



GUÍA DE COSTES y EFICIENCIA DE LOS DIVERSOS MATERIALES Y SISTEMAS EN LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS EN EUSKADI

Implantación de soluciones domóticas para la consecución de eficiencia energética

0. INTRODUCCIÓN	5
1. OBJETIVOS / CONCEPTOS / ANTECEDENTES/ EJEMPLOS.....	15
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.2 CONCEPTOS	19
1.3 ANTECEDENTES.....	21
2 METODOLOGÍA A EMPLEAR EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A REALIZAR.....	31
2.1 ESTABLECIMIENTO DE 6 CASOS DE ESTUDIO.	35
2.2 CLASIFICACIONES DE RÉGIMENES DE USO POR VIVIENDA (EDAD USUARIO ETC.)	51
2.3. FUENTES DE COSTOS ESTIMADOS	53
3 GESTIÓN DE COSTOS DE LA ENVOLVENTE EN REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL ..	57
3.1. COMPARATIVA DE COSTOS DE DISTINTOS SISTEMAS DE ENVOLVENTE EN EDIFICIO TIPO Y EN PROYECTOS DEL PROGRAMA REVIVE 2012	59
3.2 COMPARATIVA DE COSTES DE DISTINTOS SISTEMAS DE INSTALACIONES EN LOS PROYECTOS PROGRAMA REVIVE 2012	76
3.3 COMPARATIVA DE COSTES DE SOLUCIONES DESTINADAS A ACCESIBILIDAD.....	78
3.4. TIEMPO DE EJECUCIÓN POR CADA ENVOLVENTE / INSTALACIÓN.....	98
3.5. .. ANÁLISIS COSTO-ENERGÍA – ESTIMACIÓN DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CONSEGUIDA POR CADA ENVOLVENTE Y/O INSTALACIONES EN FUNCIÓN DE LOS PROYECTOS PROGRAMA REVIVE 2012.....	104
4 RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN DE EDIFICIOS REHABILITADOS.....	109
4.1 INTRODUCCIÓN	111
4.2 VARIABLES/UNIDADES FÍSICAS DE MEDICIÓN.....	111
4.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN	111
4.4 ENVÍO Y ALMACENAMIENTO DE DATOS	114
4.5 CROQUIS GENERAL	117
4.6 ESTUDIO DE DATOS DIEZMINUTADOS.....	118
4.7 COMPARATIVA MONITORIZACIÓN REHABILITACIONES.....	126

5. IMPLANTACIÓN DE FUTURAS SOLUCIONES DOMÓTICAS.....	143
5.1. INTRODUCCIÓN:	145
5.2. DOMÓTICA COMO OPORTUNIDAD DE MERCADO:	150
5.3. DOMÓTICA EN EL CAMPO DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA:	151
5.4. GESTIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO:	155
5.5. SISTEMAS DOMÓTICOS RELACIONADOS CON LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	156
5.6. EJEMPLOS DE FACHADAS DOMOTIZADAS.....	166
5.7. REPERCUSIÓN EN COSTOS GLOBALES DE OBRA PARA IMPLANTAR SISTEMA DE CONTROL DE CONSUMO MÁS EFICAZ.	174
5.8. TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DEBIDO A OPTIMIZACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO.	175
5.9. CLAVES DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN AL VECINO PARA IMPULSAR SU USO.....	176
6. CONCLUSIONES	179
6.1. CONCLUSIÓN PRINCIPAL.....	181
6.2. CONCLUSIONES GENERALES	182
6.3. CONCLUSIONES PARTICULARES.....	189
7. AGRADECIMIENTOS	195
8. BIBLIOGRAFÍA.	197
CAPITULOS 1 y 2.....	199
CAPITULO 3.	201
CAPITULO 5.	204
9. LISTADO DE ILUSTRACIONES.....	207
CAPITULO 0.	209
CAPITULO 1.	209
CAPITULO 2.	209
CAPITULO 3.	209
CAPITULO 4.	210
CAPITULO 5.	210

0. INTRODUCCIÓN

Un trabajo de investigación se debe de ceñir a algo concreto, abordable empíricamente; con datos, que, analizados, muestren conclusiones que sirvan para avanzar en nuestro conocimiento. Pero vamos a empezar hablando del universo al que pertenecemos, que es algo difícilmente abordable.

Según las teorías el Universo nació hace 13.800 millones de años en el Big Bang (BB), una gran explosión que originó energía, materia, tiempo y espacio. Si hacemos un zoom inmenso, podemos imaginar que un edificio es un pequeño universo muy complejo también y que está formado metafóricamente por esos 4 elementos:

La materia constructiva; la energía que consume y produce; el tiempo de su ciclo de vida y del ciclo de vida de sus habitantes y por último los espacios arquitectónicos que lo conforman y el espacio urbano que ocupa en la ciudad.

En este trabajo nos vamos a ceñir a la materia constructiva y a la energía que consume, ambas cuestiones matizadas por aspectos económicos y sociales.

Este pequeño universo es nuestra casa, nuestra segunda piel, que constituye nuestra zona de confort en muchos sentidos. Los edificios que habitamos están constituidos por materia y energía que dentro del contexto actual del planeta Tierra son finitas.

La rehabilitación energética ahorra suelo, materias primas y mucha energía gris con sus emisiones de carbono asociadas.

Este trabajo de investigación, lo denominamos “AZALA BI” y es una continuación de la “GUIA AZALA” que analizaba la rehabilitación energética integral de la envolvente en Euskadi; un lugar concreto con unos climas concretos y una realidad social y edificatoria concretas; de las que hablaremos más adelante.

Es un complemento y no vamos a repetir los conceptos ya expuestos. En AZALA, la primera parte de esta guía, hablamos de un proyecto concreto en un bloque arquetípico del periodo desarrollista del siglo XX en el barrio de origen obrero de Zaramaga en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Se reflejan los planteamientos proyectuales y parte de la obra de construcción. Por motivos temporales obvios no se pudieron mostrar los resultados finales ni los resultados de la monitorización que mostraremos en esta continuación de la Guía.

Ya llevamos años de uso tras la rehabilitación, con una monitorización muy exacta de los mismos. También conocemos los costos reales de todas las partidas de las obras.

Describiremos el resultado final de edificios resumiendo los datos y los aspectos más relevantes comparándoles.

Analizaremos otros ejemplos de rehabilitaciones energéticas adscritos al Plan Revive 2012 de ayudas a la Rehabilitación del Gobierno Vasco, como el citado de Zaramaga y los compararemos.

Volviendo al principio y ajustando el punto de mira a la investigación de unos datos reales de costes de construcción y resultados objetivos de una monitorización de unos edificios concretos. Hay un objetivo práctico de dar una visión real de los materiales óptimos, según cada caso, para utilizar en una Rehabilitación energética, según su costo y eficiencia energética.

Vamos a analizar todo en clave de sostenibilidad y eco-diseño, destacando los aspectos sociales. La sostenibilidad del planeta es el primer problema que tenemos los 7.500 millones de sapiens que vivimos aquí y que tenemos un compromiso con las generaciones futuras, por lo que es un problema fundamentalmente social.

Estos preceptos son importantes ya que el objetivo común, en nuestro campo edificatorio, es que nuestras acciones no rompan, o lo hagan en la menor manera posible, el equilibrio ecológico del planeta.

A corto plazo debemos ahorrar las máximas emisiones posibles y el empleo de las mínimas materias primas y suelo. A medio plazo dentro de un nuevo marco de economía circular se abrirán abanicos de nuevas soluciones constructivas apoyadas en nuevas tecnologías.

Todo es limitado, los presupuestos públicos y la capacidad económica de los propietarios también por lo que un análisis de los resultados y sus costes pueden ser muy reveladores con el objeto de planificar rehabilitaciones futuras.

El estudio de los sistemas de construcción con sus costes finales, los datos de consumo reales y el grado de confort en las viviendas relacionados establecen conclusiones que son el objeto de nuestro trabajo.

Es un pequeño paso, una gota de agua en ese océano que supone el GRAN RETO al que nos debemos de enfrentar.

EL RETO DE DEL MUNDO DE LA CONSTRUCCION EN EL SIGLO XXI ANTE EL PROBLEMA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

El ser humano ha vivido durante cientos de miles de años en equilibrio con la Naturaleza de la que forma parte. Incluso a lo largo de revoluciones importantes como la agrícola, se ha mantenido en gran medida ese diálogo. Nuestra especie sapiens se irguió y comenzó a dominar al resto de los animales depredando algunas especies y extendiéndose por todo el planeta. Incluso hicimos desaparecer a otras especies humanas como los neandertales. Pero el impacto ecológico era mínimo, ya que éramos muy pocos y la energía de la que disponíamos era la física de nuestro propio cuerpo.

Constituíamos el hombre natural como se aprecia en este grabado del siglo XIX. Esta situación fue así hasta principios de esa centuria, cuando llegó la revolución industrial.



Figura 0.1. El hombre natural

Durante muchos, muchos años, todo el paleolítico, cazábamos y recolectábamos frutos. Estábamos en el vértice superior de la pirámide depredadora pero no afectábamos apenas al ecosistema global del planeta. Todo era natural y se fundía en ese medio. No había desperdicios.

Actuábamos como el cerezo dentro del concepto “Cradle to Cradle” ó “C2C” (1). Las flores o frutos que puede producir el cerezo, incluso en exceso, se funden en la tierra y se aprovechan sin ningún residuo problemático. Todo vuelve de la cuna (cradle) a la cuna. Paradójicamente ahora buscamos lo que hemos hecho siempre.

Los vestidos, las herramientas y las casas; todo de reutiliza y se recicla de forma natural. Consumíamos lo justo y nuestro impacto obviamente no alteraba el clima.

Claro está, vivíamos menos años y no disponíamos de muchas cosas relacionadas con el confort que ahora disponemos. No podíamos disfrutar de una ducha caliente, teníamos que bañarnos en un río o un lago. No podíamos escuchar en cualquier momento una cantata de Bach en “Spotify”. Pero éramos felices, veíamos las estrellas sin contaminación lumínica, las conocíamos ya que ellas nos guiaban por la noche. Disfrutábamos del fuego que era nuestra energía y también nuestro acompañante nocturno. Conocíamos las plantas medicinales, los animales y el clima. El ser humano era una parte más del paisaje del planeta Tierra.

Así ha sido el 99,9996 % del tiempo, desde que los sapiens, tal y como somos ahora, vivimos aquí.

En 1800 no llegábamos a los 1.000 millones, pero en ese 0,0004 % de nuestro tiempo como especie hemos pasado ya de los 7.000 millones y cada 20 años somos 1.000 millones más.

Llegó el siglo XIX y la primera revolución industrial. El artefacto que cambió todo fue la máquina de vapor y su combustible: el carbón. El hombre daba un salto exponencial y dejaba de ser natural. Ya no dependía de su propia energía o de la de su tribu, tenía máquinas y éramos capaces de transformar los recursos en energía. Eso trajo cosas muy buenas, la primera: el final del tráfico de esclavos. Este último punto nos habla de la capacidad depredadora del sapiens, incluso con seres de su misma especie.

La revolución llegaba en todos los campos: nuevos materiales, como el hierro y el aluminio; educación; transporte y un largo etc. de mejoras...

Se popularizaron las construcciones en hierro, los edificios se levantaban mucho más rápido y eran más altos, alguno conseguía rascar el cielo. La población del campo, mayoritaria dentro del ámbito global terráqueo, empezó a trasladarse a la ciudad.

Llegó el siglo XX y con él la segunda revolución industrial. En ella se multiplicaban los avances y descubrimientos, pero la máquina que representa este tiempo es el automóvil; y la energía se fundamenta en los derivados del petróleo.

La construcción en esta época se ejecuta con el hormigón armado, acero y cristal. La “Estructura Dominó” de Le Corbusier de 1915, con su planta libre y losas inclinadas de hormigón armado simboliza la forma de construir de todo este siglo. Paradójicamente 100 años después seguimos construyendo prácticamente con este mismo sistema.

Durante este último siglo el crecimiento económico se ha basado en el aumento del consumo. Dentro del “consumo” también incluimos el gasto energético. Las ratios de bienestar se asociaban al gasto energético y al consumo de todo tipo de productos.

La construcción vivió un periodo desarrollista a partir de mediados del siglo, tras el final de la segunda guerra mundial. El éxodo rural se multiplicó, favorecido por la mecanización del campo y el aumento de servicios de la ciudad. El “hombre natural” se ha transformado en “hombre urbanita”.

En los años 20 del pasado siglo XX, el “Espíritu nuevo” arquitectónico se basó en la producción masiva de viviendas, estandarizadas como máquinas. Fruto de aquellas ideas se produjo el desarrollismo masivo tras las dos grandes guerras.

Ahora es el momento de la rehabilitación energética masiva de aquellas viviendas del desarrollismo, ya que, nuestro problema es el calentamiento global y debemos de reducir sus emisiones.

La actividad de la construcción, desde su matriz, el proyecto arquitectónico, ha tenido históricamente un impacto ambiental negativo en su relación con el entorno medioambiental. En el periodo desarrollista de los años 50, 60 y 70 se produjo un éxodo masivo desde el campo a la ciudad. Nuestra forma de vivir también ha cambiado y mejorado en algunos aspectos, pero el empleo de combustibles fósiles se ha mantenido incluso aumentado de forma paralela a los niveles de confort. En la foto apreciamos un hogar en donde todos los habitantes de la vivienda se encuentran en torno a la cocina de carbón.



Figura 0.2. Típica cocina (1959)

La actividad constructiva y rehabilitadora se desarrolla fundamentalmente en la ciudad. Durante este siglo, el éxodo masivo a la ciudad va a producir que la mayor parte de la población resida en la urbe. Se estima que un 90 % de los humanos viviremos en ciudades en 2050.

Las ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) de Naciones Unidas marcan unas pautas de reducción de emisiones y residuos, que sin duda están muy relacionados con la edificación ya que por ejemplo en Europa el 40 % de las emisiones las producen los edificios.

Nuestro ámbito de trabajo está en el proyecto y rehabilitación de edificios. En estos momentos en Euskadi más del 87% de los edificios existentes de más de 50 años son muy ineficientes teniendo una calificación energética F y G. Hay mucho margen de mejora.

Volviendo a Le Corbusier y el concepto de casa como máquina de vivir, aunque la forma de construir no varió mucho, las instalaciones y el confort producido por las mismas, aumentó ostensiblemente, siempre a costa de aumentar el consumo energético y las emisiones de carbono asociadas.

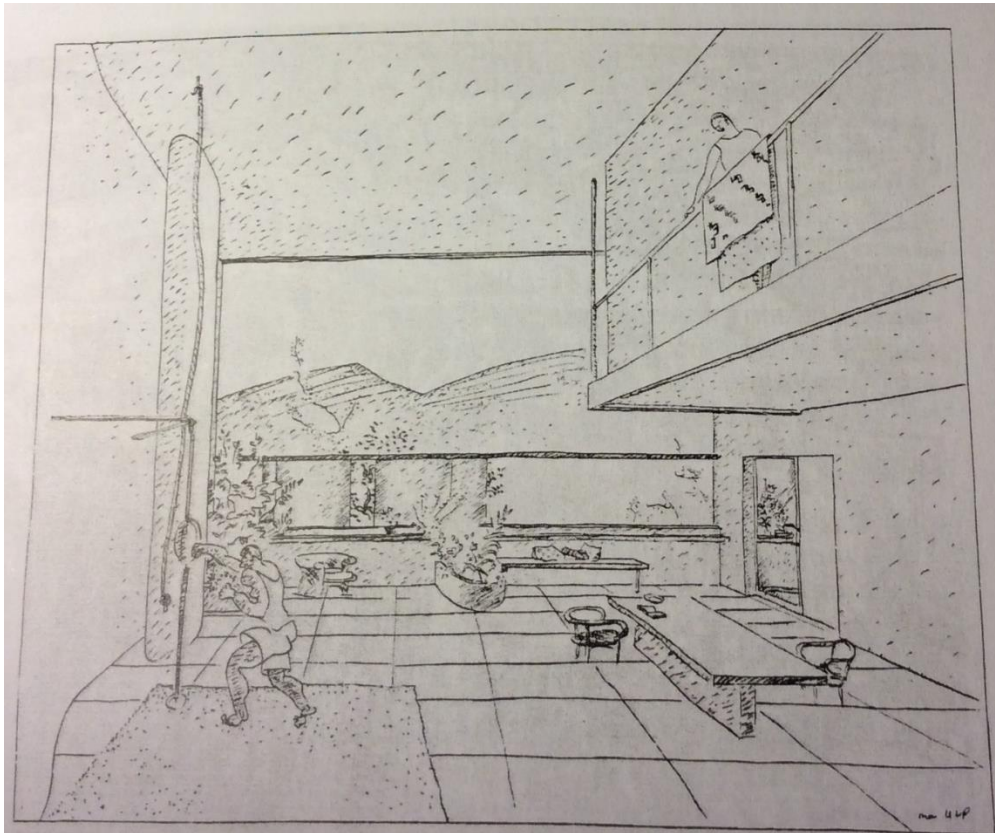


Figura 0.3. El hombre urbanita dentro de la estructura dominó de lc.

En el siglo XX entre otras cosas el sapiens llegó a la Luna, descubrió internet, aumentó mucho su esperanza de vida.

Todos estos grandes pasos han servido para que tomemos un punto de vista elevado respecto al horizonte común del resto de los animales y ecosistemas naturales, que consideramos a nuestro servicio. El hombre es un pequeño dios que cree que domina a la Naturaleza.

Todos estos cambios han sucedido en un segmento temporal mínimo dentro de nuestra historia y prehistoria; un instante en la larga vida de la Tierra.

Hace muy pocos años, yo ya había nacido, pudimos ver nuestro planeta desde el Espacio por primera vez. Es bellissimo, azul y finito. Tomamos conciencia de que es una pequeña mota de polvo en el Universo, pero una mota de tierra plagada de vida. Unos pocos años después, el 1992 los países en la cumbre de Río reconocieron que el impacto humano de los últimos años estaba produciendo un calentamiento global de nuestra atmosfera que podría tener consecuencias impredecibles.

En Europa los edificios producen el 40% de las emisiones de carbono. A este dato habría que añadir la mochila ecológica de los materiales de construcción y sus emisiones asociadas.

La ejecución de la construcción, sobre todo de las viviendas, es muy similar a la que se comenzó a emplear a principios del siglo XX. La evolución tecnológica que se ha aplicado en otros sectores, por ejemplo, en el del automóvil, ha sido espectacular y ya es hora de que se aplique a la edificación de nueva planta y a la rehabilitación.

Ese es nuestro reto ya que somos arquitectos, expertos en esta materia personas de acción. Hay mucho trabajo por hacer. Personalmente creo que en 2030 construiremos los edificios EECN o NZEB y en 2050 los edificios serán

positivos energéticamente y suministrarán la energía al resto de la ciudad. Los materiales serán totalmente reciclables y con impactos mínimos en la Naturaleza.

Los cambios al principio son muy lentos, pero tenemos que seguir trabajando porque merece la pena ya que el objetivo es salvar nuestra casa común la Tierra.

Como dice Lord Kelvin: “If you cannot measure it, you cannot improve it”. Como paso previo a todo el trabajo de investigación y mejora es imprescindible cuantificar la sostenibilidad y clasificar los edificios en función de su eficiencia. Tenemos el conocimiento y las herramientas para cuantificar; todo ello unido a nuestra imaginación y capacidad de diseño creará la nueva arquitectura del siglo XXI.

No sabemos cómo será, pero seguro que la envolvente tendrá mucha capacidad de regular los impactos climáticos de forma dinámica y las instalaciones tendrán unos rendimientos y capacidades increíbles. Los materiales serán sostenibles y todo estará integrado en el concepto arquitectónico global.

La sociedad está cambiando y demandará respuestas en nuestro campo. Todos los agentes del mundo de la construcción estamos para dar servicio. Debemos de influir en la opinión y transmitir nuestros conocimientos, por eso la capacidad comunicativa es muy importante.

LC en su libro “Hacia una Arquitectura” decía que el estilo arquitectónico de una época está en la producción general de ese tiempo.

¿Cómo será el nuevo estilo de esta nueva época, con este espíritu nuevo?

No lo sabemos, lo tenemos que inventar entre todos, pero estoy seguro que será sostenible y todos tenemos mucho que decir:

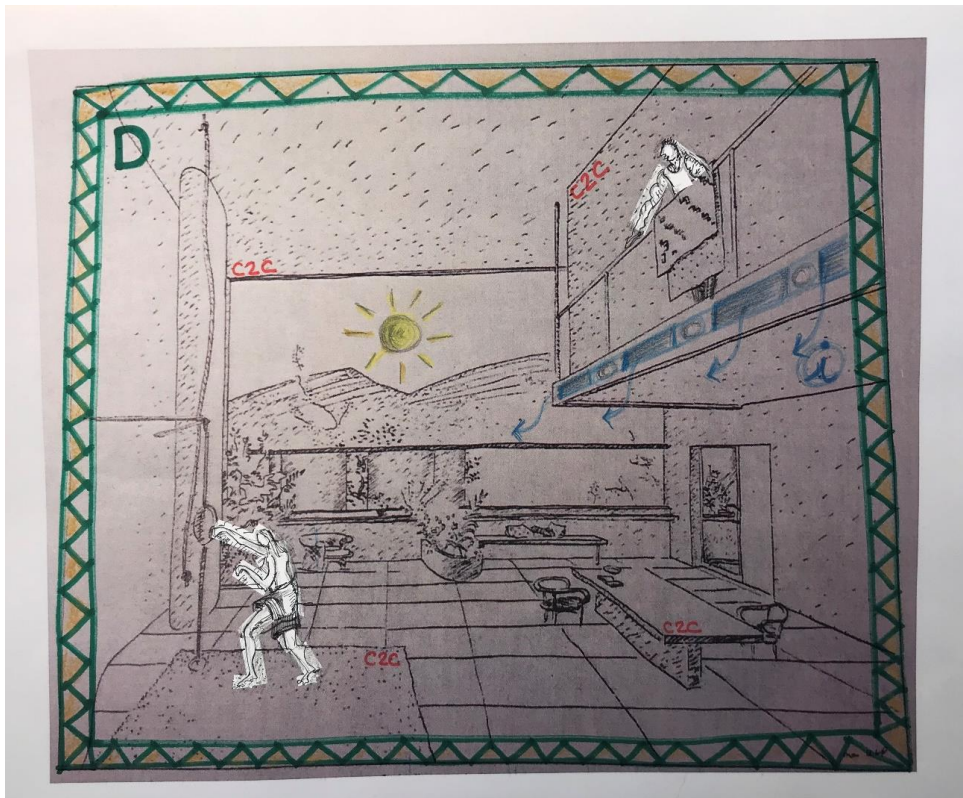


Figura 0.4. Imagen imaginativa de la vivienda del siglo xxi

¿Cómo será la edificación durante este siglo que acaba de comenzar?

Lo primero, la sociedad, que produce y utiliza esos edificios donde se cobija, habrá cambiado. La forma de vida y de trabajo será distinta, probablemente ya no será la mujer la que realizará sola las tareas domésticas y el hombre compartirá todos los trabajos mientras ella puede practicar boxeo, como podemos ver en la imagen. La gente tendrá una conciencia ecológica mucho mayor y disminuirá el consumo tal y como lo conocemos hoy.

Los edificios, tanto los nuevos como los rehabilitados serán eco-diseñados. Sus envolventes serán muy sofisticadas adaptándose al clima en cada momento, captando sol o protegiéndose del mismo. Producirán energía, no solo la que consumen, sino que podrán suministrar el excedente al resto de la ciudad. Los materiales, muchos de ellos nuevos, serán totalmente reutilizables y reciclables, por ejemplo, el plástico tal y como lo conocemos hoy habrá desaparecido. El agua se aprovechará al máximo y cualquier contaminación de los ecosistemas estará muy penalizada.

Jeremy Rifkin dice: “Los edificios-residenciales, comerciales, industriales e institucionales – se están actualizando y transformando en nodos y redes inteligentes energéticamente eficientes, resilientes y con una huella de carbono cero insertos en la matriz del internet de las cosas. Los nodos arquitectónicos conectados a la infraestructura del IoT (Internet Of Things) actuarán como centros periféricos de datos, microplantas de generación de electricidad verde, almacenes de energía y centros logísticos y de transporte para gestionar, suministrar la energía y mover la actividad económica y la vida social en una Europa ecológica e inteligente”

Esta ficción del futuro la comenzamos a construir hoy mismo, día a día, está en nuestras manos frenar el cambio climático y procurar un mundo natural y saludable para nuestros nietos y sus descendientes.

Nuestro conocimiento, investigación y tecnología ya se ha puesto al servicio de este reto que acometemos este siglo.

Esta Guía es un grano de arena en una gigantesca playa. Pretende analizar unos casos que hoy en día son ejemplos de ahorro de emisiones con el objetivo de compartir experiencias para mejorar en el futuro.

