natural de la tarifa último recurso, para consumos de mas de 150MWh en el 2009

2.2.1.- Escenario 1. Análisis real

Al estar la facturación en función de la superficie de las viviendas y no en función de los consumos de las mismas, se consideran los ratios de consumo por superficie obtenidos en fases anteriores³, recordando solamente, como punto de partida, que con una tarifa aproximada de 0,0417€/kWh de gas natural, obtenemos un consumo neto de gas natural para calefacción de **129,05 kWh/m²**. Este es el dato que se utilizará a partir de ahora en este escenario, como consumo real antes de aplicar las medidas de rehabilitación.

Además, las unidades necesarias y los costes asociados de las medidas de ahorro, en cada uno de los bloques, pueden verse en la siguiente tabla:

Medida	Vida útil	Coste unitario	Paseo de los Olmos 7	Paseo de los Olmos 5	Paseo de los Olmos 26
Aislamiento de cubierta	25	35 €/m ²	315 m ²	340 m ²	165 m ²
Aislamiento de muros de fachada	25	11,35 €/m ²	1355 m ²	1075 m ²	1.095 m ²
Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad	25	480 €/m ²	1205 m ²	1345 m ²	510 m ²
Mejora de vidrios bajo emisivos, marcos y permeabilidad	25	500 €/m ²	1205 m ²	1345 m ²	510 m ²

Tabla 1.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora

Fuente: Base de datos de precios de la construcción

A continuación se muestran los resultados de las magnitudes económicas calculadas (periodo de amortización simple y Valor Actual Neto) de las diferentes medidas de ahorro en los diferentes edificios:

³ Para saber mas de este aspecto, consultar el informe "Fase 2-Informe 2.1 Propuestas de mejora en los sistemas de climatización 7"

2.2.1.1.- Paseo de los Olmos 7

Paseo de los Olmos 7	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	129.05	107.9	16.4%	4.5	74,264 €
Mejora de los huecos	129.05	77.3	40.1%	42.3	-356,353 €
Ambas medidas	129.05	54.2	58.0%	30.5	-272,881 €

Tabla 2.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 1. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

2.2.1.2.- Paseo de los Olmos 5

Paseo de los Olmos 5	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	129.05	108.4	16.0%	3.9	81,416 €
Mejora de los huecos	129.05	76.4	40.8%	43.2	-403,432 €
Ambas medidas	129.05	54.5	57.8%	31.6	-315,422 €

Tabla 3.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 1. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

2.2.1.3.- Paseo de los Olmos 26

Paseo de los Olmos 26	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	129.05	90.3	30.0%	3.3	77,335 €
Mejora de los huecos	129.05	82.1	36.4%	38.0	-139,080 €
Ambas medidas	129.05	45.7	64.6%	23.0	-67,477 €

Tabla 4.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 1. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

De los resultados obtenidos, se observa que en los tres casos, mientras que los plazos de amortización en las medidas de la incorporación de aislamiento son muy razonables, los que se refiere a sustitución de huecos resultan claramente desincentivadoras

Esto es debido, a que la superficie acristalada en estas viviendas es muy elevada, y con el coste supuesto en el estudio, la inversión resultante es excesiva, incapaz de recuperarse solamente teniendo en cuenta el ahorro energético producido.

No obstante, para un cálculo más ajustado deberán utilizarse valores reales de puesta en obra de las medidas de ahorro, que para volúmenes tan importantes, pueden disminuir considerablemente, además aunque los resultados económicos de algunas de las medidas están fuera de una rentabilidad aceptable, desde un punto estrictamente de negocio, su aplicación es aconsejable desde otros parámetros diferentes (confort, revalorización de la vivienda...).

2.2.2.- Escenario 2. Análisis teórico

En este caso partiremos de los consumos que ha estimado el programa, con las condiciones "reales⁴ de uso".

Para la transformación de las demandas a consumos se ha supuesto un rendimiento medio estacional del 97%, tal como mostraban las pruebas de combustión realizadas a las calderas.

Teniendo en cuenta estas circunstancias se obtienen los siguientes resultados:

2.2.2.1.- Paseo de los Olmos 7

Paseo de los Olmos 7	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortización simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	116.5	97.4	16.4%	4.7	71,105 €
Mejora de los huecos	116.5	69.8	40.1%	43.7	-364,078 €
Ambas medidas	116.5	48.9	58.0%	31.5	-284,054 €

Tabla 5.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. Escenario 2. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

⁴ Se ha intentado introducir las condiciones de uso mas ajustadas a la realidad (ver informes de la fase 2), aunque cada vecino tiene unas circunstancias diferentes y hace un disfrute de su vivienda diferente (estancia en la vivienda, nº de ocupantes, condiciones de ventilación...) que hace difícil este ajuste.