Además del energético, tocará los vértices económico y social. La sostenibilidad muchas veces se plasma como un triángulo con tres vértices: el energético, el económico y el social. Todo está imbricado y las leyes y políticas deben tender a que la sociedad sea más sostenible en esos tres aspectos. Normas, ayudas, financiación, educación y comunicación. Este último punto es muy importante ya que una colectividad informada y convencida es capaz de conseguir cualquier objetivo. Por eso el hecho de publicar en la nube, para todos, esta guía es una forma de comunicar nuestras experiencias que se han podido materializar en gran parte a las ayudas públicas.

1. OBJETIVOS / CONCEPTOS / ANTECEDENTES/ EJEMPLOS.

El objetivo principal de todos debe ser la reducción de emisiones de carbono ya que está demostrado que influyen directamente y de forma negativa en el cambio climático.

Las Directivas Europeas 31/2010 marca un compromiso a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C; las pruebas científicas más recientes sugieren que, si no se toman medidas para reducir las emisiones a escala mundial, es probable que a finales de este siglo el calentamiento global supere el objetivo de los 2°C y pueda llegar hasta 5°C. “La reducción del consumo de energía y un mayor uso de la energía proveniente de fuentes renovables desempeñan asimismo un papel importante a la hora de fomentar la seguridad del abastecimiento energético, el desarrollo tecnológico y de ofrecer oportunidades de empleo y desarrollo regional”. 2010/31/EU. Una forma directa de reducir el consumo de energía es disminuir la demanda energética de los edificios. Para reducir la demanda se debe de mejorar el proyecto y ejecución de la envolvente.

“En los edificios existentes, los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que, cuando se efectúen reformas importantes en los edificios, se mejore la eficiencia energética del edificio o de la parte renovada, para que se cumplan unos requisitos mínimos de eficiencia energética, siempre que sea técnica, funcional y económicamente viable”. 2010/31/EU.

En cada estado miembro la normativa específica se adapta a estos objetivos comunes europeos. En nuestro caso el CTE, Código Técnico de la Edificación regula las prescripciones en materia de eficiencia energética de las edificaciones con el objetivo de ahorrar energía y por tanto emisiones. En el 2020 el CTE plantea obligar que todos los edificios sean de consumo casi nulo EECN. El objetivo del Ministerio de Fomento es la rehabilitación energética del parque de edificios existentes, 300.000 viviendas al año hasta 2050 (1).

Objetivos clave de la UE para 2030:

- Reducción de al menos el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990.
- Al menos el 27% del consumo total de energía procedente de energías renovables.
- Incremento de al menos el 27% de la eficiencia energética.

Objetivo a largo plazo:

Para 2050 la UE quiere reducir sustancialmente sus emisiones —en un 80-95% con respecto a los niveles de 1990. El objetivo ideal sería una descarbonización absoluta del parque inmobiliario. Estos objetivos se han matizado en el reciente acuerdo de París, que se ha visto reflejado en la nueva Ley Vasca de Sos “A nivel internacional, el Acuerdo de París, ratificado por el Estado español, tiene como objetivo una transición que culmine en un modelo de desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático. Entre los objetivos vinculantes de la Unión Europea para 2030, está la reducción de un 40% de emisiones de GEI respecto a 1990, una cuota del 32% de energías renovables respecto al total, y una mejora del 32,5% en la eficiencia energética. Es más, la Comisión Europea, a día de hoy, está planteando escenarios neutros en carbono para el año 2050.

Además la 'Hoja de ruta de los sectores difusos a 2020', elaborada por la Oficina Española de Cambio Climático, establece medidas para reducir las emisiones de GEI de los sectores difusos (residencial, comercial, institucional, transporte, gestión de residuos, agricultura, gases fluorados e industria no sujeta a comercio de emisiones) en un 10% para el periodo 2013-2020 y un 30% para el periodo 2021-2030 respecto a los niveles de 2005. tenibilidad 4/2019, de la que transcribimos un extracto de su “Exposición de Motivos”:

Una economía europea de alta eficiencia energética y bajas emisiones de CO₂ dará impulso a la economía, creará empleo y mejorará la competitividad de nuestro continente.”

Este objetivo común europeo se refleja en nosotros y lo adaptamos a nuestra escala de trabajo en esta guía, con unos objetivos de investigación específicos:

1.1 OBJETIVOS

La vocación de la Guía es formar a los técnicos, constructores y sociedad en general en el ámbito de la sostenibilidad en el mundo de la construcción, particularmente en la rehabilitación energética. El lenguaje y los mensajes deben de ser claros y entendibles.

El objetivo principal es redactar una serie de recomendaciones para utilizar las soluciones técnicamente más eficientes con un precio competitivo, buscando un máximo ahorro con el mínimo gasto:

- 1- Analizar los sistemas constructivos concretos de envolvente térmica, dentro de la Rehabilitación Energética, tomando ejemplos ya ejecutados para poder estudiarlos desde varios prismas:

El constructivo, con sus ventajas e inconvenientes.

El económico analizando sus costes reales.

El energético en función de los datos reales de monitorización.

- 2- Dentro del aspecto social de la sostenibilidad, analizar la percepción social de la rehabilitación energética integral; estudiando aspectos relacionados con la salud, el confort, el ahorro, el uso, la financiación. Nos apoyaremos en los casos de estudio.
- 3- Análisis de la relación COSTO CONSTRUCTIVO/AHORRO ENERGETICO. Nos apoyaremos en datos concretos de costes y monitorización, este es el principal objetivo del trabajo de investigación.
- 3- Posible implantación de futuras soluciones domóticas en la envolvente y también en las instalaciones de los edificios en las rehabilitaciones energética a medio plazo. El IOT, "internet de las cosas", llega a los edificios que en el año 2050 producirán energía para el resto de la ciudad.
- 5- Comparar y valorar todos estos datos y caudal informativo con el objetivo final de establecer unas conclusiones que sirvan a corto plazo para ir caminando en Euskadi hacia el objetivo descrito en el punto 4.
- 6- Analizar las patologías más comunes en las ITEs relacionadas con la eficiencia energética de la envolvente. La ITE es la herramienta que abre la puerta a la futura rehabilitación energética. Las patologías constructivas y las carencias en materia de accesibilidad establecen sinergias de cara a facilitar la concreción de un Rehabilitación Energética.



Figura 1.1. Dibujo del autor. (Fuente: elaboración propia).

1.2 CONCEPTOS

Muchos conceptos como el de pobreza energética, transmitancia y tantos otros se trataron en la Guía Azala 1, pero repasamos algunos importantes:

CAMBIO CLIMATICO / CALENTAMIENTO GLOBAL:

Es el cambio climático debido al calentamiento global que se produce en el conjunto de nuestro planeta por la acción del hombre. La actividad humana produce emisiones que contribuyen a aumentar el efecto invernadero de la atmósfera y éste produce una subida global de las temperaturas medias que alteran el clima. Existe un Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). El IPCC y el vicepresidente de Estados Unidos, Al Gore, recibieron el premio Nobel de la Paz en 2007 por su labor en materia de cambio climático. Probablemente es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad ya que puede afectar a la desaparición de muchas especies, subida del nivel del mar, desertización y en el futuro del ser humano. Se da por hecho que es imparable y los objetivos son que a final de siglo el incremento de la temperatura global esté por debajo de 2°C. Lo único que podemos hacer es atenuarlo, pero estamos en un momento crítico en el que hay que actuar ya que podemos llegar a un **punto de no retorno**.

EECN:

Edificio de Energía Casi Nula. Ya definimos en la guía Azala 1 este concepto, pero queremos añadir que las directivas europeas lo pretenden establecer para 2020 y serán los propios estados miembros los que establecerán los criterios e indicadores, entre los cuales se deberá marcar un máximo de energía primaria en kWh/m²/año, por ejemplo, Dinamarca marca 20 kWh/m²/año y un aporte de energía renovable superior al 50%.

La clave en estos edificios es reducir la demanda energética para que la poca energía que necesiten se pueda obtener de fuentes renovables. La forma de reducir la demanda es con una envolvente muy eficiente y con un buen diseño. Este concepto evoluciona constantemente hacia un edificio positivo, que produce más energía que la que consume.

Estos EECN pueden contribuir mucho al freno del calentamiento global ya que los edificios producen el 40% de las emisiones en Europa.

NUEVA ECONOMIA CIRCULAR / NUEVOS EMPLEOS:

La economía en el pasado se ha entendido de forma lineal, con un modelo de crecimiento sin límite. Nuestro planeta, con su biosfera y recursos naturales, es finito y nos está mandando mensajes como el cambio climático, por lo que debemos cambiar de modelo económico. El nuevo marco debe de estar basado en la sostenibilidad; esto significa que no debemos comprometer el bienestar de las futuras generaciones de seres humanos. Reducción de emisiones, reducción del consumo, reutilización y reciclado son las claves de la nueva economía circular, que hará posible un crecimiento económico sin afectar a los ecosistemas y al aire y agua que utilizamos para nuestra vida. Creemos que los países que se adapten a este paradigma serán las potencias económicas del nuevo modelo. La nueva economía circular está basada en el eco-diseño que a su vez se basa en el conocimiento para crecer económicamente siendo ecológicos. Es un camino nuevo y difícil, como cualquier cambio, pero debemos evolucionar hacia un mundo mejor.

Se está produciendo ya una transformación de los antiguos modelos de trabajo hacia nuevos empleos que den servicio a la nueva economía circular. Invertir en sostenibilidad crea empleo y muchas empresas son locales si se trata de rehabilitación energética de la ciudad.



Figura 1.2. Dibujo de Iñaki Cerrajería.

BIG DATA / IA / IOT:

Conceptos como Big Data, Inteligencia Artificial o el Internet de la Cosas (Internet Of Things) se empiezan a aplicar a muchos ámbitos de nuestra vida entre ellos los edificios. La posibilidad de medir los consumos, la producción energética, los niveles de confort, seguridad, calidad del aire etc. genera una ingente cantidad de datos que gestionados mediante inteligencia artificial a nivel de usuario contribuirán a aumentar la eficiencia energética en las ciudades. En un futuro no muy lejano se podrá gestionar la producción energética de energía eléctrica renovable de un edificio con el objetivo de cederla a los automóviles eléctricos de su entorno. Todas las tecnologías que pueden influir en la captación, protección solar y otros aspectos relacionados con la salud, confort y eficiencia. Todo esto se ve muy favorecido por la implantación de la tecnología 5G.

PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA ECOLOGÍA:

Toda revolución económica se sustenta en un pensamiento filosófico. Hasta ahora, en los dos últimos siglos hemos pensado que el planeta estaba a nuestro servicio. El concepto de ecología es muy reciente, pero está calando en la opinión pública. La Tierra es nuestra casa y nuestra especie forma parte de ella. Debemos de vivir en equilibrio con el resto de los ecosistemas y transformar la ciudad (nuestro ecosistema) para que conviva con el resto del entorno natural.

CIUDAD GLOBAL:

Concepto creado por la socióloga Saskia Sassen que se refiere al crecimiento en importancia estratégica del centro de las principales ciudades del mundo fruto de la economía financiera global interconectada. Esto produce un detrimento de las clases medias y trabajadoras que habían prosperado en la ciudad del siglo XX. La rehabilitación energética a nivel vecinal cohesiona la sociedad ya que mejora su vivienda, entorno, calidad de vida, economía local, salud y confort.

1.3 ANTECEDENTES

La rehabilitación energética de la envolvente puede parecer un hecho muy complejo, pero tiene una serie de antecedentes que lo hacen muy complejo. Actuamos en un inmueble inserto en un tejido urbano con una serie características constructivas. Pero también actuamos en un tejido social y en un lugar climático determinado.

1.3.1 ÁMBITO DE ACTUACIÓN: LA CIUDAD

Nuestro ámbito preferente es la ciudad, el ámbito urbano donde van a residir el 90 % de los seres humanos durante este siglo XXI. Ahora vivimos en ciudades 3.500 millones de personas, pero dentro de 40 años vivirán 7.000 millones; va a ser el mayor éxodo de la historia. Esta imparable urbanización del mundo, que podría colapsar y vaciar el entorno natural, se puede atenuar si rehabilitamos y re-densificamos la ciudad existente.

Dentro de las tipologías a rehabilitar, la preferente será el bloque del periodo desarrollista años 50, 60 y 70 del pasado siglo ya que son el número mayor de casos objetivos de rehabilitación energética integral. Poniendo el ejemplo de nuestra capital Vitoria-Gasteiz que en 1950 rondaba los 50.000 habitantes después de 8 siglos de historia en tan solo 20 años, los 60 y los 70 aumentó 60.000 habitantes por década.

Centrándonos en este parque edificatorio de este periodo llamado desarrollista, tomaremos unos edificios tipo como modelos de referencia.

Todos los conceptos se pueden extrapolar a otro tipo de edificios de otras épocas y tipologías diferentes, pero para poder comparar indicadores debemos acotar el ámbito a situaciones similares.

Como hemos dicho anteriormente cuando hemos definido el concepto de “ciudad global” las grandes ciudades pueden desarrollarse de forma descompensada económicamente. La rehabilitación integral de los tejidos periféricos puede ser un antídoto para este problema. La ciudad es el ecosistema del ser humano a partir del siglo XXI y debe de ser lo más humana y equitativa posible.

En el siglo XX la ciudad creció a escala del automóvil olvidando la escala humana que durante siglos tuvo. La escala humana no está reñida con la densidad ni con la extensión de la misma, hasta ciertos límites. Se puede planificar una ciudad sana, ecológica y sostenible. Tenemos tecnología para ello. Podemos recuperar el espacio cedido al coche que vemos en la foto de Thomas Struth y devolvérselo al peatón, al árbol y otros sistemas de transporte más limpio y eficientes.

Debemos rehabilitar los edificios y transformarlos en productores de energías limpias que los suministren y también al resto de la ciudad. Crear espacios ciudadanos de calidad y viviendas sanas y confortables. Todo esto, incluida la autoproducción de energía puede crear una nueva economía más equitativa.

El mayor patrimonio del ciudadano es su casa y luego su barrio con los servicios comunes que también se deben de mejorar. La REI, Rehabilitación Energética Integral es una herramienta muy poderosa para mejorar la ciudad. Si lo hacemos mal y no pensamos en el ciudadano, éste perderá su calidad de vida, su cobijo, su alma urbana (la escala humana en la ciudad).

Toda esta transformación debe guiarse desde el eco-diseño. Ahorrando suelo, emisiones y desechos. La gran ciudad debe de dialogar con la naturaleza circundante, en Vitoria-Gasteiz tenemos un buen ejemplo con el anillo verde.

La rehabilitación integral de los edificios y de la ciudad debe de hacerse en un marco participativo del vecino y del ciudadano; que pasan de ser solo usuarios a ser partícipes conscientemente en el diseño de su ciudad.



Figura 1.3. Fotografía de Nueva York en 1954 de Thomas Struth.

1.3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS CONCRETAS DEL LUGAR - ORIENTACIÓN

En la Guía Azala 1 definimos unas zonas climáticas en Euskadi, referidas al CTE-HE 1, que dividía nuestro territorio en 4 zonas climáticas C1, D1, D2 y E1.

Se debe de analizar también el clima concreto del lugar, con los datos más fiables. Las temperaturas, humedad relativa, pluviometría, vientos dominantes. Dentro de la ciudad debemos analizar la ubicación concreta respecto a otros edificios y la radiación solar a lo largo del año. No es el objeto de esta guía, pero no queremos dejar de insistir en la importancia del análisis climático, ya que las medidas de eficiencia energética deben de dar respuesta a un clima y a una situación geográfica y topográfica concretas. Dentro de este análisis climático es muy importante la orientación, sombras y radiación recibida por el edificio ya que estos aspectos influían directamente en la demanda y en el confort.

Quizá la orientación sea uno de los aspectos más relevantes a estudiar ante el reto de una rehabilitación energética integral. El soleamiento influye enormemente en la captación de calor, en el sobrecalentamiento y en la producción de las instalaciones activas. Se deben de tener en cuenta los sombreamientos fijos de los edificios y los cambiantes debidos al arbolado.

La disposición en planta del edificio respecto al sol es determinante ante la redacción de un proyecto. Aquí mostramos la orientación de los seis casos del estudio. Se observa que las fachadas que tienen más superficie de fachada hacia el sur tienen más capacidad de captación, así mismo las que tienen exposición hacia el oeste deben de proyectar protecciones solares verticales para evitar el sobrecalentamiento.

1.3.3 PARÁMETRO SOCIAL – RÉGIMEN DE USO – TIPOS DE FAMILIA

Dentro de la SOSTENIBILIDAD, su componente social es cada vez más importante. La rehabilitación energética integral debe de tener un componente primero social y luego energético. Todo lo que estamos estudiando tiene como objetivo mejorar la vida de las personas. El tejido urbano va a ser el 90 % del hábitat humano. Muchas de las rehabilitaciones se ejecutan con los vecinos viviendo durante la obra y ellos son los promotores de la obra y a la vez los clientes finales. La comunicación y transparencia son muy importantes. La participación ciudadana a nivel de barrio es el motor de una rehabilitación generalizada.

La rehabilitación mejora el edificio y su entorno cercano de barrio. Esta mejora no solo es social y urbanística, sino también económica ya que produce una revalorización del edificio y del barrio. La actividad económica que produce la obra crea empleo local, además un empleo verde, ya que está enfocado a reducir emisiones.

Además de estudiar el estado actual de la envolvente y las instalaciones debemos de analizar el régimen de uso de las viviendas. Este estudio tiene un componente social enorme ya que se trata de la vida de la gente. Los modos de vida y los tipos de familia están cambiando continuamente. Como explicaremos más adelante se toma un tipo de familia e función de los datos estadísticos de Eustat en Euskadi.

1.3.4 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS – RELACIÓN VANO/HUECO

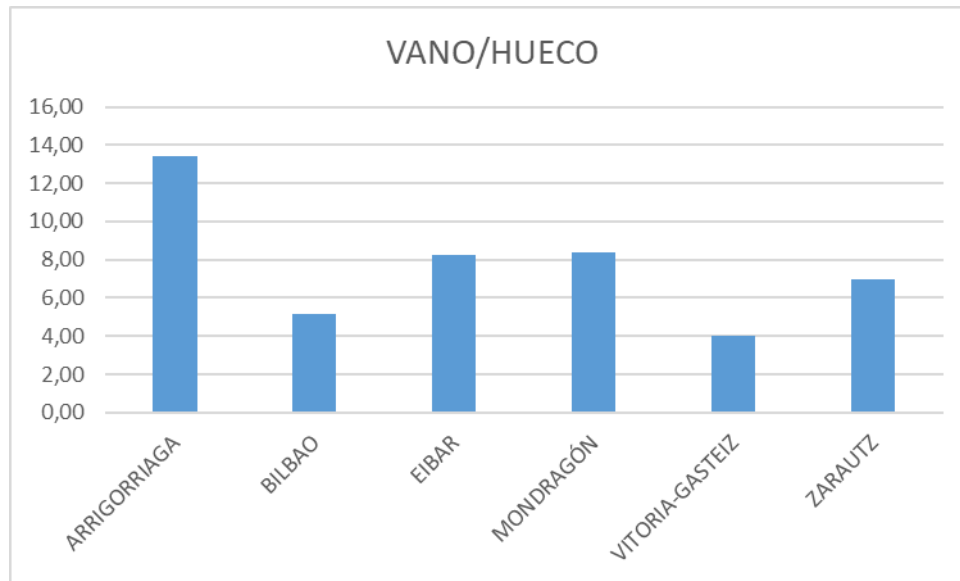
Actuales y futuros. Nos referimos a los actuales como los que hemos utilizado en los ejemplos concretos estudiados y los futuros a todo el abanico de sistemas que se están empezando a utilizar en otros países o que se están sacando al mercado, tanto en el campo de las envolventes como en el de las instalaciones. La monitorización y domotización están en un capítulo aparte.

El sistema constructivo antiguo, empleado en esos edificios del periodo desarrollista, está basado en estructuras de muro de carga, pórticos de hormigón armado o mixtas. Las envolventes son de una o dos hojas sin aislamiento

Los sistemas de rehabilitación energética de la envolvente actuales, que se han empleado en los casos de estudio de esta Guía son básicamente el SATE y la “Fachada Ventilada”.

Son muy importantes los sistemas empleados en las carpinterías y la relación vano/hueco que influye en el precio y en la captación solar o pérdidas.

Mostramos en este gráfico la relación vano/hueco de los seis casos de estudio.



Otros sistemas futuros se plantean el capítulo 5. Tal y como dice textualmente la Directiva Europea 31/2010: “de fomentar la seguridad del abastecimiento energético, el desarrollo tecnológico y de ofrecer oportunidades de empleo y desarrollo regional”.

1.3.5 PARQUE EDIFICADO – PATOLOGÍAS DETECTADAS EN LAS ITEs:

La finalidad de las ITEs es:

- Conocer las características constructivas y su estado.
- Las patologías que puedan afectar al edificio.
- Toma de datos de la envolvente.
- Toma de datos de instalaciones.
- Evaluación de Eficiencia Energética.
- Informar sobre las condiciones de accesibilidad.

El marco legal de las Inspecciones Técnicas de los Edificios en la Comunidad Autónoma del País Vasco es el siguiente:

- Decreto 117/2018 sobre las inspecciones técnicas del edificio en la Comunidad Autónoma del País Vasco (BOPV 171 del 5 de septiembre 2018)
- Ley 3/2015 de vivienda (BOPV 119 del 26 de junio 2015)
- Ley 2/2006 del suelo y urbanismo (BOPV 138 del 20 de Julio de 2006)

PATOLOGÍAS DETECTADAS EN INSPECCIONES TÉCNICAS DE EDIFICIOS.

Volviendo a la famosa frase de Lord Kelvin: “Lo que no se puede medir, no se puede mejorar”. La aplicación normativa de la Inspección Técnica de los Edificios es una vía de conocimiento científico de la realidad edificatoria dentro de un marco energético, constructivo y social.

La inspección y catalogación en un plataforma abierta y transparente, como Euskoregite, de los edificios de más de 50 años en Euskadi, es un paso decisivo hacia la adecuación del mismo a los nuevos tiempos y la consiguiente mejora social.

Además de los aspectos constructivos, estructurales y relacionados con las instalaciones la ITE estudia la accesibilidad universal que es un asunto eminentemente social. Otro aspecto importante es la calificación energética, que clasifica al edificio en función de su eficiencia energética. Midiendo la eficiencia energética de los edificios podemos mejorarlos y conseguir reducir sus emisiones.

Las ITEs son las llaves para iniciar una rehabilitación energética integral del antiguo parque edificatorio. Prueba de esto es que todos los casos de estudio padecían de patologías susceptibles de ejecutar obras derivadas de ITEs. Las Inspecciones técnicas de los edificios son fundamentales de cara a fomentar la REI (Rehabilitación Energética Integral). Ya que mejora la seguridad, habitabilidad, accesibilidad y eficiencia energética. El hecho de que un edificio padezca patologías como desprendimientos, goteras, humedades etc. constituye una sinergia ante el proceso de rehabilitación energética.

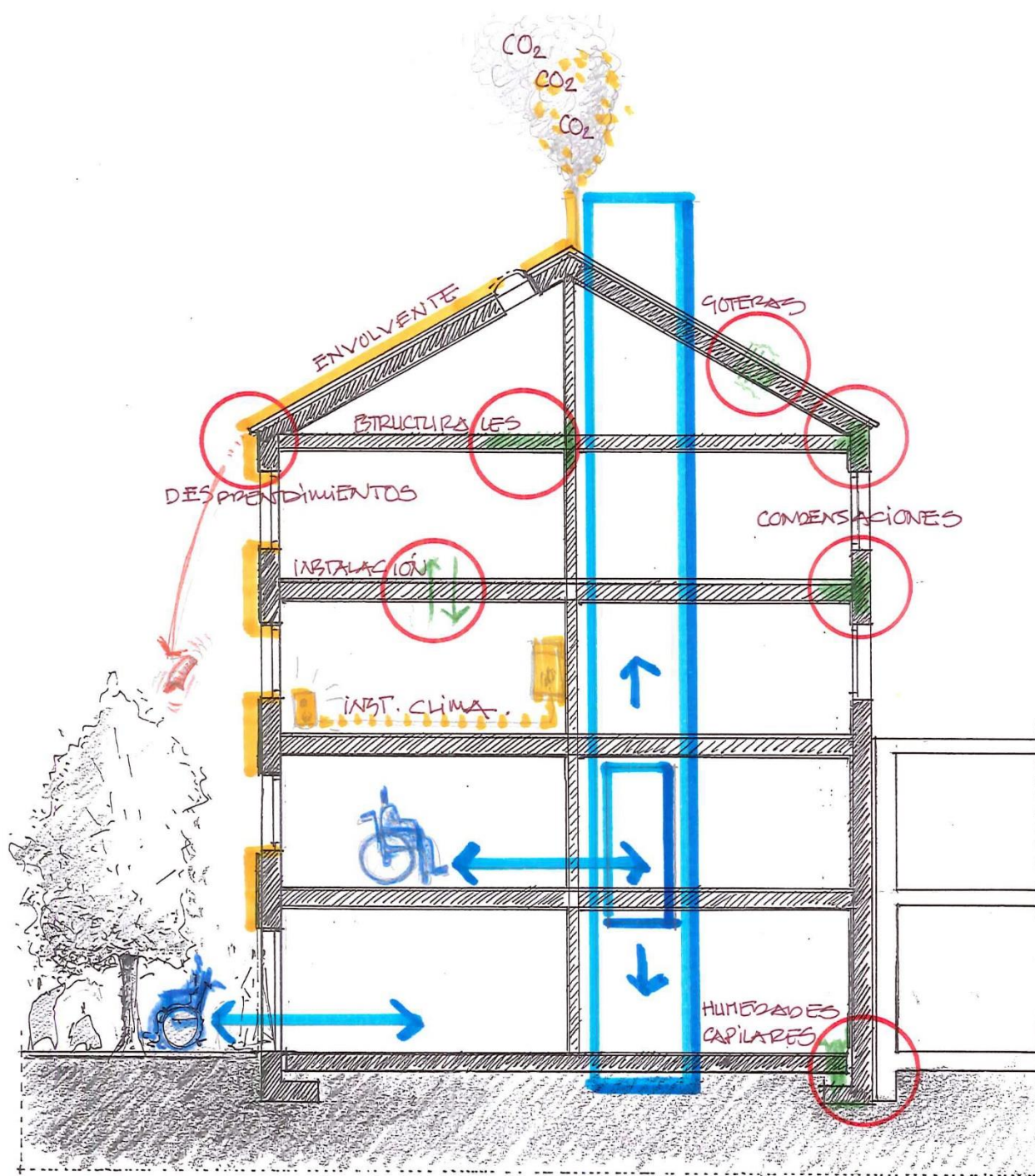


Figura 1.4. Croquis de Ramón Ruiz-Cuevas, sección edificio tipo y sus deficiencias.

(Fuente: elaboración propia)

1.3.6 AYUDAS Y FINANCIACIÓN

A.- AYUDAS ESTATALES

Las obras de rehabilitación energética y accesibilidad son costosas y en muchos casos los propietarios tienen rentas bajas y no pueden asumir los gastos sin ayudas y financiación. Esta financiación está justificada dada la revalorización del precio de las viviendas y la reducción del gasto energético mensual tras la rehabilitación. Se han incrementado mucho las ofertas de financiación. En cuanto a las ayudas públicas mostramos un listado con enlaces. Estas ayudas están en continua modificación y actualización por lo que puede que esta información quede obsoleta.

1. IDAE (INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA).

Tel. 913.146.673

URL: <http://www.idae.es/>

Programa PAREER-CRECE.

B.- AYUDAS AUTONÓMICAS

2. GOBIERNO VASCO. DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA

Subvenciones a ayuntamientos y entidades locales menores, y entidades privadas con fines sociales de utilidad pública, para la elaboración o actualización de planes de accesibilidad y para la ejecución de obras de mejora que garanticen la accesibilidad en el entorno urbano y de las edificaciones.

URL: <http://www.euskadi.eus/accesibilidad/2018/web01-tramite/es/>

3. GOBIERNO VASCO. ETXEBIDE. (Servicio Vasco de Vivienda).

Tel. 012

URL: <http://www.etxebide.euskadi.eus/x39-contreha/es>

Programa de ayudas en materia de rehabilitación eficiente de viviendas y edificios para la elaboración de proyectos de intervención en el patrimonio edificado.

Objetivo: Mejorar las condiciones de accesibilidad, seguridad frente a incendios y eficiencia energética en edificios agrupados configurando bloques o manzanas edificatorias que incluyan al menos un lado de la misma y cuyo uso principal sea la vivienda.

URL: http://www.etxebide.euskadi.eus/x39-contgen/es/contenidos/informacion/ayud_rehab_renove/es_etxecont/ayud_rehab_eficient.html

Programa de ayudas a particulares y comunidades de propietarios para la rehabilitación de edificios y viviendas.

Objetivo: Apoyar las obras de rehabilitación de particulares y comunidades de vecinos para mejorar la habitabilidad, permitir el acceso a personas con discapacidad y reducir el consumo energético.

URL: http://www.etxebide.euskadi.eus/x39-contgen/es/contenidos/informacion/ayud_rehab_renove/es_etxecont/ayud_part_comuni.html

Ayudas Inspección Técnica del Edificio. Se incluirán dentro del presupuesto protegible de las ayudas del Plan RENOVE los costes de redacción del informe de Inspección Técnica de Edificios (ITE).

EVE (Ente Vasco de la Energía).

Tel. 944.035.600

C.- AYUDAS MUNICIPALES

1. DONOSTIAKO ETXEGINTZA (PARVISA)

Tel. 943.483.494

URL: <https://www.donostia.eus>

2. ARRASATE - MONDRAGÓN.

Tel. 943.252.000.

URL: <http://www.arrasate.eus/es>

3. DEBA. COMARCA. (DEBEGESA): DEBA, EIBAR, ELGOIBAR, MENDARO, MUTRIKU, SORALUZE

URL: <http://www.debegesa.eus/es/ciudadania/ayudas-y-subvenciones>

4. ERRENTERIA.

Tel. 943.449.614.

Ayudas sobre los impuestos de la obra de rehabilitación:

URL: <https://ssl4.gipuzkoa.net/castell/bog/2016/12/22/c1608535.pdf>

5. IKAZTEGIETA.

Tel. 943.653.329.

Aprobación inicial de la Ordenanza Municipal reguladora de la concesión de subvenciones para la instalación de ascensores.

URL: <https://ssl4.gipuzkoa.net/castell/bog/2017/04/04/c1702257.pdf>

6. IRUN. (IRUNVI)

Tel. 943.505.720.

URL: <http://www.irun.org/irunvi/caste/index.asp>

Bases del Proyecto k-Biziak-Ayudas a la Rehabilitación, por las cuales se regula el procedimiento de concesión de ayudas para la rehabilitación de locales comerciales en Irun.

URL: <https://ssl4.gipuzkoa.net/castell/bog/2017/04/11/c1702417.pdf>

7. OARSOALDEA.

Tel. 943.494.129.

URL: <http://www.oarsoalde.eus/eu/oarsoalde/eskualdeko-garapen-agentzia/sailak/hiri-berriztapena-eta-mugikortasuna>

8. TOLOSA. (ERRETENGIBEL Recursos).

Tel. 943.670.892

URL: <http://tolosa.eus/index.php/eu/hasiera-orria-2/531-estaticos-espas%3B1ol/municipio/informaci%3Bn-pr%3BA1ctica/recursos/erretengibel-es/720-erretengibel-recursos.html>

9. URRETXU

Tel. 943.038.080.

Ordenanza reguladora de las Bases para la concesión de ayudas de rehabilitación de fachadas en edificios situados en el barrio Aparicio de Urretxu.

URL: <https://ssl4.gipuzkoa.net/castell/bog/2017/04/25/c1702680.pdf>

10. VILLABONA.

Tel. 943.692.100.

Convocatoria y bases reguladoras para la concesión de subvenciones para intervenciones de reforma, conservación y mantenimiento de edificios residenciales.

URL: <https://ssl4.gipuzkoa.net/castell/bog/2017/04/06/c1702333.pdf>

11. BILBAO. SURBISA

Tel. 944.159.955.

URL: <http://www.bilbao.eus/Surbisa>

12. VITORIA-GASTEIZ.

Tel. 945.161616

Ayudas a la rehabilitación de viviendas y edificios residenciales en el municipio de Vitoria-Gasteiz.

URL: https://sedeelectronica.vitoria-gasteiz.org/j3001s/contenidoAction.do?uid=trami_24&locale=es&idioma=es

Ensanche 21 - Ayudas a la rehabilitación

URL: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u14c97e7a_162346cc0e1_7f1d

13. OTROS MUNICIPIOS

Sociedades Urbanísticas de Rehabilitación en la CAPV:

URL: http://www.etxebide.euskadi.eus/x39-contpest/es/contenidos/informacion/esquema_ayudas_capv_2/es_def/index.shtml

2 METODOLOGÍA A EMPLEAR EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A REALIZAR

INTRODUCCIÓN

El método consiste en analizar los resultados de la monitorización, los costes de la construcción y los sistemas constructivos empleados en la envolvente de un conjunto de 6 rehabilitaciones energéticas del Plan Revive 2012 del Gobierno Vasco. El objeto de dicha comparativa es la búsqueda de conclusiones sobre los métodos constructivos que obtengan más eficiencia a menor precio.

Se seguirá el siguiente método de recopilación de datos, para cada uno de los casos de estudio:

- Análisis de la demanda de cada edificio previa a la rehabilitación. Se estima en función del certificado energético. Se descarta realizar esta estimación a partir de las facturas de consumo de los propietarios al desconocerse el confort higo-térmico de las viviendas antes de la rehabilitación.
- Resumen de las actuaciones de eficiencia energética.
- Demanda energética de calefacción de cada vivienda en kWh/m²/año.
- Temperatura media mensual.
- Humedad relativa media mensual, calidad de aire interior.
- Sobrecalentamiento, momentos en los que la vivienda está por encima de los 25°C y por lo tanto con ausencia de confort. Son las medidas pasivas las que impiden el sobrecalentamiento ya que las viviendas tipo no poseen refrigeración.
- Ahorro económico en las facturas de energía respecto a la estimación de demanda de energía final del certificado energético del edificio previo a la rehabilitación.
- Reducción de emisiones de CO₂ en KgCO₂/año respecto del certificado energético del edificio previo a la rehabilitación.

Se compararán los costes económicos de los distintos casos de estudio. A su vez se analizarán los resultados de la monitorización, cruzando los diferentes datos y en función de las distintas características constructivas y climáticas de los 6 casos, se establecen conclusiones con el objetivo de mejorar en las rehabilitaciones futuras.

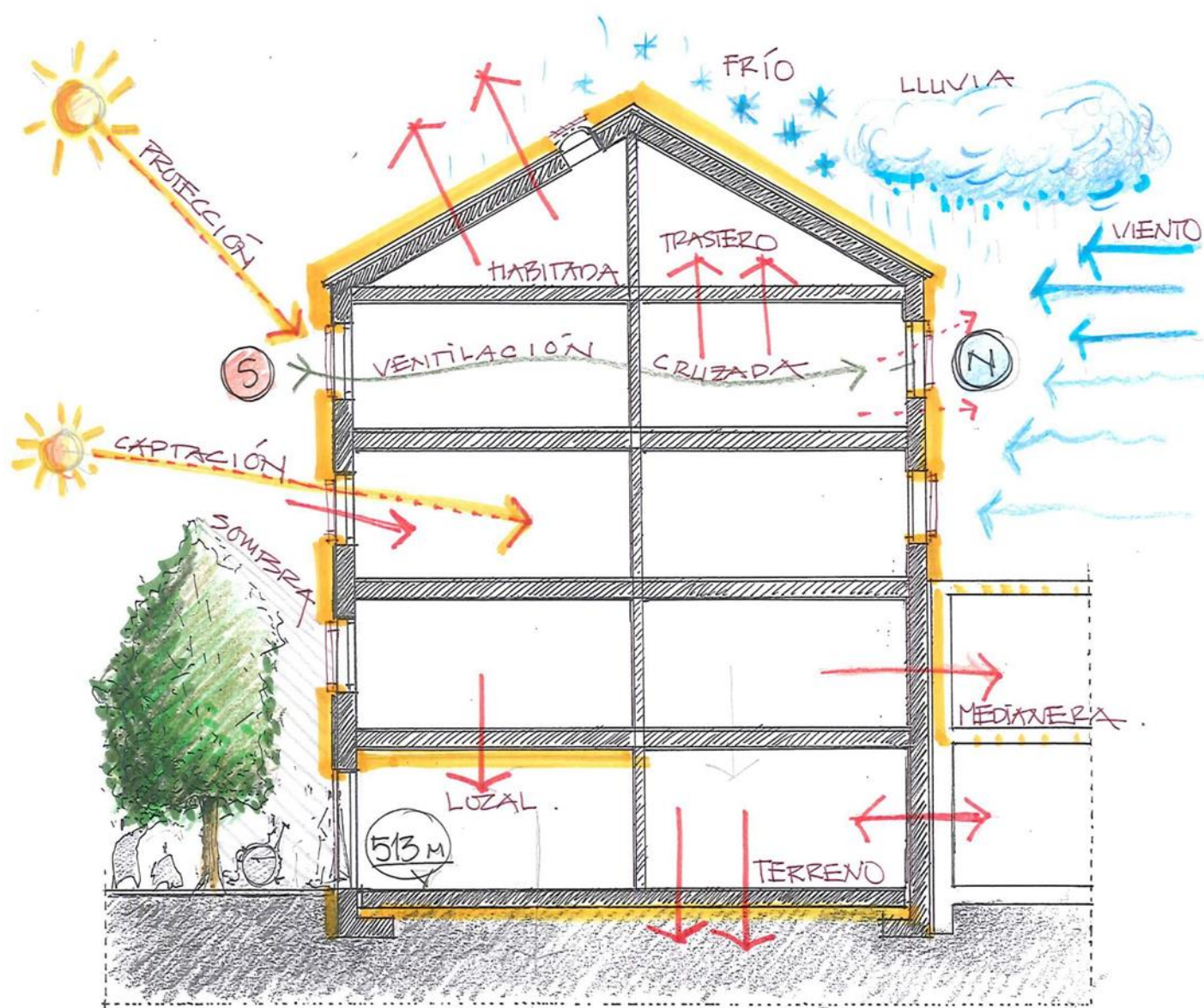


Figura 2.1. Croquis de Ramón Ruiz-Cuevas, sección edificio tipo y envolvente rehabilitada.

(Fuente: elaboración propia)

2.1 ESTABLECIMIENTO DE 6 CASOS DE ESTUDIO.

El estudio realizado en la Guía Azala sobre las envolventes y los edificios del periodo desarrollista en Euskadi (años 50, 60 y 70), los datos de monitorización y costes de construcción de los 6 casos de estudio de los ejemplos del plan revive 2012, sirven de referencia comparativa para el trabajo de investigación.

Tenemos los datos de monitorización. Son distintas ubicaciones geográficas y diferentes tipologías formales por lo que el estudio comparativo puede aportar nuevas conclusiones a nuestro trabajo de investigación.

A-Lo primero será hacer una “fotografía” del estado actual (previo a la rehabilitación) con sus características tipológicas, constructivas, energéticas etc. Describiendo someramente su situación, edad, características y patologías. Podemos añadir una foto, plano de planta y plano de sección.

B-Se hará otra “fotografía” del estado reformado describiendo brevemente las actuaciones en la envolvente y en las instalaciones. Podemos añadir una foto, plano de planta y plano de sección.

C-Se compararán los costes constructivos de la envolvente con y sin andamios y se analizarán por tipologías y distintos materiales de aislamiento y acabados. Se pueden comparar distintos precios: €/viv. total; €/viv. envolvente; €/m2 de fachada Se podrán descontar las ventanas o analizarlas por separado. El objetivo es obtener datos sencillos que se puedan comparar entre los 6 casos de estudio.

D-Se comparan los datos energéticos de la monitorización. Si tenemos los consumos anteriores, la mejora obtenida, discriminar los datos de cal. y poder comparar los consumos en función de las distintas soluciones. También analizar los consumos en función de la tipología y geometría del edificio, ya que no es lo mismo entre medianeras o si esta sobre un porche o tiene locales calefactados debajo....Por eso es importante hacer esa descripción previa del edificio y conocer los 6 casos para poder calibrar su comparativa.

Luego cruzaremos los distintos resultados con los precios de las diferentes soluciones y analizaremos cuales son las mejores soluciones y la más asequibles.

Los parámetros de estos casos de estudio son muy comunes y repetitivos dentro del parque edificado de este periodo. Los describimos someramente a continuación:

Vamos a estudiar solo estos 6 casos:

- 2.1.1. Rehabilitación integral de la envolvente en edificio de viviendas

c/ LEPANTO nº 5. 48480 ARRIGORRIAGA

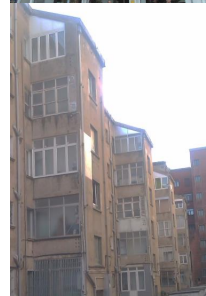
Arquitectos: PABLO PRIETO SAINZ Y ROBERTO J. PLAZA CASTRILLO



- 2.1.2. Proyecto de rehabilitación integral con criterios de eficiencia energética y accesibilidad

PLAZA CORAZÓN DE MARÍA, 2 – 9. BILBAO

Arquitectos: M.V. MORRAS ZUAZO – FRANCISCO GARCÍA



- 2.1.3. Reforma de edificio

c/ TXALTA ZELAI nº 2 EIBAR

Arquitectos: IÑAKI ANSOLA



- 2.1.4. Rehabilitación del barrio de Makatzena.

c/ MAKATXENA Nº2 ARRASATE-MONDRAGÓN

Arquitectos: GARBIÑE ERRASTI – JOXE OLEAGA (LKS)



- 2.1.5. Rehabilitación energética integral de 30 viviendas en 3 portales

c/LAGUARDIA 2,4 Y 6 DEL BARRIO DEL ZARAMAGA EN VITORIA-GASTEIZ

Arquitectos: LUZ y ESPACIO – IMV ARQUITECTOS

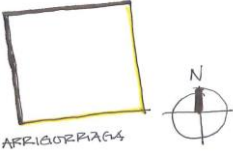


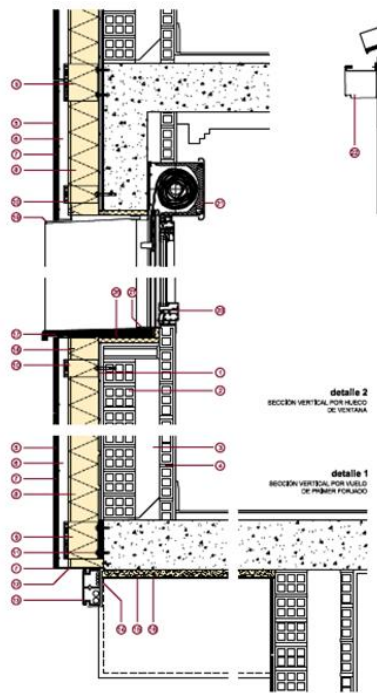
- 2.1.6. Rehabilitación integral de edificio

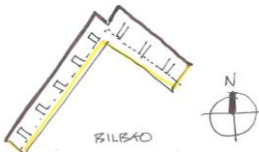
c/ IXPILLA Nº 2, ZARAUZ.

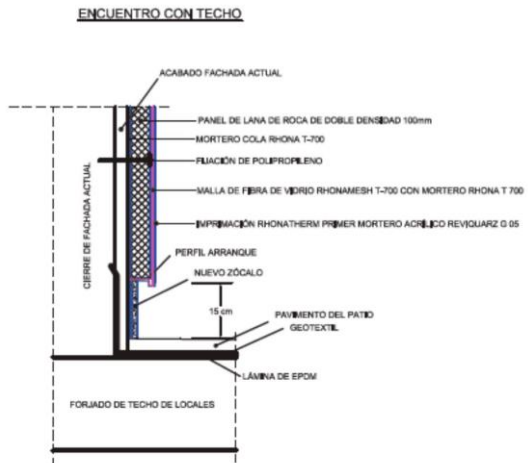
Arquitectos: MARÍA HERNANDEZ RUIZ

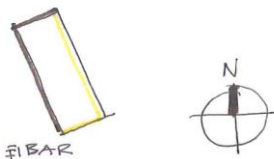


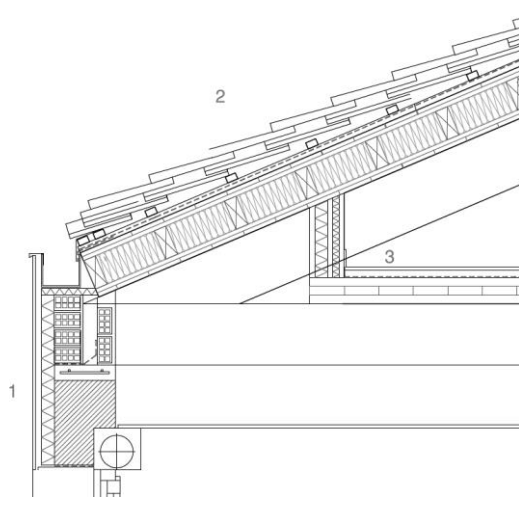
2.1.1. ANTES	Rehabilitación integral de la envolvente en edificio de viviendas c/ LEPANTO nº 5. 48480 ARRIGORRIAGA Arquitectos: PABLO PRIETO SAINZ Y ROBERTO J. PLAZA CASTRILLO	
ESTADO ACTUAL		 Fotografía 10: Desprendimiento de revestimiento de mortero en viga de canto de cubierta  Fotografía 11: Frente de balcones de fachada principal. Se observa la degradación del hormigón en torno a los anclajes de las barandillas
Orientación 		
Tipología Edificatoria:	Bloque aislado en pendiente pronunciada	
Usos Compositivos:	PB + 8 En fachada oeste en fachada este 7 alturas (37 viviendas)	
Edad del Edificio:	1973 (40 años al rehabilitar)	
Zona Climática:	C1	
Calificación Energética:	E: 41,27 (kgCO²/m² año)	
Estructura:	Hormigón 150 kg/cm²: Vigas de canto de 55cm y forjados unidireccionales de viguetas in situ y bovedilla cerámica de 15cm	
Envolvente EXISTENTE		
Fachada	1/2 asta hueco doble 11cm + 10cm de cámara + 7cm de l.h.s	(transmitancias): 1,43-1,89 W/m².K
Carpinterías	De 37 viv 9 madera originales vidrio sencillo 3 Aluminio vidrio sencillo 14 Aluminio RPT doble acristalamiento y 11 PVC doble acristalamiento	1.41 W/m².K
Cubierta	inclinada a 4 aguas de tablero cerámico de rasillón apoyado en tabiques aligerados y material de cubrición de teja cerámica sobre un enlistonado. A los 25 años se introdujo una capa de poliuretano proyectado en el espacio bajo teja.	1.16 W/m².K
Instalaciones:	Las instalaciones son, en 24 viviendas, calderas de gas de unos 20,4 kW de potencia con unos rendimientos que oscilan, por término medio, en torno al 90,2 %. Los 13 restantes mediante acumuladores eléctricos de bajo consumo. El agua caliente sanitaria 26 utilizan termos o calderas de gas y 11 termos eléctricos.	

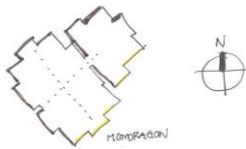
2.1.1. DESPUÉS		Rehabilitación integral de la envolvente en edificio de viviendas c/ LEPANTO nº 5. 48480 ARRIGORRIAGA Arquitectos: PABLO PRIETO SAINZ Y ROBERTO J. PLAZA CASTRILLO	
Patologías anteriores:		"estado aceptable": Desprendimiento del revestimiento cerámico (necesidad de actuar) Lesiones en frentes de forjado por oxidación de barandillas metálicas de balcones. Existencia de puentes térmicos y aparición de condensaciones.	
Instalaciones por fachada:		Gas telefonía y telecomunicaciones.	
Edificio Existente accesible?		Sí pero portal no accesible, desnivel 17 cm y un tramo de escaleras de 1,03 con 6p.	
INTERVENCIÓN:			
Presupuesto:		576.476,35€ (Reparaciones: >4.461,97€) Subvencionable: 516.059,95€	
Reparaciones en general		Frentes de forjado repicando, pasivizar y mortero estructural. 5 tejas rotas	
Envolvente REFORMADO		(transmitancias):	
Fachada	sistema de fachada ventilada(MW 12cm) + SATE (EPS 8cm) en paños interiores de balcones (mortero aislante en balcones).	0,38 W/m² K /	
Carpinterías	Sustituyen todas las ventanas de vidrio sencillo	1,4 W/m² K	
Cubierta	Aislamiento de cubierta en el bajo cubierta	0,39W/m²K	
Instalaciones:		Cambiar los termos eléctricos por calderas de fas y acumuladores eléctricos de calefacción por radiadores conectados a la vivienda.	
Accesibilidad		plataforma elevadora en el portal.	
Calificación Energética:		C: 14,95 (kgCO2/m2 año)	
ESTADO REFORMADO		 	

2.1.2. ANTES	Proyecto de rehabilitación integral de eficiencia energética y accesibilidad PLAZA CORAZÓN DE MARÍA, 2 – 9. BILBAO Arquitectos: M.V. MORRAS ZUAZO – FRANCISCO GARCÍA	
ESTADO ACTUAL	 	
Orientación 		
Tipología Edificatoria:	Bloque Exento forma de L	
Usos Compositivos:	PB + 5 (71viviendas: 10 del portal 6, 17 del portal 7 y 22 portales 8 y 9)	
Edad del Edificio:	1957_(56 años al rehabilitar)	
Zona Climática:	C1	
Calificación Energética:	F: 50,91 (kgCO²/m² año)	
Estructura:	Hormigón y madera en 5º planta /Zapatas aisladas: Hormigón	
Envolvente EXISTENTE		
Fachada	Ladrillo caravista / aplacado sobre hoja de ladrillo / Morteros sobre hoja de ladrillo.	(transmitancias): 1,69 W/m².K
Carpinterías	Mixtas	5,70 W/m².K
Cubierta	Inclinada de teja	1,19 W/m².K
Instalaciones:	En la actualidad hay instaladas 23 calderas (1condensación) con suministro de gas.	