2.2.2.2.- Paseo de los Olmos 5

Paseo de los Olmos 5	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	95.1	79.9	16.0%	5.0	59,330 €
Mejora de los huecos	95.1	56.3	40.8%	54.6	-459,750 €
Ambas medidas	95.1	40.1	57.8%	40.0	-395,206 €

Tabla 6.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. Escenario 2. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

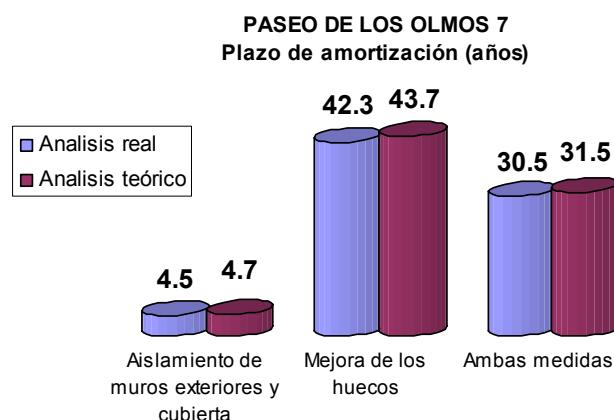
2.2.2.3.- Paseo de los Olmos 26

Paseo de los Olmos 26	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortizacion simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
Aislamiento de muros exteriores y cubierta	111.2	77.8	30.0%	3.6	70,127 €
Mejora de los huecos	111.2	70.7	36.4%	41.1	-147,826 €
Ambas medidas	111.2	39.4	64.6%	24.8	-82,999 €

Tabla 7.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. Escenario 2. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

Los resultados obtenidos en el escenario 2 son muy similares a los obtenidos en el escenario 1, resultando ligeramente mas desfavorables, debido al menor ahorro absoluto de las medidas (el ahorro porcentual se ha considerado el mismo), puesto que las apreciaciones realizadas en el caso anterior son también válidas para este. A continuación se muestra unos gráficos con las diferencias obtenidas en ambos escenarios.



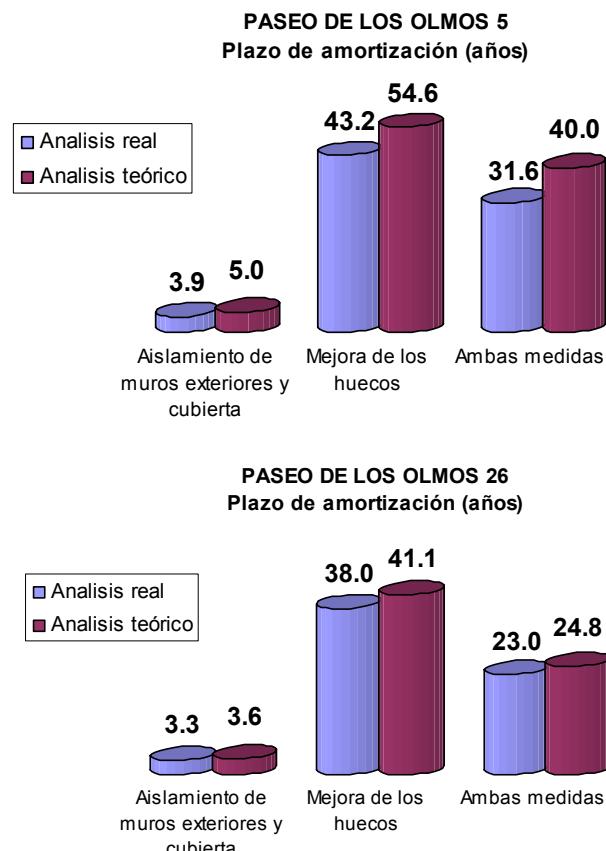


Tabla 8.- Comparación plazos de amortización de las medidas según escenarios y edificios. ENERGY PLUS
Fuente: CENER

2.3.- CONCLUSIONES

Del análisis económico realizado a partir de los resultados de las simulaciones con el programa ENERGY PLUS se pueden enumerar las siguientes conclusiones:

- Las medidas relacionadas con la mejora de la transmitancia de los muros exteriores y la cubierta, mediante la adición de aislamiento, son medidas que económicamente son muy rentables, y que se recomienda su ejecución. En los bloques en torre la solución técnica pasa por la inyección por el interior de un aislante proyectado que ocupe la actual cámara de aire o bien la sustitución del muro interior por otro con aislante añadido. Estas soluciones son ciertamente intrusivas y su ejecución es técnicamente algo más compleja que la habitual (aislamiento por el exterior). En el bloque adosado (paseo de los Olmos 26), estas medidas son todavía mas rentables, debido a su mayor superficie relativa de muro exterior, y además la facilidad en la ejecución (aislamiento por el exterior) hace muy recomendable su ejecución.
- Las medidas relacionadas con los cambios de las carpinterías exteriores (marcos y vidrios), son medidas que desde un punto de vista estrictamente económico no son rentables (sobre todo los bloques aislados), pero que desde otros puntos de vista, sobre todo del confort (evita corrientes de aire, condensaciones...) son igualmente recomendables.
- Para realizar un análisis económico mas ajustado a la realidad, debería contarse con un presupuesto específico de la solución constructiva para cada edificio, proporcionado por una empresa especializada, que garantice minimizar los errores.