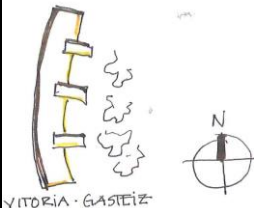
2.1.2. DESPUÉS		Proyecto de rehabilitación integral de eficiencia energética y accesibilidad PLAZA CORAZÓN DE MARÍA, 2 – 9. BILBAO Arquitectos: M.V. MORRAS ZUAZO – FRANCISCO GARCÍA	
Patologías anteriores:		Filtraciones en Bajo cubierta, estructura de madera en 5ª planta desconsolidada, pasarela de servicio de BajoCubierta deteriorada. Deficiencias en bajantes	
Instalaciones por fachada:		Patios pluviales y fecales	
Edificio Existente accesible?		No	
INTERVENCIÓN:			
Presupuesto:		2.545.464,74 €	
Reparaciones en general		Madera del Bajo Cubierta y Bajantes de Saneamiento y fecales.	
Envolvente REFORMADO		(transmitancias):	
Fachada	En fachada principal y testeros relleno de cámaras (EPS 10cm) y forro de huecos y forjados de 1 y 2 planta con mortero térmico (2cm). En fachada trasera SATE (MW 10cm) Proyectado de 4cm de mortero térmico en techo de soportales y balcones.		0,73 W/m².K
Carpinterías	Sustitución de la carpintería exterior por carpintería de PVC.		1,4 W/m2.K
Cubierta	Sustitución de teja actual por una plana con doble enrastrelado, reparación de pesebres y sustitución de bajantes.		0,33 W/m2.K
Instalaciones:		Sustitución de calderas antiguas por condensación e instalación de energía solar térmica para calentamiento de ACS. Mochetas para las bajantes con el sistema de aislamiento..	
Accesibilidad		Portales 2 a 6 demoler escaleras y volarlas en fachada trasera para instalación de ascensor. Portales 7 al 9 se instalará un ascensor en el hueco de los tendederos de dos de las viviendas de cada planta.	
Calificación Energética:		C: 14,9 (kgCO2/m2 año)	
ESTADO REFORMADO		 	

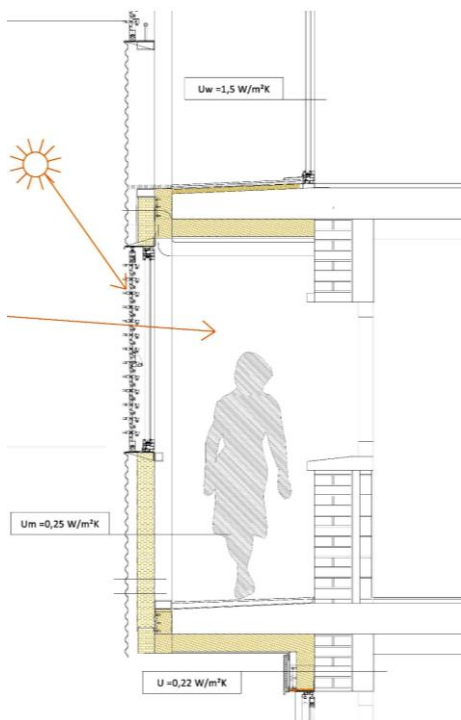
2.1.3. ANTES		Reforma de edificio c/ TXALTA ZELAI nº 2 EIBAR Arquitectos: IÑAKI ANSOLA	
ESTADO ACTUAL			
Orientación			
			
Tipología Edificatoria:		Edificio Exento	
Usos Compositivos:		Viviendas	
Edad del Edificio:		1944(70 años al rehabilitar)	
Zona Climática:		C1	
Calificación Energética:		E: 44.56 (kgCO ² /m ² año)	
Estructura:		Muros de carga de ladrillo y pilares, forjados, escalera y cubierta de madera.	
Envolvente EXISTENTE		(transmitancias):	
Fachada	construido mediante muros de carga de ladrillo recubierto de raséo de mortero de cemento.	1.37 W/m ² .K	
Carpinterías	Carpintería metálicas, madera y PVC	3.30 W/m ² .K	
Cubierta	cubierta de estructura de madera con cubrición de tejas de hormigón.	3.46 W/m ² .K	
Instalaciones:		Calderas de gas	

2.1.3. DESPUÉS	Reforma de edificio c/ TXALTA ZELAI nº 2 EIBAR Arquitectos: IÑAKI ANSOLA	
Patologías anteriores:	No se recogen patologías existentes.	
Instalaciones por fachada:	Electricidad y saneamiento.	
Edificio Existente accesible?	Edificio existente no accesible.	
INTERVENCIÓN:		
Presupuesto:	203.983,67€	
Reparaciones en general	Aislamiento y rehabilitación de fachada y cubierta. Mejora de accesibilidad	
Envolvente REFORMADO		(transmitancias):
Fachada	La fachada se resolverá principalmente mediante un sistema ventilado de placas de hormigón polímero de 14 mm de espesor tipo Vanguard de ULMA	0,33 W/m².K
Carpinterías	base de hojas fijas, batientes, oscilobatientes y oscilorrederas de aluminio lacado con RPT que se detallan en los planos de carpintería.	1,85 W/m².K
Cubierta	Aislamiento térmico formado por tablero de fibra de madera de 6cm. de espesor y la teja cerámica plana	0,20 W/m².K
Instalaciones:	Placas solares y sistema de ventilación.	
Accesibilidad	Mejora de accesibilidad	
Calificación Energética:	B:12,1 (kgCO2/m2 año)	
ESTADO REFORMADO		

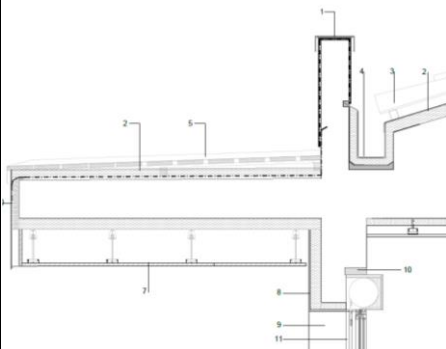
2.1.4. ANTES		Rehabilitación del barrio de Makatzena. c/ MAKATXENA Nº2 ARRASATE-MONDRAGÓN Arquitectos: GARBIÑE ERRASTI – JOXE OLEAGA (LKS)	
ESTADO ACTUAL		 	
Orientación 			
Tipología Edificatoria:		Bloque aislado	
Usos Compositivos:		Vivienda	
Edad del Edificio:		1968 (45 años al rehabilitar)	
Zona Climática:		C1	
Calificación Energética:		E:(41 kgCO ² /m ² año)	
Estructura:		Estructura de hormigón	
Envolvente EXISTENTE			
Fachada		La fachada se compone de doble hoja de ladrillo con cámara de aire de 10 cm sin ventilar y revestimiento de mortero monocapa por el exterior.	
Carpinterías		Las carpinterías originales son de madera. Sin embargo, existen carpinterías metálicas o de PVC correspondientes a reformas posteriores.	
Cubierta		Cubierta de teja	
Instalaciones:		Saneamiento, eléctricas, telefonía y gas propano.	

2.1.4. DESPUÉS		Rehabilitación del barrio de Makatzena. c/ MAKATXENA Nº2 ARRASATE-MONDRAGÓN Arquitectos: GARBIÑE ERRASTI – JOXE OLEAGA (LKS)	
Patologías anteriores:		Humedades de infiltración y desprendimientos en los encuentros entre la carpintería y los muros.	
Instalaciones por fachada:		Saneamiento, electricidad y gas propano.	
Edificio Existente accesible?		Edificio existen no accesible	
INTERVENCIÓN:			
Presupuesto:		2.827.955,68€	
Reparaciones en general		Aislamiento y rehabilitación de fachada y cubierta. Mejora de accesibilidad	
Envolvente REFORMADO		(transmitancias):	
Fachada	Mortero de resinas, aislamiento poliestireno 8cm, raseo hidrófugo.	0,35 W/m².K	
Carpinterías	Carpinteria de PVC	2,88 W/m².K	
Cubierta	Teja de hormigón, lamina impermeabilizante transpirable, cámara de aire, aislamiento poliestireno expandido 5cm entre dobles rastreles, forjado existente (Forjado unidireccional con entrevigado cerámico de 15 cm)	0,56 W/m².K	
Instalaciones:		Saneamiento, electricidad y gas.	
Accesibilidad		Mejora de accesibilidad	
Calificación Energética:		C: 22 (kgCO2/m2 año)	
ESTADO REFORMADO		 FABRICA DE LADRILLO HUECO SIMPLE EXISTENTE CAMARA DE AIRE FABRICA DE LADRILLO HUECO DOBLE EXISTENTE MONOCAPA EXISTENTE MORTERO ADHESIVO INORGANICO AISLAMIENTO POLIESTIRENO EXPANDIDO U 0,037 W/(mk) e= 8 cm (AISLAMIENTO + ACABADO B-S2,d0) REFUERZO DE MALLA DE VIDRIO ROVOQUE DE MORTERO DE RESINAS FORJADO EXISTENTE MORTERO ADHESIVO INORGANICO AISLAMIENTO POLIESTIRENO EXPANDIDO e= 8 cm (AISLAMIENTO + ACABADO REFUERZO DE MALLA DE VIDRIO ROVOQUE DE MORTERO DE RESINAS GOTERON DE PVC	

2.1.5. ANTES		Rehabilitación energética integral de 30 viviendas en 3 portales c/LAGUARDIA 2,4 Y 6 DEL BARRIO DEL ZARAMAGA EN VITORIA-GASTEIZ Arquitectos: LUZ y ESPACIO – IMV ARQUITECTOS	
ESTADO ACTUAL			
Orientación			
			
Tipología		Bloque horizontal exento de 3 portales de B+4 +BC.	
Edificatoria:			
Usos		En las 5 plantas hay dos viviendas por planta y en la bajo cubierta están los trasteros. La	
Compositivos:		planta baja está formada por 2 viviendas en cada portal	
Edad del Edificio:		1960 (55 años al rehabilitar)	
Zona Climática:		d1	
Calificación			
Energética:		E: 71,7 (kgCO ² /m ² año)	
Estructura:		hormigón armado y acabado en teja.	
Envolvente EXISTENTE		(transmitancias):	
Fachada	Pared compuesta de 35 cm. con un ladrillo cara vista, cámara y un ladrillo hueco doble.	1,11 W/m ² .K	
Carpinterías	De 37 viv 9 madera originales vidrio sencillo 3 Aluminio vidrio sencillo 14 Aluminio RPT doble acristalamiento y 11 PVC doble acristalamiento	W/m ² .K	
Cubierta	Inclinada a 4 aguas de tablero cerámico de rasillón apoyado en tabiques aligerados y material de cubrición de teja cerámica sobre un enlistonado. A los 25 años se introdujo una capa de poliuretano proyectado en el espacio bajo teja.	W/m ² .K	
Instalaciones:	En su mayoría calderas individuales de gas natural		

2.1.5. DESPUÉS	Rehabilitación energética integral de 30 viviendas en 3 portales c/LAGUARDIA 2,4 Y 6 DEL BARRIO DEL ZARAMAGA EN VITORIA-GASTEIZ Arquitectos: LUZ y ESPACIO – IMV ARQUITECTOS	
Patologías anteriores:	Tiene problemas de goteras....reflejado en las ITEs	
Instalaciones por fachada:	Gas telefonía y telecomunicaciones.	
Edificio Existente accesible?	No	
INTERVENCIÓN:		
Presupuesto:	576.476,35€ (Reparaciones: >4.461,97€) Subvencionable: 516.059,95€	
Reparaciones en general	Frentes de forjado repicando, pasivizar y mortero estructural. 5 tejas rotas	
Envolvente REFORMADO		(transmitancias):
Fachada	SATE de 14 cm de EPS y una fachada ventilada de 14 cm. de MW,	0,22W/m².K
Carpinterías	Aluminio, lacado RAL, provista de rotura de puente térmico, y con premarco. Permeabilidad al aire clase 3.	1,45 W/m².K
Cubierta	panel sándwich de 14 cm +una capa de MW de 6 cm	0,20 W/m².K
Instalaciones:	Si	
Accesibilidad	Si	
Calificación Energética:	A: 6 (kgCO2/m2 año)	
ESTADO REFORMADO		

2.1.6. ANTES		Rehabilitación integral de edificio c/ IXPILLA Nº 2, ZARAUTZ. Arquitectos: MARÍA HERNANDEZ RUIZ	
ESTADO ACTUAL			
			
Orientación			
Tipología Edificatoria:	tipología aislada		
Usos Compositivos:	Vivienda		
Edad del Edificio:	1970 (43 años)		
Zona Climática:	C1		
Calificación Energética:	G (108.83kgCO²/m² año)		
Estructura:	Estructura de hormigón		
Envolvente EXISTENTE		(transmitancias):	
Fachada	Doble hoja, fábrica de LHD colocado a ½ asta en la hoja exterior, cámara de aire y hoja interior de fábrica de LHS. La cara exterior de la fachada está revestida por elementos vítreos .	1.69 W/m².K 2.56 W/m2.K	
Carpinterías		2.70 W/m².K	
Cubierta	acabado en teja cerámica presenta zonas destejadas, y carece de aislamiento térmico	1.69 W/m².K	
Instalaciones:	Gas, agua, saneamiento.		

2.1.6. DESPUÉS	Rehabilitación integral de edificio c/ IXPILLA Nº 2, ZARAUTZ. Arquitectos: MARÍA HERNANDEZ RUIZ	
Patologías anteriores:	Desprendimientos de revestimiento vítreo. Pérdida de recubrimiento del hormigón en canto de vigas exteriores. Oxidación de armaduras. Abombamientos de fachada. Aparición de manchas de humedad.	
Instalaciones por fachada:	Gas y ventilación	
Edificio Existente accesible?	No	
INTERVENCIÓN:		
Presupuesto:	514.085,47 €	
Reparaciones en general	Soluciones constructivas para solventar patologías existentes tanto en cerramientos como en la estructura portante de hormigón armado, incluyendo actuaciones de optimización de instalaciones de producción de calor y renovación de aire en el edificio. Soluciones constructivas para incorporar ascensor en el núcleo de comunicación vertical.	
Envolvente REFORMADO		(transmitancias):
Fachada	FACHADA VENTILADA (Paneles Trespa, 2 cm Cámara de aire, 6 cm Lana ROCA doble densidad, Mortero de cemento, 12 cm Tabique L.H., 5 cm Cámara no ventilada, 4 cm Tabique L.H. 1 cm Enlucido de yeso	0.38 W/m².K
Carpinterías	Carpintería de aluminio modelo: Sistema RPT-60. Color gris. U= 2,8 W/m² K Hueco acristalamiento: 39mm, Permeabilidad al aire: CLASE 4	1.40 W/m².K
Cubierta	Teja mixta , aislamiento- Lana ROCA doble densidad 60 mm, FU entrevigado cerámico-canto (e=22cm)	0.39 W/m².K
Instalaciones:	Cambiar los termos eléctricos por calderas de fas y acumuladores eléctricos de calefacción por radiadores conectados a la vivienda.	
Accesibilidad	Plataforma elevadora en el portal.	
Calificación Energética:	C: (14,95 kgCO2/m2 año)	
ESTADO REFORMADO	 	

2.2 CLASIFICACIONES DE RÉGIMENES DE USO POR VIVIENDA (EDAD USUARIO ETC.)

el régimen de uso influye en el consumo de una vivienda, pero además de en este aspecto energético influye en otros aspectos sociales y económicos. Dentro de este estudio no se incluye el régimen de uso, pero hemos querido dar una pincelada sobre el mismo.

En el periodo desarrollista la mayoría de las familias eran del tipo “Nuclear con hijos” y los edificios se proyectaban repetitivamente, según este patrón con 2 o tres dormitorios. A lo largo del tiempo este modelo de familia ha evolucionado. Planteamos una serie de posibilidades de “familia” o modelo social de uso de las diferentes viviendas.

Hemos tomado datos de Eustat: *“El recuento y descripción de las familias de la C.A. de Euskadi se realiza utilizando diversas fuentes estadísticas. Por un lado, se efectúan recuentos de las familias mediante el Censo de Población y Vivienda; por otro lado, la operación Encuesta Demográfica (ED), de carácter inter-censal, ofrece información sobre la formación de las familias, el tamaño familiar y las preferencias sobre el número y el espaciamiento de los hijos e hijas, y numerosas características más utilizando el método de aproximación retrospectiva a los fenómenos demográficos.”* (Fuente: Eustat)

<http://www.eustat.eus/estad/temalista.asp?tema=165&tipo=3&opt=0&mas=&idioma=c&otro>

Además de las familias:

- 1-Nuclear con hijos
- 4-Ampliada
- 4-Polinuclear
- 4-Compuesta
- 5-Unipersonal
- 6-Nuclear sin hijos
- 7-Monoparental
- 8- Los pisos vacíos
- 2, 3 y 9- Locales viviendas como lugares de trabajo

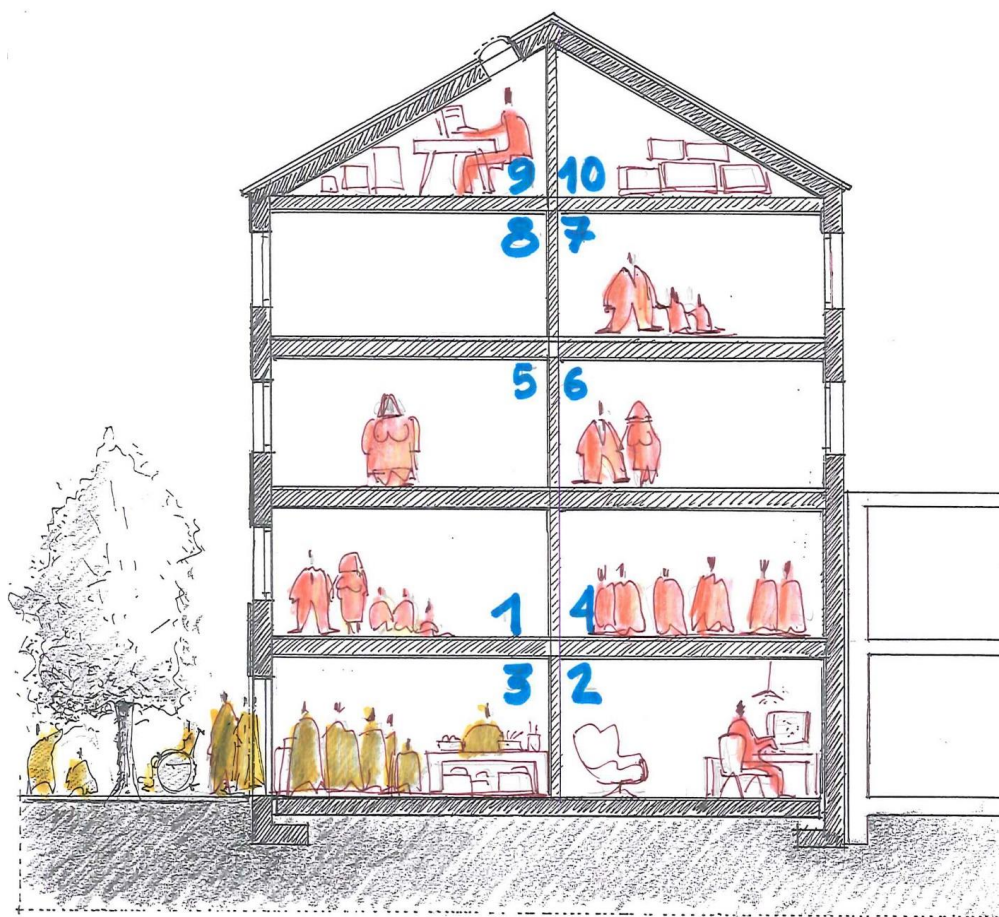


Figura 2.2. Croquis de Ramón Ruiz-Cuevas, sección edificio tipo y sus usos. (Fuente: elaboración propia)

Por otro lado, la población ha envejecido debido a la bajada de natalidad. Este es uno de los principales problemas de Euskadi. Las viviendas que se construyeron para una familia de tres o más hijos ahora en muchos casos se utilizan por una sola persona y están sobredimensionadas en cuanto a superficie total útil.

Tomando el ejemplo de Donostia, el 25% de la población es mayor de 65 años. En el 30% de las viviendas vive 1 persona solo. En otro 30% viven 2 personas, por lo que en el 60 % de solo viven 1 ó 2 personas.

Esto unido a la diversidad de “Familias” antes descrita hace que se deba hacer una reflexión sobre el tamaño y la flexibilidad del tamaño de los hogares. El modo de vida también influye la sostenibilidad de género ha hecho que las labores domésticas se compartan este hecho, junto con los diferentes hábitos como el teletrabajo hacen que las superficies de las distintas estancias sean susceptibles de variación. Por ejemplo, aumentar el tamaño de la cocina ya que se usa a la vez por ambos miembros de la pareja. O aumentar el número de aseos o segregar las viviendas en busca de un modelos más pequeño y adaptado a las necesidades actuales.

El envejecimiento de la población, influye directamente en la necesidad de mejorar las condiciones de accesibilidad, muchas personas mayores viven solas y sus viviendas no cumplen las condiciones de accesibilidad. Además de las condiciones externas a la vivienda, la accesibilidad también se debe de ejecutar en el interior de las viviendas, por ejemplo, aumentando el tamaño del aseo a un mínimo de 6m² y hacerlo accesible.

Una Rehabilitación Integral puede ser una ocasión para adecuar y mejorar nuestro parque residencial hacia un modelo más sostenible socialmente. En el ámbito social de la sostenibilidad incluimos a la sostenibilidad de género.

2.3. **FUENTES DE COSTOS ESTIMADOS**

Un análisis de costos requiere de una recopilación previa de datos actuales de mercado. En este apartado, vamos a buscar fuentes que nos proporcionen información sobre precios actuales, de tal forma que podamos configurar una base de costos.

- a. Nuestras fuentes de partida serán:
- b. Proyectos ejecutados de LyE
- c. Bases de precios
- d. Proyectos Programa REVIVE 2012 ejecutados
- e. Ofertas de empresas constructoras
- f. Ofertas de proveedores

A. PROYECTOS EJECUTADOS DE LYE

En nuestro Estudio LUZ Y ESPACIO contamos con gran experiencia en proyectos de rehabilitación energética, proyectos realizados que nos proporcionan costos reales de mercado y que utilizamos para nuestra investigación.

B. COSTOS de LOS 6 EJEMPLARES del PLAN RENOVE 2012.

- Arrigorriaga – C/ Lepanto 5
- Bilbao – Plaza Corazón de María
- Eibar – Txaltxa Zelai 2
- Mondragón – Makatzena 2
- Vitoria-Gasteiz C/ Cuadrilla de Laguardia 2, 4 y 6
- Zarautz – Plaza Ixpilla 2

C. BASES DE PRECIOS

Entre las diferentes bases de precios existentes de consulta pública, hemos elegido las siguientes:

- Generador de precios de la construcción, España, CYPE Ingenieros, S.A.
- Base precios Instituto de la Construcción de Castilla y León
- Base de precios del Gobierno Vasco

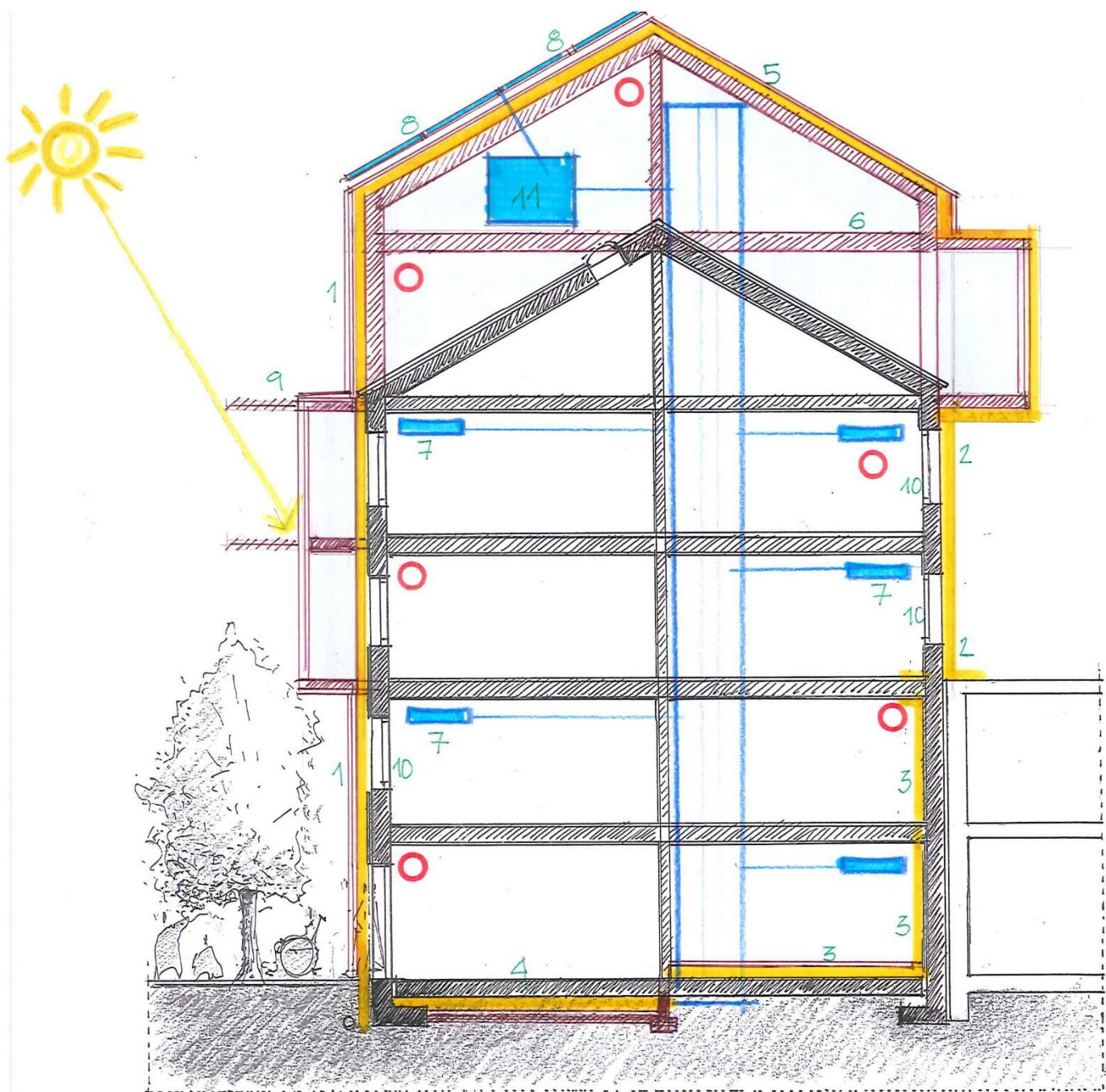


Figura 2.3. Croquis de Ramón Ruiz-Cuevas, sección edificio tipo rehabilitado energéticamente mediante sistemas activos y sistemas pasivos. (fuente: elaboración propia)

D. PROGRAMA REVIVE 2012

Desde el Gobierno Vasco nos han facilitado acceso a información de los edificios rehabilitados bajo el amparo del Programa de ayudas en materia de rehabilitación eficiente de viviendas y edificios (Programa REVIVE 2012), los cuales analizamos e incorporamos a nuestra base de datos.

E. OFERTAS DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Hemos solicitado y recopilado ofertas de empresas constructoras especialistas en rehabilitación, la base para la solicitud de las ofertas realizadas es nuestro edificio tipo.

F. OFERTAS DE PROVEEDORES

Diferentes empresas proveedoras y suministradoras de materiales de construcción nos han facilitado precios de los diferentes materiales de aislamiento.

Toda la información recopilada según indicamos en este apartado es analizada y sintetizada en el Capítulo 3.

3.1. COMPARATIVA DE COSTOS DE DISTINTOS SISTEMAS DE ENVOLVENTE EN EDIFICIO TIPO Y EN PROYECTOS DEL PROGRAMA REVIVE 2012

En los siguientes apartados se describen las diferentes soluciones aplicadas al edificio tipo establecido en el apartado 2.1. y se realizan comparativas de costos para los diferentes elementos constructivos.

Los costos y precios que se consideran son datos recopilados de las fuentes de costos estimados, apartado 2.3, los cuales son orientativos. Se debe considerarse las variaciones de precios del mercado.

Una materia importante a tener en cuenta en una intervención con actuaciones en la envolvente son las ayudas y subvenciones que ofrecen las diferentes administraciones públicas.

El último apartado analiza los costos de seis proyectos realizados en el Programa Revive 2012.

3.1.1. AISLAMIENTOS

En la actualidad existen en el mercado numerosos tipos de aislamiento para utilizar en la rehabilitación energética. En nuestra investigación contaremos con los siguientes materiales:

- Poliestireno expandido (EPS)
- Poliestireno extruido (XPS)
- Lana mineral (MW)
- Panel de espuma rígida de poliisocianurato (PIR)
- Panel de corcho expandido
- Panel de vidrio celular
- Panel fibra de madera
- Panel de celulosa
- Celulosa a granel

En base a los datos recopilados de las fuentes de costos estimados, apartado 2.3., elaboramos una comparativa de los costos de los diferentes tipos de material de aislamiento. El costo cambia según aumenta el espesor del aislamiento, debido a ello, la comparativa se realiza con espesores de materiales que proporcionen una resistencia térmica similar en todos los aislamientos seleccionados.

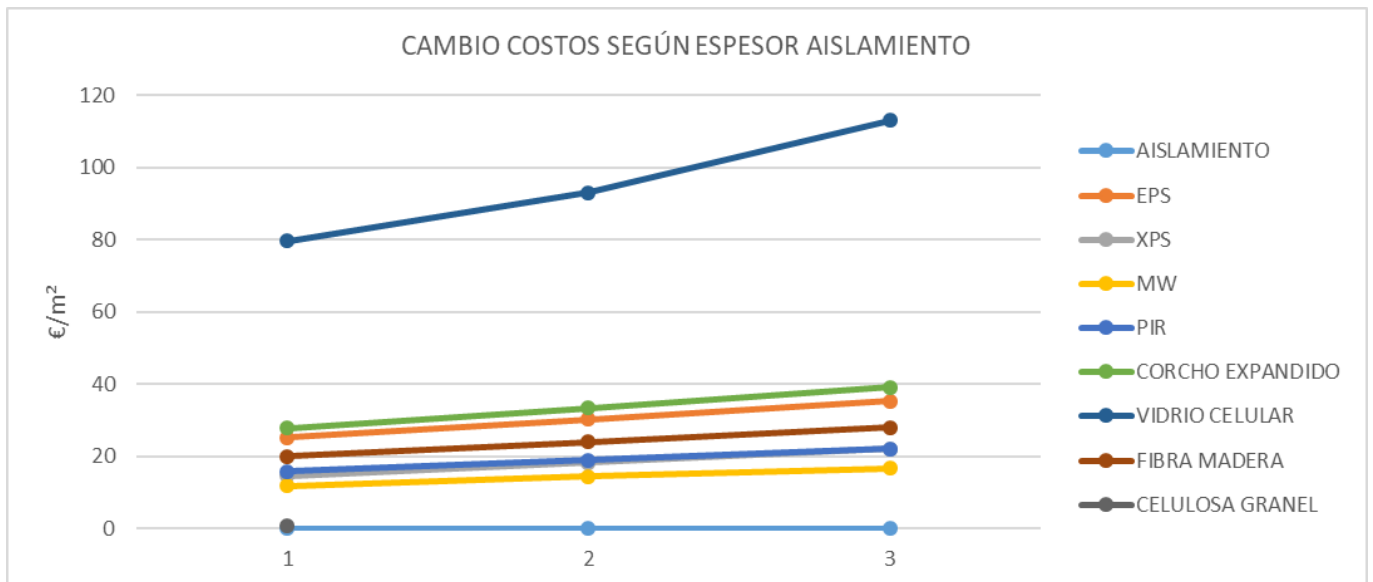
3.1.1.A. TABLA COMPARATIVA COSTOS AISLAMIENTO				
AISLAMIENTO	RESISTENCIA TÉRMICA	ESPESOR	LAMBDA	PRECIO €/m²
EPS grafitado	4,32	0,16	0,037	40,44
XPS	4,12	0,14	0,034	25,77
MW	4,10	0,16	0,039	19,11
PIR	4,00	0,08	0,020	25,28
CORCHO EXPANDIDO	4,00	0,16	0,040	45,51
VIDRIO CELULAR	4,17	0,20	0,048	132,85
FIBRA MADERA	4,00	0,16	0,040	32,00
CELULOSA GRANEL	3,00	0,12	0,040	6,85

Conductividad térmica según fichas técnicas material

Además, incluimos una estimación del cambio de precio según se modifica el espesor del aislamiento.

3.1.1.B. TABLA CAMBIO COSTOS SEGÚN ESPESOR AISLAMIENTO									
AISLAMIENTO	RESISTEN CIA TÉRMICA 1	ESPESOR 1	PRECIO 1 (€/m²)	RESISTEN CIA TÉRMICA 2	ESPESOR 2	PRECIO 2 (€/m²)	RESISTEN CIA TÉRMICA 3	ESPESOR 3	PRECIO 3 (€/m²)
EPS grafitado	2,70	0,10	25,27	3,24	0,12	30,33	3,78	0,14	35,39
XPS	2,35	0,08	14,73	2,94	0,10	18,25	3,53	0,12	22,10
MW	2,56	0,10	11,89	3,08	0,12	14,41	3,59	0,14	16,81
PIR	2,50	0,05	15,80	3,00	0,06	18,96	3,50	0,07	22,12
CORCHO EXPANDIDO	2,50	0,10	27,89	3,00	0,12	33,49	3,50	0,14	39,19
VIDRIO CELULAR	2,50	0,12	79,71	2,92	0,14	93,00	3,54	0,17	113,09
FIBRA MADERA	2,50	0,10	20,00	3,00	0,12	24,00	3,50	0,14	28,00
CELULOSA GRANEL	2,50	0,10	4,30	3,00	0,12	5,15	3,50	0,14	6,00

En el siguiente gráfico se aprecia el incremento de costo de cada material de aislamiento según se aumenta el espesor de material.



3.1.2. FACHADAS EXTERIORES

La rehabilitación de fachadas exteriores puede realizarse con diferentes soluciones constructivas. El estudio se centra en los siguientes sistemas:

SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior)

Fachada ventilada (F.V.)

Insuflado en cámara de fachada

Actuación por el interior



Figura 3.1 Ejecución aislamiento exterior SATE con EPS
(Fuente: Luz y Espacio)

Figura 3.2 Ejecución aislamiento exterior F.V.
con MW (Fuente: schulzfoto / fotolia.de)



Figura 3.3 Ejecución aislamiento insuflado cámara
(Fuente: certificados energéticos)

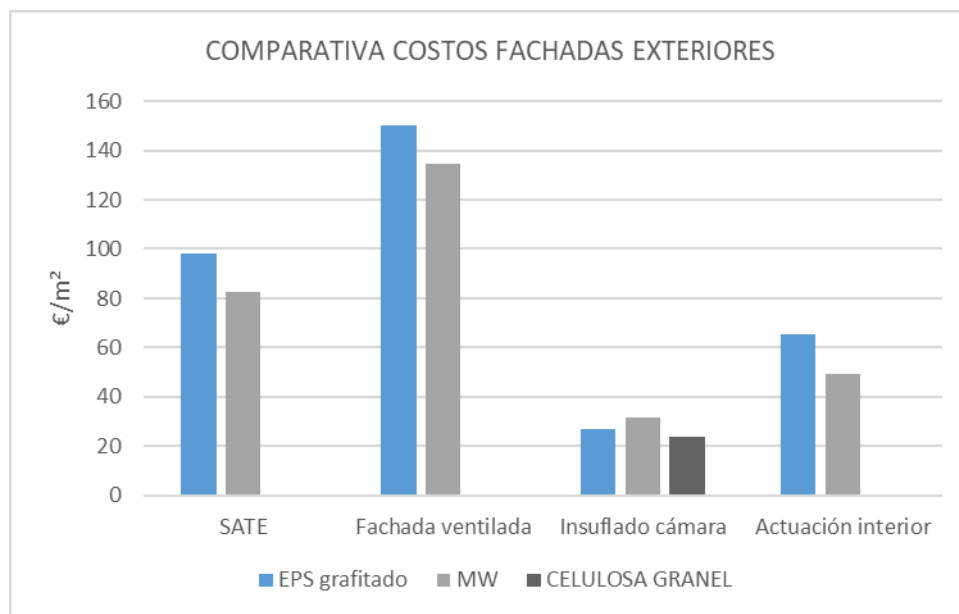
El insuflado en cámaras no elimina los puentes térmicos.

Realizamos una comparativa de costos con los datos recopilados de las fuentes de costos estimados del apartado 2.3.

3.1.2. TABLA COMPARATIVA COSTOS FACHADAS EXTERIORES (€/m²)			
SISTEMAS AISLAMIENTO	MATERIAL AISLAMIENTO		
	EPS grafitado	MW	CELULOSA GRANUL
SATE	98,27	82,35	
Fachada ventilada	150,33	134,41	
Insuflado cámara	27	31,55	24
Actuación interior	65,33	49,41	

Resistencia térmica 3 W/(K·m)

En el siguiente gráfico se observa por sistema de aislamiento el costo según el material utilizado.



Para la ejecución de algunos sistemas de aislamiento es necesario medios auxiliares para su realización y actuaciones previas, además en toda actuación hay partidas asociadas como seguridad y salud, gestión de residuos y control de calidad. Todo ello lo analizamos y consideramos como costo adicional al sistema de aislamiento.

A continuación, enumeramos estas partidas:

1. Andamio en fachadas / plataformas elevadoras (intervención exterior)
2. Saneado de paramentos de fachada (intervención exterior)
3. Honorarios profesionales (repercusión para todo tipo de actuación)
4. Tasas/ impuestos (repercusión para todo tipo de actuación)
5. Seguridad y Salud (repercusión para todo tipo de actuación)
6. Gestión de residuos (repercusión para todo tipo de actuación)
7. Control de calidad (repercusión para todo tipo de actuación)

La actuación en fachadas puede requerir la realización de trabajos diferentes a la ejecución de sistemas de aislamiento, estas dependerán del estado del edificio a rehabilitar, será un gasto a considerar.

Los posibles trabajos a realizar serían:

- 1.** Saneado de paramentos de fachada
- 2.** Desmontaje de bajantes de pluviales vistos en fachada
- 3.** Colocación de nuevas bajantes de pluviales vistos en fachada
- 4.** Retirada de molduras y recercados
- 5.** Reproducción de molduras y recercados
- 6.** Retirada de vierteaguas
- 7.** Colocación de nuevos vierteaguas
- 8.** Desgrapado y grapado de cableado telecomunicaciones y eléctrico
- 9.** Canalización de instalaciones
- 10.** Desmontaje y montaje de línea aérea eléctrica
- 11.** Adecuación de instalación de gas en fachada
- 12.** Pintura de alero de fachada
- 13.** Adecuación de rejas
- 14.** Retirada y colocación de tendederos
- 15.** Retirada y colocación de alumbrado
- 16.** Retirada y colocación de letreros
- 17.** Recibido de rejillas de ventilación
- 18.** Revestimiento de conductos de ventilación

3.1.3. VENTANAS (CARPINTERÍAS)

El tratamiento de ventanas/huecos en rehabilitación, al igual que en fachadas, contaremos con diferentes soluciones, dependiendo del material de los perfiles y la composición de la parte transparente (vidrios), además existe la posibilidad de una sustitución completa de carpintería o instalar una doble ventana manteniendo la carpintería existente.

Descripción de las opciones más habituales:

- Perfiles
 - Madera
 - PVC
 - Metálicos con rotura de puente térmico
- Vidrios (bajo emisivo)
 - Doble
 - Triple

Además, las cámaras entre vidrios pueden estar rellenas con gas (normalmente argón).

Diferenciamos dos casos según la acción a realizar:

- A) Sustitución carpintería
- B) Doble ventana

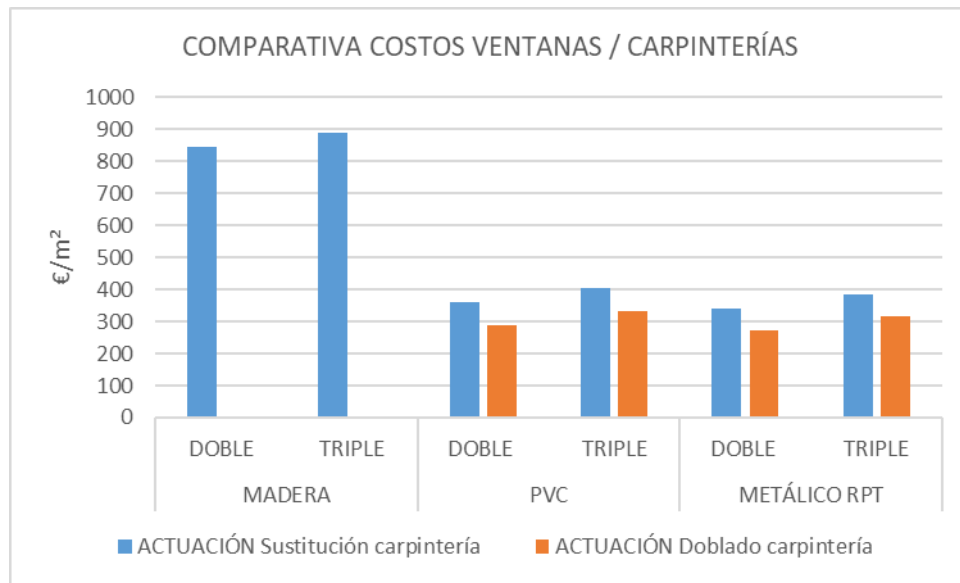
Estos dos grupos a su vez se diferencian en las siguientes composiciones de carpintería:

- 1.- Madera + doble vidrio
- 2.- Madera + triple vidrio
- 3.- PVC + doble vidrio
- 4.- PVC + triple vidrio
- 5.- Metálico RPT + doble vidrio
- 6.- Metálico RPT + triple vidrio

En el edificio se analizan las diferentes acciones y composiciones indicadas y elaboramos una comparativa de costos con información de las fuentes de costos estimados del apartado 2.3.

3.1.3. TABLA COMPARATIVA COSTOS VENTANAS / CARPINTERÍAS (€/m²)							
MATERIAL PER FIL		MADERA		PVC		METÁLICO RPT	
COMPOSICIÓN VIDRIO		DOBLE	TRIPLE	DOBLE	TRIPLE	DOBLE	TRIPLE
ACTUACIÓN	Sustitución carpintería	845	889	361	405	339,43	383,43
	Doblado carpintería			288	332	271,3	315,2

En el siguiente gráfico se observa por material del perfil y composición del vidrio el costo de la carpintería.



3.1.4. SUELOS EN CONTACTO/ENCIMA DE TERRENOS

El edificio tipo cuenta con un forjado sanitario accesible en su parte inferior, se coloca aislamiento en la parte inferior del forjado, siendo una actuación externa, la cual evita la reducción de altura en el interior.

Esta intervención se puede realizar con diferentes aislamientos:

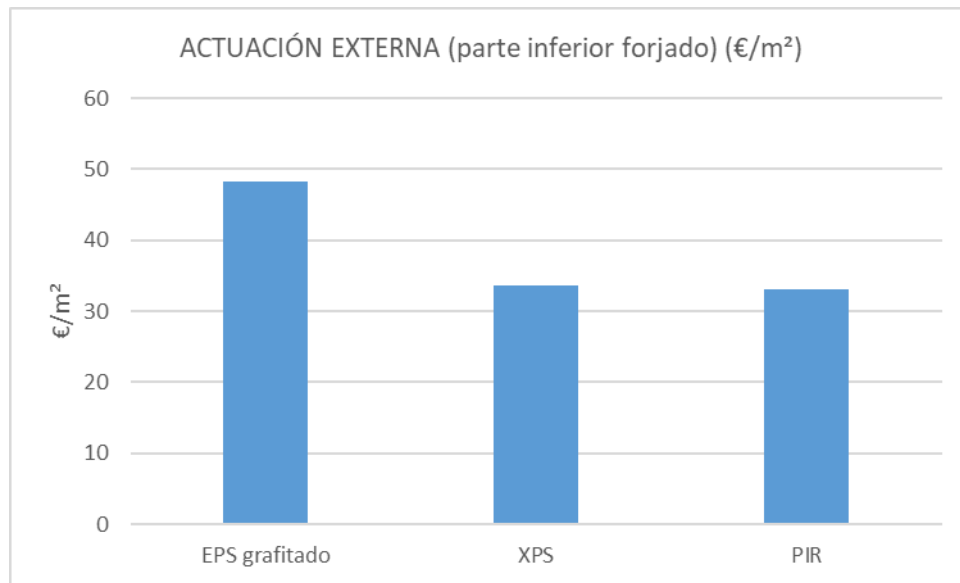
- Poliestireno expandido (EPS)
- Poliestireno extruido (XPS)
- Panel de espuma rígida de poliisocianurato (PIR)

Realizamos una comparativa de costos con las diferentes intervenciones, los datos se obtienen de las fuentes de costos estimados del apartado 2.3.

3.1.4. TABLA COMPARATIVA COSTOS SUELOS (€/m²)			
AISLAMIENT O	EPS grafitado	XPS	PIR
ACTUACIÓN EXTERNA (parte inferior forjado)	48,27	33,6	33,11

Resistencia térmica 4 W/(K·m)

En el siguiente gráfico se representan los datos de la tabla de costos actuaciones en suelos.



3.1.5. CUBIERTAS

En la rehabilitación de cubiertas podemos diferenciar una actuación por el interior o una actuación por el exterior. El tipo de intervención determina las soluciones constructivas que se pueden aplicar.

El estudio se centra en las siguientes soluciones:

A) Actuación interior

Esta solución consiste en colocar aislamiento adherido a la parte inferior del forjado de cubierta.

Materiales que se utilizan:

- Poliestireno expandido (EPS)
- Poliestireno extruido (XPS)
- Lana mineral (MW)
- Panel de espuma rígida de poliisocianurato (PIR)
- Panel de corcho expandido
- Panel de vidrio celular
- Panel fibra de madera
- Panel de celulosa



Figura 3.4 Actuación interior cubierta con aislamiento MW. (Fuente: Luz y Espacio)

B) Actuación exterior

La intervención por el exterior exige que se levante el tejado y se realice la fijación del aislamiento antes de volver a colocar el nuevo tejado.

Materiales que se utilizan:

- Poliestireno expandido (EPS)
- Poliestireno extruido (XPS)
- Panel de espuma rígida de poliisocianurato (PIR)

Confeccionamos una comparativa de costos con las diferentes intervenciones y aislamientos, los datos se obtienen de las fuentes de costos estimados del apartado 2.3.

3.1.5. TABLA COMPARATIVA COSTOS CUBIERTAS (€/m²)							
SISTEMAS AISLAMIENTO	MATERIAL AISLAMIENTO						
	EPS grafitado	XPS	MW	PIR	CORCHO EXPANDIDO	VIDRIO CELULAR	FIBRA MADERA
ACTUACIÓN INTERIOR	50,92	36,25	29,59	35,76	55,99	143,3	42,48
ACTUACIÓN EXTERIOR	51,96	37,29	30,63	36,8			

Resistencia térmica 4 W/(K·m)

En el siguiente gráfico se aprecia el por tipo de actuación el costo según el material utilizado.

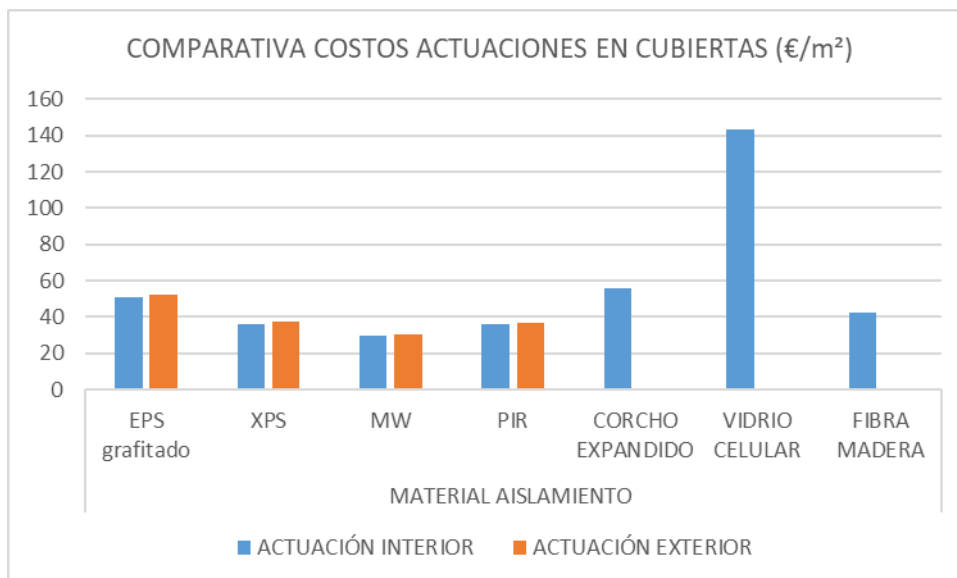


Figura 3.5 Actuación exterior
cubierta con aislamiento PIR. (Fuente: Linzmeier Bauelemente GmbH)

La actuación en cubiertas puede requerir la realización de trabajos diferentes a la ejecución de sistemas de aislamiento, estas dependerán del estado del edificio a rehabilitar, será un gasto a considerar.

1. Los posibles trabajos a realizar serían:
2. Desmontaje y montaje del material de cubrición
3. Colocación estructura fijación aislamiento
4. Tratamiento puntos de singulares (impermeabilización) con paramentos verticales, chimeneas, ventanas.
5. Desmontaje y montaje de cableado telecomunicaciones y eléctrico
6. Desmontaje y montaje de línea aérea eléctrica
7. Desmontaje y montaje de antena
8. Desmontaje y montaje de paneles solares y su instalación
9. Desmontaje y montaje de canalones

3.1.6. MEDIANERAS

En las actuaciones en medianeras podemos realizar una operación por el interior.

El estudio se centra en las siguientes soluciones:

A) Actuación interior

Esta solución consiste en colocar aislamiento adherido a la parte interior de medianera.

Materiales que se utilizan:

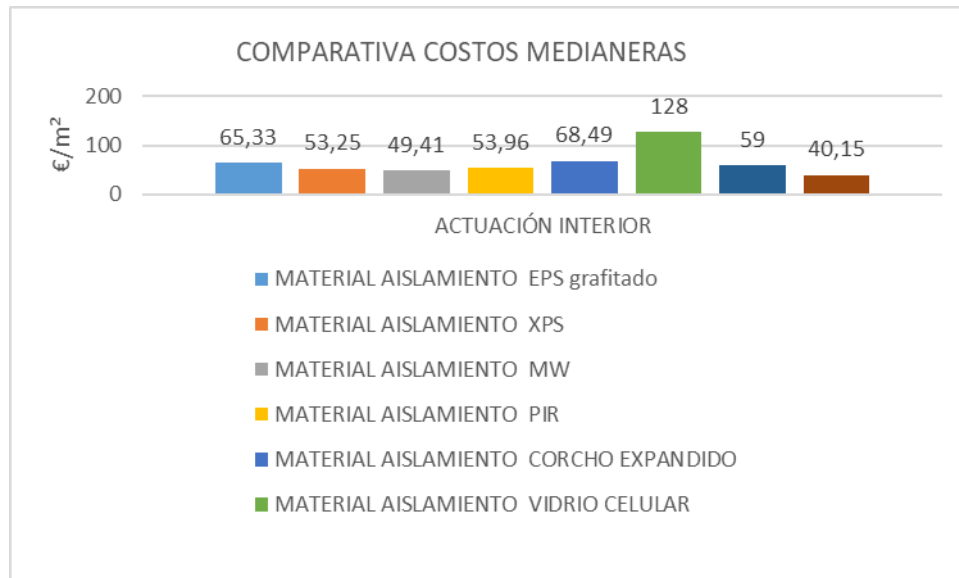
- Poliestireno expandido (EPS)
- Poliestireno extruido (XPS)
- Lana mineral (MW)
- Panel de espuma rígida de poliisocianurato (PIR)
- Panel de corcho expandido
- Panel de vidrio celular
- Panel fibra de madera
- Panel de celulosa

Confeccionamos una comparativa de costos con las diferentes intervenciones y aislamientos, los datos se obtienen de las fuentes de costos estimados del apartado 2.3.

3.1.6. TABLA COMPARATIVA COSTOS MEDIANERAS (€/m²)								
SISTEMAS AISLAMIENTO	MATERIAL AISLAMIENTO							
	EPS grafitado	XPS	MW	PIR	CORCHO EXPANDIDO	VIDRIO CELULAR	FIBRA MADERA	PANEL CELULOSA
ACTUACIÓN INTERIOR	65,33	53,25	49,41	53,96	68,49	128	59	40,15

Resistencia térmica 3 W/(K·m)

En el siguiente gráfico se muestra el costo según el material utilizado.



3.1.7. PROYECTOS PROGRAMA REVIVE 2012.

Se estudian los costes de las actuaciones pasivas en la envolvente realizadas en seis proyectos de rehabilitación integral ejecutados al amparo del Programa Revive 2012 del Gobierno Vasco. Analizando la tipología de los diferentes sistemas constructivos utilizados, así como las características de los materiales.

A continuación, se describe en un cuadro resumen por cada proyecto las actuaciones pasivas realizadas en la envolvente de cada edificio.

3.1.7.1. LEPANTO 5, ARRIGORRIAGA

1. LEPANTO 5, ARRIGORRIAGA	1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS			TIPO	REVESTIMIENTO	AISLAMIENTO	ESPESOR AISLAMIENTO (cm)
		FACHADA					
		FACHADA 1	FACHADA 1	FACHADA VENTILADA	placa de gres porcelánico extruido Keraion de Agrob Buchtal o eq.		
		FACHADA 1	FACHADA 1	FACHADA VENTILADA		MW Acustilaine 70 de Isover o similar	12
		FACHADA 2 paños interiores fachada	SATE		placas con cemento Coteterm M/ terminación final revestimiento en color Coteterm Acabado	XPS	8
		FACHADA 3	Reconstrucción de revestimiento continuo de balcones		mortero aislante Onexit Thermic o equivalente	Onexit Thermic	3
		CUBIERTA					
		AISLA MIENTO BAJO CUBIERTA	bajo cubierta			MW Rockmur-E-Alu	7,5
		CASETON				MW Confortpan 208 ROXUL	6
		AISLA MIENTO TÉRMICO bajo primera fila tejas en alero cubierta	mortero aislante Onexit Thermic			MORTERO	3
		HUECOS / CARPINTERÍAS	CARPINTERIA PVC	PVC + acristalamiento de 4+12+6			

3.1.7.2. CORAZÓN DE MARÍA 2, BILBAO

2. CORAZON DE MARIA 2, BILBAO	1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS			TIPO	REVESTIMIENTO	AISLAMIENTO	ESPESOR AISLAMIENTO (cm)
		FACHADA					
		FACHADA 1	FACHADA 1	SATE RHONATHERM		MW	10
		FACHADA 2	FACHADA 2	INSUFLADO		EPS NEOPOR y adhesivo THERMA BEAD	10
		FACHADA 1 CANTOS FORJADO	MORTERO AISLANTE			ONEXIT THERMIC	5+5
		CUBIERTA					
		CUBIERTA1	cubierta inclinada	TEJA			
		CUBIERTA1	aislante			MW+recubierto una cara aluminio reforzado	10
		TECHOS	TECHO PB	MORTERO AISLANTE		ONEXIT THERMIC	4
		HUECOS / CARPINTERÍAS	CARPINTERÍA	PVC Ecoven 70 Veka+climalit 6/15/4, bajo emisivo			

3.1.7.3. TXALTXA ZELAI 2, EIBAR

3. TXALTXA ZELAI 2, EIBAR	1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS			TIPO	REVESTIMIENTO	AISLAMIENTO	ESPESOR AISLAMIENTO (cm)
		FACHADA	FACHADA 1	FACHADA VENTILADA	placas de hormigón polímero de 14 mm tipo Vanguard de ULMA		
			FACHADA 1	FACHADA VENTILADA		lana de roca volcánica no revestido, ALPHAROCK E-225	
			FACHADA 2	TRASDOSADO FACHADA		XPS ROOFMATE	3
			FACHADA 1	FACHADA VENTILADA		Aislamiento con aluminio termoreflexivo (emisividad de 0,05)	4 mm
		CUBIERTA	CUBIERTA1 INCLINADA		teja cerámica/rastreles /lámina impermeabilizante /aislamiento tablero de fibra de madera	tablero de fibra de madera Hotafex Therm	6
			CUBIERTA2 TRANSITABLE			celulosa proyectada	3
		HUECOS / CARPINTERÍAS	CARPINTERIA ALUMINIO	Aluminio RPT+ACRISTALAMIENTOTRASLUCID04+4/110 MC.			
			SUSTITUCION PERSIANA	Sustitución persiana PVC existente por persiana aluminio con aislamiento térmico manteniendo la carpintería y caja de persiana existentes			

3.1.7.4. BARRIO MAKATZENA 2, ARRASATE

4. BARRIO MAKATZENA 2, ARRASATE	1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS			TIPO	REVESTIMIENTO	AISLAMIENTO	ESPESOR AISLAMIENTO (cm)
		FACHADA	FACHADA 1	SATE	REVESTIMIENTO MORTERO RESINAS	STOL T EPS	8
		CUBIERTA	CUBIERTA1 INCLINADA	TEJA HORMIGÓN PLANA S/RASTREL+XPS/ BICAPA TEXSA	TEJA DE HORMIGÓN	proyeccion de poliuretano extruido	5
			CUBIERTA2 INTRASINTABLE	CUBIERTA BICAPA TEXSA	GRAVA MIRANDA	XPS EXTRUDIO	6
		HUECOS / CARPINTERÍAS	ALUMINIO CAPINTERIA OSCIOBATIENTE	ALUMINIO + CLIMALIT 4/12/6 (perfil FXI-52 de Technal o similar)			

3.1.7.5. CUADRILLA DE LAGUARDIA 2, 4 Y 6, VITORIA-GASTEIZ

5. CUADRILLA DE LAGUARDIA 2,4 Y 6 VITORIA-GASTEIZ	1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS	FACHADA		TIPO	REVESTIMIENTO	AISLAMIENTO	ESPESOR AISLAMIENTO (cm)
		FACHADA 1		VENTILADA	FRONTEK PLUS: revestimiento exterior de placas de material cerámico " porcelánico extruido "	Aislamiento con lana de roca Ventirock Duo	12
		FACHADA 2		SATE	revestimiento morteros específicos Baumit	EPS	12
		FACHADA 3		PANEL SANDWICH EN MIRADORES	ONDATHERM 900C	PUR	12
		FACHADA 4		Panel Sandwich in situ aislante	ARCELOR LEYRE		6
		FACHADA 5		ZONAS COMUNES		placa de vidrio celula	2
		CUBIERTA				MW ALPHAROCK	12
		TECHOS DE TERRAZA					
		CUBIERTA1		PANEL SANDWICH EN CUBIERTA	Ondatherm 900 C	PUR	6
		CUBIERTA1				MW ALPHAROCK	4
		TERRENO					
		ENCUENTRO TERRENO 1		Aislamiento cámara sanitaria		BOLITAS DE NEOPOR POREXTER-PLUS (0,031 W/mK)	variable
		ENCUENTRO TERRENO 2		Aislamiento cámara sanitaria		Alfarock MW	120
		SUELOS		BAJO SUELO CERÁMICO		CERÁMICO	XPS
		HUECOS / CARPINTERÍAS		CARPINTERIA PVC	Aluminio Cortizo + 4 /12 gas argón/ BE4		

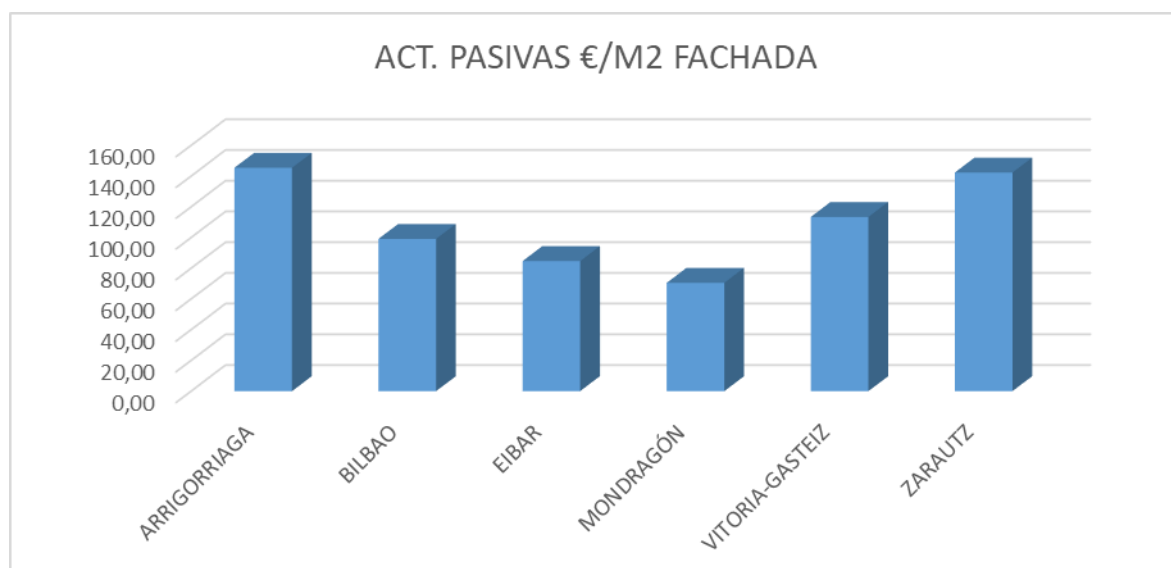
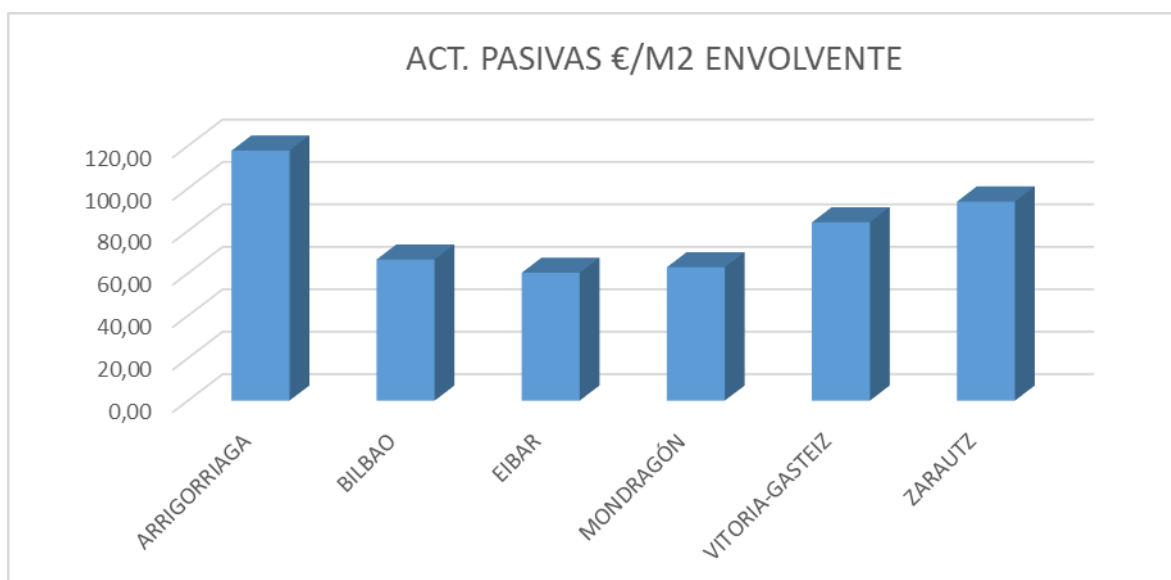
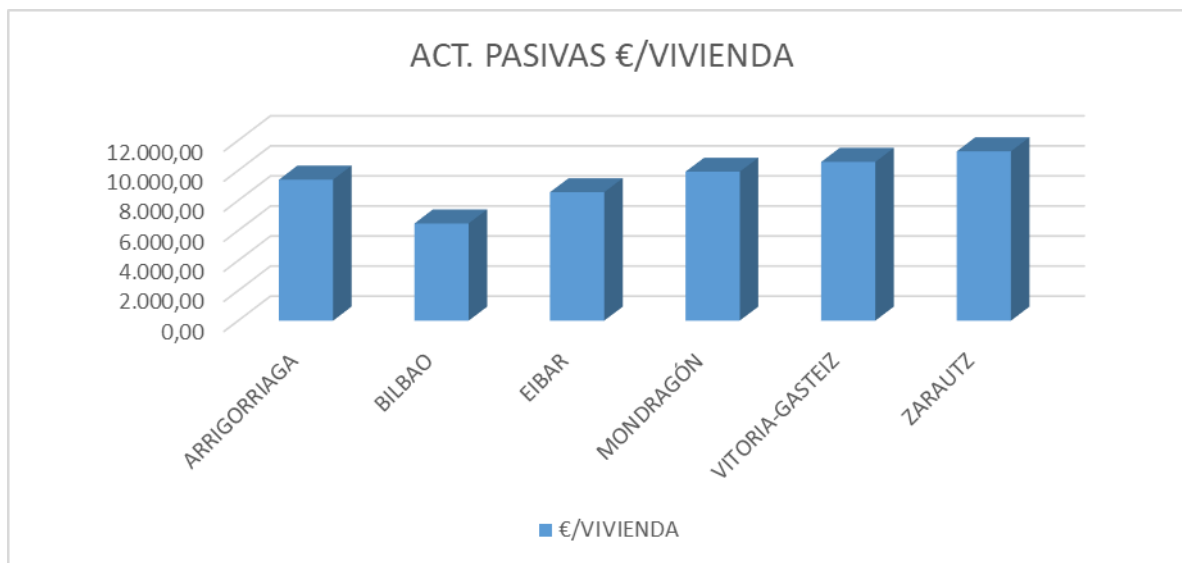
3.1.7.6. IXPILLA 2, ZARAUTZ

6. IXPILLA 2, ZARAUTZ	1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS			TIPO	REVESTIMIENTO	AISLAMIENTO	ESPESOR AISLAMIENTO (cm)
		FACHADA	FACHADA 1	FACHADA VENTILADA FUNDERMAX	placas de resinas sintéticas termoestables de 8 mm TRESPA		
			FACHADA 1	FACHADA VENTILADA	ROCKWOOL Ventirock Duo	MW	6
			FACHADA 1	CANTO FORJADO	ALUCOBOND	EPS	4
		CUBIERTA	ALERO		LAMINA ASFAL TICA	MW	6
			CUBIERTA 1 INCLINADA	CUBIERTA TEJA			
			CUBIERTA 1 INCLINADA			MW	8
			BAJOCUBIERTA		ROCKWOOL Ventirock Duo	MW	6
		SUELOS	AISLAMIENTO LOSA			XPS	5
		HUECOS / CARPINTERÍAS			ALUMINIO Canal EXLABESA + Climalit PLANISTAR 4S 4.16.6 U= 1,4 W/m ² K		
		MEDIANERAS	MEDIANERAS	Trasdosado autoportante en medianeras, separación de viviendas con zonas comunes		MW	

En el estudio se comparan las ratios obtenidos de las actuaciones realizadas. En el siguiente cuadro se reflejan el coste por las ratios por vivienda, por m² de envolvente y por m² de fachada.

1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS	ARRIGORRIAGA	BILBAO	EIBAR	MONDRAGÓN	VITORIA-GASTEIZ	ZARAUTZ
€/VIVIENDA	9.384,44	6.469,68	8.552,13	9.915,87	10.568,38	11.275,14
€/M2 ENVOLVENTE	117,79	66,48	60,22	62,85	84,01	93,80
€/M2 FACHADA	145,35	99,09	84,67	70,53	113,41	142,31

A continuación, se reflejan los datos anteriores en gráficas comparativas.



3.2 COMPARATIVA DE COSTES DE DISTINTOS SISTEMAS DE INSTALACIONES EN LOS PROYECTOS PROGRAMA REVIVE 2012

Se estudian los costes de las actuaciones activas en la envolvente realizadas en seis proyectos de rehabilitación integral ejecutados al amparo del Programa Revive 2012 del Gobierno Vasco. Analizando la tipología de los diferentes sistemas de instalaciones.

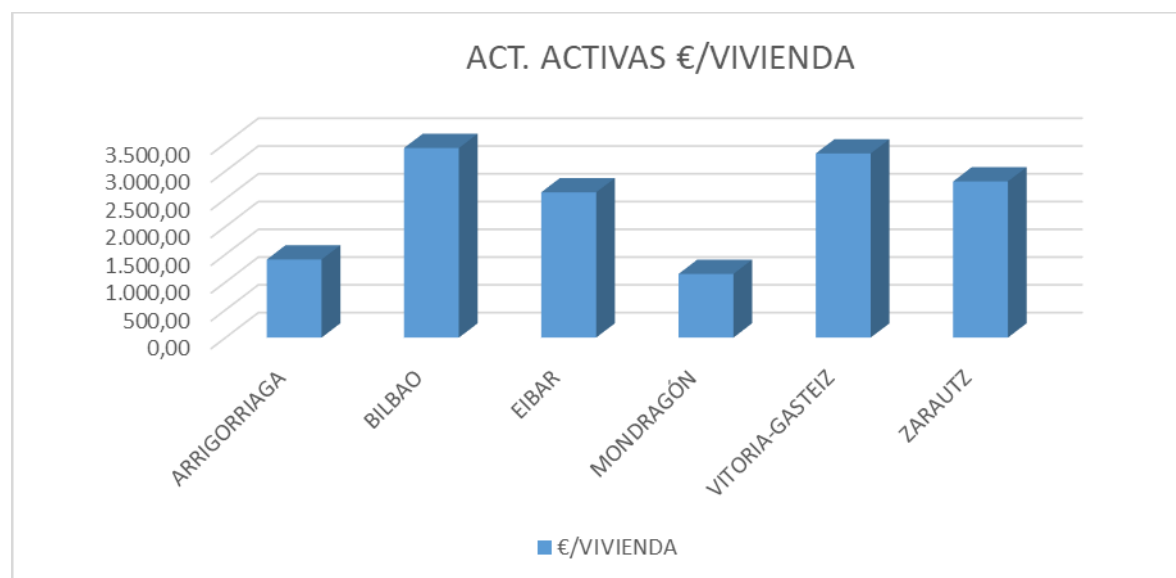
A continuación, se describe en un cuadro resumen por cada proyecto las actuaciones activas realizadas en la envolvente de cada edificio.

1. LEPANTO 5, ARRIGORRIAGA	2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	VENTILACIÓN	instalación ventilación viviendas/EXTRACTOR de cubierta+ aireador de ventana
		CALEFACCIÓN	CALDERA MURAL a gas bajo NOX+RADIADOR (7 VIV NUEVO+22 VIV REFORMA)
2. CORAZON DE MARIA 2, BILBAO	2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	VENTILACIÓN	instalación ventilación viviendas/SISTEMA DE VENTILACIÓN SIMPLE FLUJO (80 UDS) +AIREADOR HIGROREGULABLE (236 UDS)
		CALEFACCIÓN	Caldera condensación Viessmann (98 UDS)
		SOLAR ACS	Viessmann
3. TXALTXA ZELAI 2, EIBAR	2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	VENTILACIÓN	instalación ventilación viviendas/ aireadores caja persiana/ ext cuartos humedos
		SOLAR ACS	CONJUNTO SOLAR DOMUSA
4. BARRIO MAKATZENA 2, ARRASATE	2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	VENTILACIÓN	instalación ventilación viviendas/ aireadores caja persiana/ extracción cuartos humedos
5. CUADRILLA DE LAGUARDIA 2,4 Y 6 VITORIA-GASTEIZ	2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	VENTILACIÓN	Ventilación Doble Flujo con recuperador de calor (VRC)
		CALEFACCIÓN	Calderas individuales (24 viviendas)
		FOTOVOLTAICA	Módulos fotovoltaicos MPE 245 PG 09 SHÜCO para autoconsumo
6. IXPILLA 2, ZARAUTZ	2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	VENTILACIÓN	instalación ventilación viviendas/ BOCAS DE EXTRACCIÓN+Ventilador helicocentrífugo para tejado
		CALEFACCIÓN	Caldera condensación Vaillant+ inst. calefacción viviendas (13 viviendas nueva+ 3 viviendas reforma)

En el estudio se compara la ratio obtenido de las actuaciones realizadas. En el siguiente cuadro se reflejan el coste por las ratios por vivienda.

2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS	ARRIGORRIAGA	BILBAO	EIBAR	MONDRAGÓN	VITORIA-GASTEIZ	ZARAUTZ
€/VIVIENDA	1.406,79	3.414,58	2.617,19	1.146,85	3.316,55	2.813,04

A continuación, se reflejan los datos anteriores en un gráfico comparativo.



3.3 COMPARATIVA DE COSTES DE SOLUCIONES DESTINADAS A ACCESIBILIDAD.

INTRODUCCIÓN

“La accesibilidad o accesibilidad universal es el grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. Es indispensable e imprescindible, ya que se trata de una condición necesaria para la participación de todas las personas independientemente de las posibles limitaciones funcionales que puedan tener.”⁽¹⁾

Esta indispensabilidad no siempre se ha tenido en cuenta o se ha considerado debidamente y la accesibilidad es un concepto que ha variado en las diferentes normativas con el paso del tiempo.

Desde el punto de vista de la accesibilidad en espacios públicos urbanizados, infraestructuras y edificios encontramos en 1974 un programa elaborado por la Comisión Interministerial para la Integración Social de los Minusválidos en el que, entre otras medidas, se recogía la necesidad de superar las limitaciones que para las personas con discapacidad se derivaban de la existencia de barreras arquitectónicas. En estas normas, se fijaban ya condiciones de accesibilidad en aspectos como los aparcamientos, el acceso a edificios, las puertas, los ascensores, las rampas interiores, los pasillos, los aseos, los teléfonos de uso público y la comunicación con edificios e instalaciones complementarias.⁽²⁾

Desde entonces es numerosa la cantidad de normativa en materia de accesibilidad disponible, en los distintos niveles: estatal, autonómica incluso local en algunos casos, y ha ido evolucionando y cambiando la manera de proyectar los espacios urbanísticos y los edificios para lograr la accesibilidad universal.



Figura 3.6 Accesibilidad universal (fuente: wikimedia comons)

Sin embargo, más del 60% de los edificios son anteriores al año 1980 por lo que no se tuvo en consideración la accesibilidad en su diseño y según se desprende del Censo de 2011⁽³⁾ el 34% de los edificios de la CAPV son accesibles y únicamente el 24% tienen ascensor. Considerando la accesibilidad como un derecho que implica la real posibilidad de una persona de ingresar, transitar y permanecer en un lugar, de manera segura, confortable y autónoma, implica que las barreras de entorno físico deben ser suprimidas.

Para promover la accesibilidad se hace uso de ciertas facilidades que ayudan a salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad del entorno, consiguiendo que estas personas realicen la misma acción que pudiera llevar a cabo una persona sin ningún tipo de discapacidad. Estas facilidades son llamadas ayudas técnicas. Entre éstas se encuentran el alfabeto Braille, la lengua de señas, las sillas de ruedas, las señales auditivas de porteros y ascensores, etc.

Las medidas a tomar en los edificios no son siempre las mismas ya que éstas dependen de la naturaleza y características de los mismos, por lo que pueden ser muy variadas. La referencia técnica son las normas vigentes en materia de accesibilidad: CTE DB-SUA, LEY 20/1997, [Decreto 68/2000](#) sus Anejos y [Guía de aplicación de la normativa técnica vigente en materia de accesibilidad en la Comunidad Autónoma del País Vasco](#).

A lo largo de este capítulo estudiaremos algunas de estas medidas con el edificio tipo como referencia, teniendo en cuenta una serie de condicionantes pero que nos permita extrapolarlo a otros edificios. Si bien es cierto que se debería estudiar la accesibilidad en el conjunto del edificio, nos centraremos en las zonas comunes del edificio dando unas indicaciones al final del apartado acerca de la accesibilidad en el interior de las viviendas.

En las zonas comunes del edificio podemos distinguir tres campos generales de actuación: accesibilidad en las plantas del edificio, accesibilidad entre plantas del edificio y accesibilidad de los mecanismos y elementos comunes.

La accesibilidad en las plantas del edificio, a excepción de la planta baja, suele estar resuelta ya que no es usual encontrarse desniveles en las plantas. Únicamente algunos edificios, generalmente con estructura de madera, presentan un desnivel a la entrada de las viviendas. En la planta baja, debido a la costumbre y la percepción de elegancia de las escaleras, son numerosos los portales que presentan algún tramo de escalera.

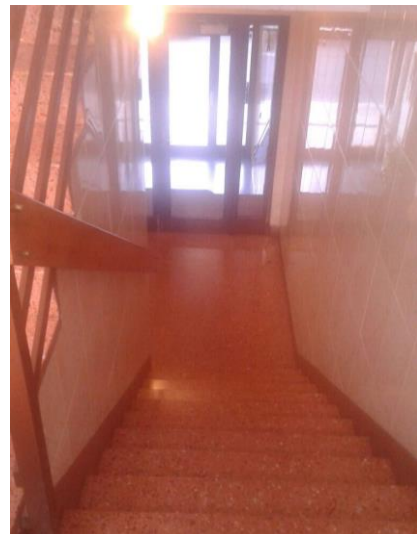


Figura 3.7 Fotografía desnivel en planta baja (fuente Luz y Espacio)

Tanto en las plantas de pisos como en la planta baja, siempre que sea posible, se trasladan los desniveles a los tramos de la caja de escalera existente. En el caso de las plantas de pisos se puede recrear el suelo actual de los accesos a la vivienda, con pavimentos ligeros o aligerados y en la planta baja, se derriba las escaleras del portal y se prolonga el primer tramo de la escalera donde albergar los peldaños derribados.

Además, por simplificar la intervención y porque las dimensiones lo permiten, en ocasiones se derriba únicamente una parte del ancho de la escalera del portal para dar acceso al ascensor a cota cero, y el otro tramo se mantiene que comunicará con la caja de escaleras existente. Por último, en otras situaciones en la planta baja en vez de un tramo de escalera nos encontramos un peldaño o dos, los cuales se pueden salvar realizando una rampa, con sus dimensiones y pendientes adecuadas.

Para la accesibilidad entre las plantas del edificio tipo, la única solución es un ascensor con una cabina con unas dimensiones y un acceso adecuado.

La accesibilidad de los mecanismos y elementos comunes suele ser relativamente sencilla comparada con las anteriores, y se trata de colocar a una altura adecuada los mecanismos de timbre-llamada, los buzones y los mecanismos de encendido de la iluminación.



Figura 3.8 Fotografía elementos comunes adaptados (fuente Luz y espacio)

Debido a que no es muy usual encontrarse desniveles en las plantas piso y que adecuar los mecanismos es relativamente sencillo estudiaremos las distintas casuísticas desde el punto de vista de la accesibilidad entre plantas en función de las existencia o no del ascensor, existencia de planta de sótano, necesidad de levantar cubierta, instalaciones.

CASO 0 INTERVENCIÓN AUXILIAR

- a. Rampas
- b. Salvaescaleras o elevadores

CASO 1 EDIFICIO CON ASCENSOR

- a. Edificio tipo sin sótano
- b. Edificio tipo con sótano
- c. Acceso Sótano
- d. Edificio sin Bajo Cubierta
- e. Acceso Bajo Cubierta

CASO 2 EDIFICIO SIN ASCENSOR

- a. Edificio tipo con ascensor en hueco de escalera
- b. Edificio tipo con ascensor exterior
- c. Edificio tipo con caja de escaleras exterior

CASO 3 INSTALACIONES

- a. Instalaciones de electricidad
- b. Instalaciones de fontanería
- c. Instalaciones de saneamiento
- d. Instalaciones de gas

CASO 4 ACCESIBILIDAD EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS.

CASO 0 INTERVENCIÓN AUXILIAR

Como intervención auxiliar nos queremos referir a las situaciones en las que se opta por la instalación de medios auxiliares o por elementos constructivos como rampas. Señalar que, aunque pudiesen no ser la opción más confortable y pudieran acarrear posteriormente un gasto añadido fijo, resuelven las condiciones de accesibilidad por lo que resulta conveniente estudiarlas.

a. Rampas

Es una solución adoptada generalmente en edificios que tienen porches debido a que permiten la ubicación de la rampa sin ocupación de la vía pública. También puede darse esta solución en portales amplios en los que la cota de embarque del ascensor no se encuentre muy elevada (uno o dos peldaños) respecto a la cota de la calle.

Es muy importante tener en cuenta en el diseño de las rampas sus dimensiones, anchuras y longitudes, así como sus pendientes, rellanos y protecciones. Debido a estas condiciones muchas veces, hace que sea inviable realizar la accesibilidad mediante rampas, ya que se necesita de un espacio considerable, no siempre disponible.

Por su parte estas intervenciones suelen no suelen tener un presupuesto elevado en torno a los 10.000-20.000 € y la ejecución de los trabajos suele ser bastante rápida y sin interferir notablemente en el uso del edificio.

Destacar que en ocasiones puede ser parte de la solución si se complementa con alguna de las soluciones explicadas en apartados posteriores.

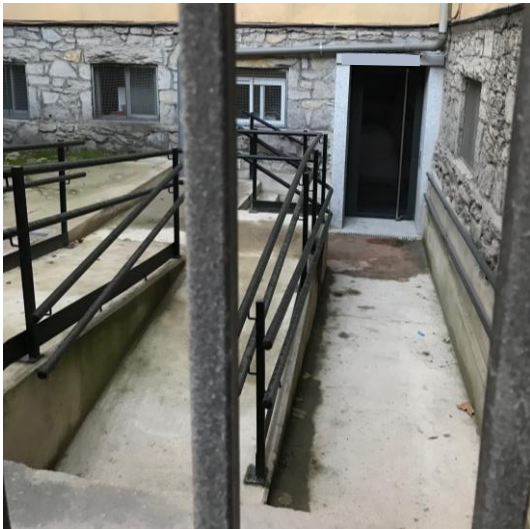


Figura 3.09 Fotografías de rampas (fuente: Luz y espacio)

b. Salvaescaleras o elevadores

La instalación de salvaescaleras o elevadores debería considerarse como última solución en caso de no poder realizarse otra intervención ya que sus inconvenientes repercuten en el confort y presupuesto posterior a la intervención.

Consiste en la instalación de un equipo el cual llevará asociado un mantenimiento y un gasto eléctrico. La intervención podría ser alrededor de 15.000-30.000 € pero se debe ser consciente de los gastos posteriores asociados.

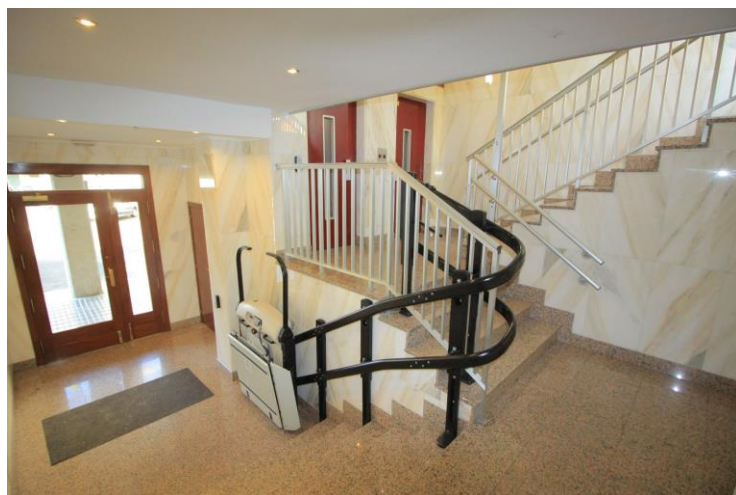


Figura 3.10 Fotografías de salvaescaleras y elevador (fuente: Atelier 32 / Luz y espacio)

CASO 1 EDIFICIO CON ASCENSOR

En este caso 1 estudiaremos el edificio tipo con ascensor accesible, entendiendo por ascensor accesible conforme anexo III D 68/2000 y DB SUA. En el caso en el que el edificio disponga de ascensor, pero no sea accesible tendríamos dos opciones, que el ascensor pueda ser accesible sustituyéndolo pero manteniendo su hueco, o que el ascensor necesite ampliar el hueco para poder tener una cabina o acceso accesible. En la segunda opción nos encontraríamos en el caso dos ya que sería asimilable a edificio sin ascensor en hueco de escalera ya que habría que derribar parte del cerramiento del hueco y puede ser también necesario derribar parte de la escalera.

a) Edificio tipo sin sótano

El edificio no dispone de planta de sótano, sino que la planta baja está formada por una solera apoyada en el terreno o mediante un forjado sanitario.

En estos casos se debe construir un nuevo foso de ascensor excavando en el terreno y realizando la impermeabilización y los muros del foso.

Esta intervención podría costar unos 20.000 € en los casos más sencillos y 50.000 € en los más complicados.

Al eliminar las barreras arquitectónicas (generalmente peldaños en el portal o en su acceso), implica en ocasiones tener que modificar el primer tramo de escaleras a primera planta, porque no se dispone de espacio suficiente en el portal para poder añadir peldaños al primer tramo de la escalera existente.

En estos casos puede ser necesario derribar el primer tramo de la escalera para replantear el nuevo tramo con unas tabicas más grandes (sin sobrepasar el máximo permitido por la normativa de 18,5 cm de tabica máxima), la redistribución de los peldaños o la inclusión de peldaños en rellanos, incluso previa autorización de organismo competente la creación de escaleras compensadas.



Figura 3.11 Fotografías de foso de ascensor en el terreno (fuente: Teknogroup / Luz y espacio)

b. Edificio tipo con sótano

En este caso tenemos dos variables; que se pueda ocupar la proyección del ascensor en la planta de sótano o que no se pueda ocupar esa superficie debido a que tiene un uso que no le permite prescindir de la misma, por ejemplo, la calle de rodadura de un garaje.

La primera variable sería similar al caso 1 sin sótano, a excepción que no habría que realizar la excavación si no que únicamente habría que conformar el cerramiento del hueco del ascensor.

En la segunda variable se debe diseñar una estructura que permita el uso de la parte inferior. En ocasiones esto repercute en la propia maquinaria del ascensor, ya que precisa de un sistema de acuñamiento de contrapesos para que el paso de personas por debajo del foso sea seguro en caso de fallo del ascensor. El acuñamiento conlleva una pequeña pérdida de espacio de cabina que se ha de considerar para cumplir los requisitos de accesibilidad de la cabina.

El presupuesto de esta opción podría encontrarse entre los 30.000-60.000€.



Figura 3.12 Fotografías de foso de ascensor con sótano (fuente: Rehabilitaestudio)

c) Acceso Sótano

En numerosas ocasiones resulta interesante, realizar un acceso con una nueva parada del ascensor en el sótano del edificio y resolver la accesibilidad también en esta planta. Señalar que generalmente el uso de las plantas de sótano en esta casuística, suele ser destinado a aparcamientos, garajes o trasteros, lugar donde se suele llegar con cargas pesadas o lugar de almacenaje. Estos locales (aparcamientos) se consideran de riesgo especial, por lo que se debe realizar un vestíbulo de independencia con puertas resistentes al fuego.

Realizar el acceso al sótano con todo lo que lleva asociado podría incrementar el coste de las obras de accesibilidad de 4.000-6.0000 €



Figura 3.13 Fotografías de acceso sótano (fuente:Luz y espacio/Rehabilitaestudio)

d) Edificio sin Bajo Cubierta

Los edificios no siempre disponen de una planta bajo cubierta, donde se albergan los trasteros, instalaciones..., sino que la última planta puede ser planta de viviendas o áticos, a los que es necesaria resolver la accesibilidad. Además, el techo de esta planta pudiera ser abuhardillado y no contar con la altura suficiente (3,60 m) para albergar el ascensor en la última parada. En estas intervenciones será necesaria la formación de un casetón de cubierta que eleve la cubierta en el hueco del ascensor y forme un cerramiento exterior para éste, resolviendo perfectamente el encuentro con la cubierta existente para evitar futuras filtraciones.

Debe de considerarse la forma de acometer estos trabajos y tomar las medidas necesarias para que durante la ejecución de los trabajos en cubierta no se produzcan entradas de agua proveniente del agua de lluvia, debido a la apertura de hueco en la cubierta. Además, se tendrán que cuidar las medidas de seguridad individuales y colectivas.

El importe para realizar estos trabajos suele rondar los 3.000-6.000 € totalmente rematado.



Figura 3.14 Fotografías de casetón ascensor (fuente:De Frías instalaciones /Tegola pizarras)

e) Acceso Bajo Cubierta

Cuando la planta de bajo cubierta está destinada a trasteros, puede interesar realizar una parada en esta planta, ya que es un sitio de almacenaje, a donde, o desde donde, se suelen transportar cargas.

Realizar una parada en esta planta conlleva una serie de actuaciones como la apertura de huecos en la sala de máquinas, sustitución de puertas de acceso por puertas resistentes al fuego, colocación de equipos de extinción de incendios y alumbrado de emergencia.

Realizar estos trabajos para el acceso en última planta cuesta alrededor de los 4.000 7.000€, siendo en ocasiones necesario realizar los trabajos del punto anterior, formación de casetón de ascensor en cubierta, debido a que la altura en la última planta no sea suficiente para albergar al ascensor.



Figura 3.15 Fotografías de acceso bajo cubierta (fuente:Tecnogroup / Luz y espacio)

CASO 2 EDIFICIO SIN ASCENSOR

En este caso 2 estudiaremos el edificio tipo sin ascensor. Dentro de estas opciones también tendrían cabida los supuestos de las instalaciones del caso 1. Destacar que en los casos de ascensor o escalera exteriores debe considerarse las redes exteriores de distribución de las instalaciones de evacuación de pluviales y gas, que discurran por fachada, por si coincidirían con la ubicación de los nuevos cuerpos exteriores.

Por otro lado, las características del edificio tipo nos condicionará, al igual que en el caso 1, el foso del ascensor (colgado, enterrado en el terreno) y el bajo cubierta (necesidad de levantar la cubierta actual o no).

a) Edificio tipo con ascensor en hueco de escalera

En este caso el edificio tipo, no se ajusta exactamente a la casuística, ya que suele tratarse de edificios donde la caja de escalera es amplia con un hueco entre los tramos de la misma. Sin embargo, en el edificio tipo, los tramos de la escalera están casi juntos, apenas 10 cm de separación. Debido a que la anchura de los tramos de la escalera del edificio tipo no superan 1,20 m y que la caja de escalera no tiene una anchura de 3,00 metros, resulta imposible la instalación de un ascensor en el hueco de escalera. En el edificio tipo no podríamos resolver la accesibilidad mediante la instalación del ascensor en el hueco de la escalera debido a que, respetando las anchuras de evacuación de la escalera, las dimensiones resultantes de la cabina del ascensor, no sólo no cumpliría con los requisitos de cabina accesible del anexo III D 68/2000 y del DB SUA, sino que sería difícil incluso para utilizarlo por una persona sin problemas de movilidad por sus reducidas dimensiones. Por ello el edificio tipo debería resolverse mediante una de las dos opciones de los siguientes apartados.

En el caso que la anchura de la escalera permitiera la instalación de un ascensor, debe conformarse el hueco del ascensor mediante un cerramiento opaco, y asegurar la estabilidad de la escalera en el caso que haya sido necesario estrechar sus tramos para la instalación del ascensor.

Esta solución podría tener un coste de 80.000-110.000 €.



Figura 3.16 Fotografías de ascensor en hueco de escalera (fuente: Luz y espacio / Rehabilitaestudio)

b) Edificio tipo con ascensor exterior

Una vez descartada la instalación de ascensor en el interior del edificio, nos planteamos la ubicación en el exterior. La más sencilla de las intervenciones en el exterior, se da cuando los rellanos de las viviendas tienen una fachada al exterior a vía pública o a patio interior.

Es muy importante que sea el rellano de viviendas y no el rellano de las escaleras el que tenga fachada a exterior. Si la fachada exterior es en el rellano de escaleras, no resolveríamos la accesibilidad en el edificio instalando en este lugar el ascensor, porque desde el embarque del ascensor a las viviendas tendríamos que salvar un tramo de escaleras, por lo que nos encontraríamos en la opción C del caso 2 para poder dotar de accesibilidad al edificio.

En el caso de que el rellano tenga fachada a exterior será necesaria la nueva ocupación del suelo del hueco del ascensor, siendo en ocasiones vía pública. En el caso de que el rellano tenga fachada a patio, se debe estudiar la servidumbre de vistas de las distintas ventanas, debido a que tras la instalación del cerramiento del hueco ascensor pueden verse afectadas.

Al colocar el ascensor en el exterior y variar el volumen del edificio desde planta baja y superando en ocasiones la cubierta, si se dispone de alero en cubierta, este precisa de una modificación al igual que el sistema de evacuación de aguas de la cubierta porque el canalón puede coincidir con el hueco del ascensor.

También podrían coincidir la ubicación con alguna bajante de pluviales o con la instalación de gas en fachada, y debería procederse a su desviación. El cerramiento del ascensor tiene que resolver la recogida y evacuación de las aguas en su cubierta, y el encuentro en planta baja del cerramiento con el suelo. Este encuentro puede ser con el pavimento de vía pública o con el pavimento de patio. Cuando se trata de pavimento de patio y tenemos local en planta baja este encuentro debe asegurar la estanqueidad para evitar filtraciones y humedades en el local.

El precio para realizar esta opción podría enmarcarse en el intervalo de 90.000-120.000 €.



Figura 3.17 Fotografías de ascensor exterior (fuente: Teknogroup)

c) Edificio tipo con caja de escaleras exterior

Como se ha comentado en apartados anteriores, cuando el rellano de viviendas no tiene cerramiento exterior, o las dimensiones de la caja de escaleras son reducidas como para poder instalar un ascensor en su hueco, planteamos la solución de sacar la caja de escaleras al exterior e instalar el ascensor en la ubicación de la caja de escaleras actual.

En estos casos es necesario el derribo completo de la caja de escaleras actual, por lo que debe ser una actuación muy bien planificada, debido a que los inquilinos del edificio continúan haciendo uso del mismo durante la duración de las obras, y hay que proporcionar un acceso a las viviendas, sin poder restringirlo más allá de unas horas y siendo en todo momento seguro, aunque se trate de elementos provisionales.

A parte del derribo de la caja de escaleras es necesaria la formación del cierre opaco del hueco del ascensor y la formación de unas pasarelas que comuniquen los rellanos de las viviendas con la nueva caja de escaleras.

Al igual que en la opción anterior, la nueva caja de escaleras es un nuevo cuerpo fuera de la envolvente del edificio y podría interferir con las ventanas existentes de las distintas dependencias del edificio y afectar a la servidumbre de vistas de las mismas.

La ocupación de vía pública en este caso no suele ser tan común como en el caso de ascensor exterior, ya que al contrario del ascensor exterior que llega hasta la parte inferior, la nueva caja de escaleras suele empezar en el portal dentro del volumen existente del edificio, saliendo al exterior a una altura superior de 2,20 m respecto a la rasante de vía pública, permitiendo el paso de personas y evitando la ocupación de vía pública.⁽⁴⁾

Reseñar la importancia de la protección frente incendios de la nueva estructura de las pasarelas y la caja de escaleras.

Esta solución podría considerarse la más compleja pudiendo tener un presupuesto asociado entre los 125.000 – 200.000 €.



Figura 3.18 Fotografías de escaleras exterior (fuente: Teknogroup)

CASO 3 INSTALACIONES

a) Instalaciones eléctricas

En las obras de supresión de barreras arquitectónicas para dotar de accesibilidad al edificio, en algunos casos nos encontramos que hay instalaciones o elementos de instalaciones que hay que desplazar, debido al cambio en las cotas del portal o porque interfieren con los trabajos de reforma.

Las instalaciones eléctricas son las primeras en ser modificadas ya que con la realización de las obras suele cambiarse la iluminación del portal para que sea más eficiente, y el accionamiento de la misma se suele sustituir por detectores de presencia automáticos, para solventar la accesibilidad de los mecanismos.

Para la instalación de un ascensor es necesaria una red trifásica con una diferencia de tensión de 380 V. La gran mayoría del parque inmobiliario urbano cuenta con acometida con estas características. Sin embargo, hay algunos edificios que carecen de este suministro. Por ello para realizar la instalación del ascensor es necesario previamente acometer los trabajos de las redes eléctricas, para tener un suministro trifásico a 380 V. Si no se realizan estos trabajos antes que las obras de instalación del ascensor, será necesario un grupo electrógeno auxiliar para el montaje del nuevo ascensor.

Los propietarios serán responsables y deberán realizar la conexión desde la acometida, ya que la red de distribución es competencia de la empresa de distribución y comercialización energética.

Además, la normativa actual obliga a que, si se realiza alguna modificación eléctrica, adecuarse a las exigencias de la reglamentación en cuanto a la acometida, caja general de protección (C.G.P.) y contadores eléctricos. La acometida será desde la vía pública y contará con una C.G.P. en el exterior accesible y protegida frente a intrusismo mediante cerradura homologada por la compañía suministradora. Los contadores eléctricos se centralizarán en el portal en armario o cuarto de contadores resistente al fuego. Se albergarán en módulos de PVC correctamente instalados y ordenados.

Los precios de las distintas intervenciones según edificio tipo podrían para la nueva acometida eléctrica con C.G.P. exterior sobre 2.500 € y la centralización de contadores: 7.000 €



Figura 3.19 Fotografías de instalaciones eléctricas (fuente: Rehabilitaestudio/Teknogroup)

b) Instalaciones fontanería

La acometida de la instalación de fontanería, es común que discurra por el portal, hasta el cuarto o armario de contadores, o hasta la montante en caso de no existir una centralización de contadores y que se encuentren en los rellanos de plantas. En ocasiones las conducciones de abastecimiento de agua, suelen discurrir por el bajo escalera o en el recrecido del pavimento, y al variar la cota de pavimento del portal, puede ser necesaria la modificación de los contadores para adecuarlos en altura y sean accesibles, o desviar las conducciones para adecuarlas a la reforma. Los contadores de abastecimiento de agua Bajo escalera.

Como mejora, las comunidades de propietarios a veces solicitan la instalación de un grifo para limpieza en el cuarto de la comunidad, para las tareas de limpieza del portal. Esta actuación conlleva la instalación de un sumidero en el cuarto para poder evacuar el agua en caso de fallo del grifo.

Estos trabajos supondrían un coste de 2000 € para el desvío de las conducciones, 3000€ para la centralización de contadores y 750 € para la instalación del grifo para limpieza.



Figura 3.20 Fotografías de instalaciones de suministro de agua (fuente: Rehabilitaestudio)

c) Instalaciones saneamiento

La modificación de las instalaciones de saneamiento suele producirse cuando el edificio dispone de sótano, las conducciones de saneamiento discurren por el techo de la planta de sótano coincidiendo con la proyección del ascensor, y es necesario descolgar el foso del ascensor del techo.

Es muy importante en estos casos tener en cuenta las pendientes de las conducciones para poder realizar las desviaciones. No suelen ser intervenciones muy complicadas por lo que su coste estará alrededor de los 500-2.000 €.



Figura 3.21 Fotografías de instalaciones saneamiento de agua (fuente: Teknogroup)

d) Instalaciones gas

Las actuaciones en las instalaciones de gas deben realizarse siempre por una empresa especializada. Al igual que las instalaciones de saneamiento las conducciones de gas pueden discurrir por el techo de planta de sótano y coincidir con el foso del ascensor, siendo necesario su desvío.

Cuando el edificio posee un sótano donde se ubican las instalaciones de climatización caldera, el Intercambiador... suele ubicarse en esta sala coincidiendo en ocasiones con el nuevo foso del ascensor.

En los portales en ocasiones se ubica la Estación de Regulación de Medida del gas (E.R.M.). Instalada en un cajón metálico con ventilación a veces en el interior del portal y en ocasiones en el exterior del mismo.

Realizar estas actuaciones de desvío de instalaciones, dependerá de los elementos a modificar, pudiendo estar en el intervalo de 1.500-5.000 €



Figura 3.22 Fotografías de instalaciones de gas (fuente: Teknogroup)

e) Instalaciones climatización

En ocasiones son las instalaciones de climatización las que discurren por: el falso techo de la planta de sótano, o por bajo escalera de la escalera existente o coincidir con el lugar donde se ubicará el ascensor o su foso. Al igual que las instalaciones de fontanería en estos casos se deben desviar.

En estos casos las soluciones suelen ser más sencillas que las de otro tipo de instalaciones, debido a que las pendientes de las conducciones no nos influyen en su recorrido. Lo que sí influye es que, para poder realizar la modificación de la red, el suministro se debe interrumpir, por lo que las intervenciones deben ser lo más fluidas posibles. El importe al que suelen ascender este tipo de actuaciones, estará alrededor de los 500-2.000€



Figura 3.23 Fotografías de instalaciones de climatización (fuente: Teknogroup)

ACCESIBILIDAD EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS.

Las características de accesibilidad para una vivienda accesible son las siguientes:

El hueco de paso libre o puerta de acceso al interior de la vivienda tendrá una anchura mínima de 0,90m. La dimensión mínima del hueco de paso libre en puertas en el interior de la vivienda será de 0,80 m. El pasillo tendrá una anchura mínima en todos sus puntos de 0,95 m. Las carpinterías exteriores serán practicables o se asegurará la accesibilidad para su mantenimiento y limpieza. Cuando la vivienda disponga de terraza ésta se ejecutará sin grandes pendientes y los sumideros dispondrán de rejilla de material antideslizante aún en mojado. Las rejas tendrán unas aperturas máximas de 1 cm y una disposición del enrejado que impida el tropiezo de las personas que utilicen bastones o sillas de ruedas. Cuando se instale portero automático este será vídeo portero.

Puertas

La puerta de acceso a la vivienda dispondrá de dos mirillas, la inferior situada a 1,10 m. del suelo. A ambos lados de esta existirá un espacio libre horizontal, no barrido por las hojas de la puerta, que permita un diámetro de giro libre de obstáculos de 1,80 m. Las puertas de acceso e interior de la vivienda tendrán una dimensión mínima de hueco de paso libre de 90 cm. Las puertas podrán abrirse y maniobrarse por personas con problemas en la manipulación. El sentido de apertura de las puertas de los aseos nunca será hacia el interior, pudiendo ser correderas. Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo

Accesibilidad en baño

Espacio para giro de diámetro $\varnothing$ 1,50 m libre de obstáculos Puertas cumplen las condiciones del itinerario accesible. Son abatibles hacia el exterior o correderas. Lavabo Espacio libre inferior, mínimo 70 (altura) x 50 (profundidad) cm Altura de la cara superior $\leq$ 85 cm Inodoro Espacio de transferencia lateral de anchura $\geq$ 80 cm a un lado Altura del asiento entre 45 – 50 cm. Ducha Espacio de transferencia lateral de anchura $\geq$ 80 cm a un lado. Suelo enrasado con pendiente de evacuación $\leq$ 2%. Grifería Automática dotada de un sistema de detección de presencia o manual de tipo monomando con palanca alargada de tipo gerontológico Alcance horizontal desde asiento $\leq$ 60 cm

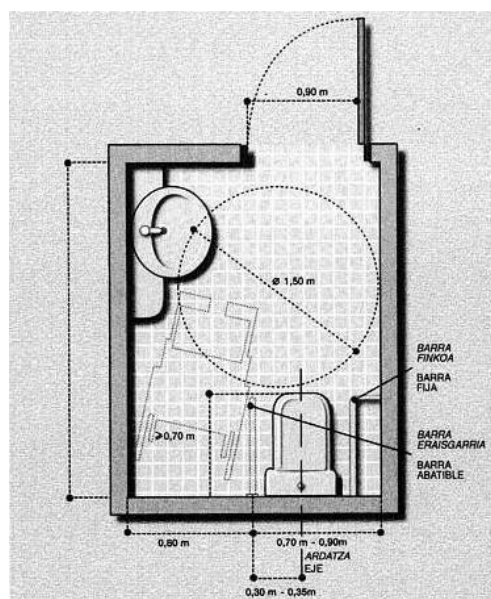


Figura 3.22 Aseo accesible (fuente: condiciones accesibilidad edificaciones decreto 68/2000)

Accesibilidad en cocina

Espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la cocina. Altura de la encimera ≤ 85 cm. Espacio libre bajo el fregadero y la cocina, mínimo 70 (altura) x 80 (anchura) x 60 (profundidad) cm

Accesibilidad mecanismos

Están situados a una altura comprendida entre 80 y 120 cm cuando se trate de elementos de mando y control, y entre 40 y 120 cm cuando sean tomas de corriente o de señal. La distancia a encuentros en rincón es de 35 cm, como mínimo. Los interruptores y los pulsadores de alarma son de fácil accionamiento mediante puño cerrado, codo y con una mano, o bien de tipo automático. Tienen contraste cromático respecto del entorno. No se admiten interruptores de giro y palanca. No se admite iluminación con temporización en cabinas de aseos accesibles y vestuarios accesibles.

En el interior de las viviendas las intervenciones más comunes que suelen realizarse en términos de accesibilidad son la sustitución de bañera por plato de ducha, para evitar el desnivel de la bañera, y la sustitución de las puertas abatibles por puertas correderas, para conseguir radios de giro adecuados.

El importe de la sustitución de bañera por plato de ducha oscila entre los 1.000-3.000 € mientras que la sustitución de una puerta abatible por una corredera suele ser 600-1000 € dependiendo de la nueva hoja y dimensiones.

CUADRO RESÚMEN

CASO	OPCIÓN	IMPORTE ORIENTATIVO
0 INTERVENCIÓN AUXILIAR	Rampas	10.000-20.000 €
	Salvaescaleras o elevadores	15.000-30.000 €
CASO 1 CON ASCENSOR	Edificio tipo sin sótano	20.000-50.000 €
	Edificio tipo con sótano	30.000-60.000 €
	Acceso Sótano	4.000-6.0000 €
	Edificio sin Bajo Cubierta	3.000-6.000€
	Acceso Bajo Cubierta	4.000-7.000€
ASCENSOR EN EDIFICIO TIPO	Adecuación del ascensor existente	10.000,00 €
	Sustitución del ascensor	25.000,00 - 35.000 €
CASO 2 SIN ASCENSOR	Edificio tipo con ascensor en hueco de escalera	80.0000-110.000 €.
	Edificio tipo con ascensor exterior	90.000-120.000 €
	Edificio tipo con caja de escaleras exterior	125.000-200.000 €
CASO 3 INSTALACIONES	Instalaciones de electricidad	2.500-7.000 €
	Instalaciones de fontanería	750-3.000 €
	Instalaciones de saneamiento	500-2.000 €
	Instalaciones de gas	1.500-5.000 €
	Instalaciones climatización	500-2.000 €

Los precios reflejados en estas intervenciones son orientativos y para el mercado de 2019. Deben considerarse las variaciones del mercado y que algunas de las diferentes administraciones, ofrecen herramientas y subvenciones para incentivar las intervenciones en accesibilidad, que al igual que la normativa es muy variada y se encuentran en constante cambio.

Además, como se ha comentado al comienzo del apartado del capítulo, deberá estudiarse cada caso particular por separado, ya que las características del inmueble y su ubicación son determinantes en la elección de la solución idónea para cada edificio.

3.4. TIEMPO DE EJECUCIÓN POR CADA ENVOLVENTE / INSTALACIÓN.

INTRODUCCIÓN

A continuación, vamos a estudiar los distintos tiempos de ejecución para cada una de las soluciones de envolventes y accesibilidad propuestas en capítulos anteriores. En los siguientes cuadros se puede observar las distintas duraciones de los trabajos según el sistema constructivo elegido, sus acabados, etc.

CUADRO DE TIEMPOS

FACHADAS

SATE

Casa Comercial	Nombre	Acabado	Rend. parciales (h)	Rend. total	Tiempo en horas (edificio tipo)	Tiempo en meses (edificio tipo)
SATE/ETICS		mortero decorativo	0,707	0,75704348	454,226088	2,8
		piezas cerámica	1,515	1,56504348	939,026088	5,9
		ZOCALO(mL) REFUERZO(mL)	0,808 0,101			
PUMA	Traditerm	mortero decorativo	0,707	0,75110367	450,662202	2,8
	Traditerm Ceramic	piezas cerámica	1,515	1,55910367	935,462202	5,8
		ZOCALO REFUERZO	0,707 0,101			
ISOVER	Clima 34	mortero decorativo	0,707	0,75704348	454,226088	2,8
BAUMIT		mortero decorativo	1,05	1,10004348	660,026088	4,1
	Ceramic System	piezas cerámica	1,515	1,56504348	939,026088	5,9
		ZÓCALO REFUERZO	0,979 0,121			
ROCKWOOL	REDArt	mortero decorativo	0,707	0,75704348	454,226088	2,8
REVELÓN	WallTerm	mortero decorativo	0,707	0,75704348	454,226088	2,8
PROPAMSA	Term 50	mortero decorativo	0,707	0,75110367	450,662202	2,8
	Aistern	mortero decorativo	0,707	0,75110367	450,662202	2,8
	AisternCerm	piezas cerámica	1,515	1,55910367	935,462202	5,8
		ZOCALO REFUERZO	0,707 0,101			
MAPEI SPAIN		mortero decorativo	0,707	0,75110367	450,662202	2,8
	Mapetherm Tile	piezas cerámica	1,515	1,55910367	935,462202	5,8
		ZOCALO REFUERZO	0,707 0,101			
PINTURAS ISAVAL		mortero decorativo	0,707	0,75704348	454,226088	2,8
	Plaqueta acrílica	plaqueta acrílica	0,828	0,87804348	526,826088	3,3
		ZOCALO REFUERZO	0,808 0,101			
BAUPANEL SYSTEM		mortero decorativo	0,757	0,80998398	485,990388	3
		ZÓCALO	0,858			
WEBER	Webertherm Mineral		0,404	0,43622405	261,73443	1,6
			0,606	0,63822405	382,93443	2,4
	Imitación ladrillo		0,606	0,63822405	382,93443	2,4
	Baldosas cerámicas		0,606	0,63822405	382,93443	2,4
		ZOCALO	0,505			
		REFUERZO	0,101			

*Fuente Generador de precios CYPE

CONCLUSIONES: No hay grandes diferencias entre distintas marcas comerciales, el acabado cerámico es más costoso en tiempo casi el doble que SATE con acabado mortero acrílico

FACHADA VENTILADA

Casa Comercial	Nombre	Acabado	Rendimiento	Rendimiento total	Tiempo en horas (edificio tipo)	Tiempo en meses (edificio tipo)
TRESPA FUNDERMAX	Placas laminadas compactadas de alta presión (HLP)	Fijación Vista Fijación Oculta	0,929 1,232	1,07 1,373	642 823,8	4,0125 5,14875
PLACO	Placas de yeso laminado	Revoco	0,616	0,757	454,2	2,83875
KNAUF PLACO	Placas de cemento	Mortero	0,817 0,628	0,958 0,769	574,8 461,4	3,5925 2,88375
BUTECH GRESPANIA	Placas de gres porcelánico	Pegada Fijación Mecánica	1,202 1,534	1,343 1,675	805,8 1005	5,03625 6,28125
BUTECH	Placas compactadas de minerales con polímeros	Vista	1,162	1,303	781,8	4,88625
ROCKPANEL	Placas de lana mineral comprimida	Oculta	0,581	0,722	433,2	2,7075
	Placas de cerámica extruida	Oculta	1,022	1,163	697,8	4,36125
RHEINZINK	Planchas metálicas	Vista Oculta	1,166	1,307	784,2	4,90125
	Placas de piedra natural	Vista Oculta	1,108	1,249	749,4	4,68375
CORTIZO	Paneles composite	Vista Oculta	0,813 0,929	0,954 1,07	572,4 642	3,5775 4,0125
	Lamas de madera	Vista	0,305	0,446	267,6	1,6725
	Paneles de madera y cemento	Vista Oculta	0,755	0,896	537,6	3,36

*Fuente Generador de precios CYPE

CONCLUSIONES: La media es 3,68 pero por casos puntuales como las lamas de madera o las placas de lana mineral las cuales la bajan considerablemente por lo que se podría concluir que la media es 5 meses.

Subestructura FV	0,202
-------------------------	-------

*Fuente Generador de precios CYPE

Aislamiento	Rendimiento
EPS	0,141
EPX	0,141
LM	0,121
PUR	0,232
Corcho	0,121
Vidrio Celular	0,151
Mortero termoaislante	0,163
Paneles de madera	0,132

*Fuente Generador de precios CYPE

CONCLUSIONES: No hay grandes diferencias según el aislante elegido. Únicamente el poliuretano proyectado tiene un rendimiento de tiempo del doble que el resto de los aislamientos

INSUFLACIÓN EN CÁMARAS

Insuflación en cámaras	Rendimiento	Tiempo en horas (edificio tipo)	Tiempo en meses (edificio tipo)
nódulos fibra de madera	0,136	81,6	0,51
PUR	0,088	52,8	0,33
nódulos de lana de vidrio (int.)	0,106	63,6	0,3975
nódulos de lana de vidrio (ext.)	0,112	67,2	0,42

*Fuente Generador de precios CYPE

CONCLUSIONES: No hay grandes variaciones en tiempo de los diferentes aislantes.

ACTUACIÓN INTERIOR

Casa comercial	Tipo	Rendimiento	Tiempo en horas (edificio tipo)	Tiempo en meses (edificio tipo)
-	Trasdosado directo	0,346	207,6	1,2975
	Trasd. autoportante	0,373	223,8	1,39875
Knauf	Trasdosado directo	0,346	207,6	1,2975
	Trasd. autoportante	0,361	216,6	1,35375
Rockwool	Trasdosado directo	0,339	203,4	1,27125
Placo	Trasdosado directo	0,339	203,4	1,27125
	Trasd. autoportante	0,395	237	1,48125
Isover	Trasdosado directo	0,339	203,4	1,27125
	Trasd. autoportante	0,581	348,6	2,17875
Pladur	Trasdosado directo	0,346	207,6	1,2975
	Trasd. autoportante	0,45	270	1,6875

*Fuente Generador de precios CYPE

CONCLUSIONES: No hay grandes variaciones en tiempo de los diferentes aislantes

CUBIERTAS

AISLANTE	RENDIMIENTO s/ UBICACIÓN	
	Por el exterior	Por el interior
Lana Mineral	0,083	0,083
EPS	0,099	0,083
PUR	0,204	0,204

*Fuente Generador de precios CYPE

CONCLUSIONES: La duración de los trabajos no depende de la ubicación del aislante sino de los trabajos necesarios para ubicarlo en su sitio.

TABLA RESÚMEN

INTERVENCIÓN	RENDIMIENTO	TIEMPO EN EDIFICIO TIPO (meses)
SATE	0,757	2,83875
FACHADA VENTILADA	1,303	4,88625
INSUFLACIÓN AISLAMIENTO	0,112	0,42
ACTUACIÓN INTERIOR	0,3595	1,348125
SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA	1,77	0,45
DOBLADO CARPINTERÍA	0,88	0,15
AISLAMIENTO CUBIERTA INTERIOR	0,20	0,25
AISLAMIENTO CUBIERTA EXTERIOR	0,95	1,025
AISLAMIENTO MEDIANERA EXTERIOR	0,32	0.42
AISLAMIENTO MEDIANERA INTERIOR	0,25	0.3
ACCESIBILIDAD MEDIOS AUXILIARES	-	1
ACCESIBILIDAD EDIFICIO CON ASCENSOR	-	3-6
ACCESIBILIDAD EDIFICIO SIN ASCENSOR	-	4-9

3.5. ANÁLISIS COSTO-ENERGÍA – ESTIMACIÓN DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CONSEGUIDA POR CADA ENVOLVENTE Y/O INSTALACIONES EN FUNCIÓN DE LOS PROYECTOS PROGRAMA REVIVE 2012

Un análisis de la relación de costos en rehabilitación energética integral con la calificación energética conseguida nos aporta información muy valorable para la elección de la intervención adecuada para cada caso.

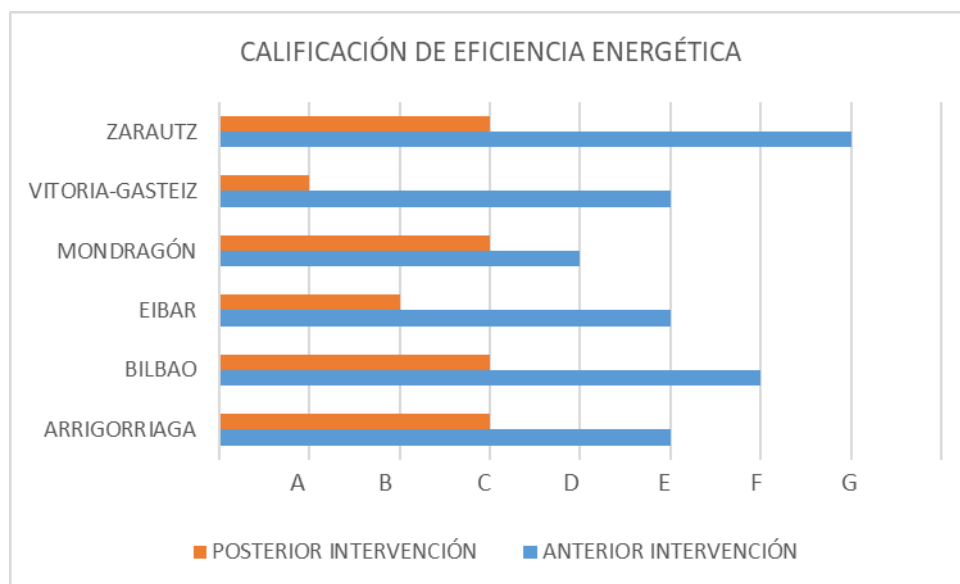
En nuestra investigación utilizamos los datos de calificación energética de los proyectos del programa REVIVE 2012. Obtenemos de cada proyecto la calificación energética antes y después de la intervención y los costos de rehabilitación de la envolvente para realizar el análisis costo-energía.

El RD 314/2006 por el que se aprueba el CTE, establece en la Parte I del CTE, que éste se aplicará también a intervenciones en los edificios existentes.

En cada caso, al tratarse de obra de rehabilitación en edificio existente, se cumple con las exigencias del CTE en relación a la rehabilitación energética integral de la envolvente.

Los datos de la calificación energética de cada proyecto se reflejan en la siguiente tabla y gráfico:

3.5.1. TABLA CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA			
	ANTERIOR INTERVENCIÓN	POSTERIOR INTERVENCIÓN	Nº LETRAS MEJORA
ARRIGORRIAGA	E	C	2
BILBAO	F	C	3
EIBAR	E	B	3
MONDRAGÓN	D	C	1
VITORIA-GASTEIZ	E	A	4
ZARAUZ	G	C	4

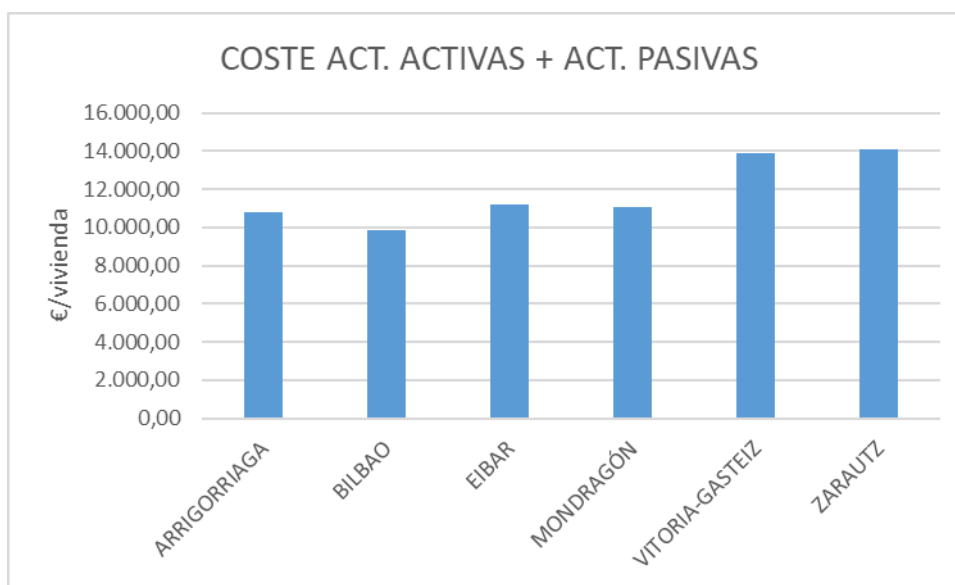


Los costos de la rehabilitación energética integral de la envolvente e instalaciones en base al estudio comparativo de costos apartado 3.1. se reflejan en la siguiente tabla:

3.5.2. TABLA COSTOS REHABILITACION ENERGÉTICA INTEGRAL

1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS	ARRIGORRIAGA	BILBAO	EIBAR	MONDRAGÓN	VITORIA-GASTEIZ	ZARAUZ
€/VIVIENDA	9.384,44	6.469,68	8.552,13	9.915,87	10.568,38	11.275,14
€/M2 ENVOLVENTE	117,79	66,48	60,22	62,85	84,01	93,80
€/M2 FACHADA	145,35	99,09	84,67	70,53	113,41	142,31
2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS						
€/VIVIENDA	1.406,79	3.414,58	2.617,19	1.146,85	3.316,55	2.813,04
TOTAL COSTE REI ACT. ACTIVAS + ACT. PASIVAS						
€/VIVIENDA	10.791,23	9.884,26	11.169,31	11.062,73	13.884,92	14.088,18

En el siguiente gráfico se refleja la suma de los costes de las actuaciones activas más las actuaciones pasivas.

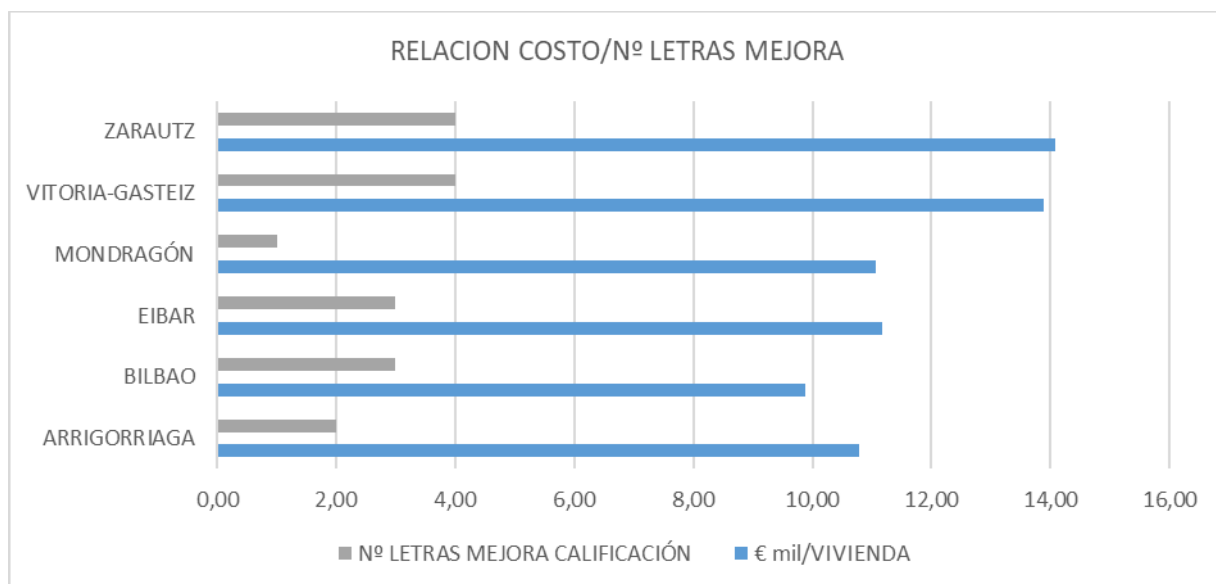
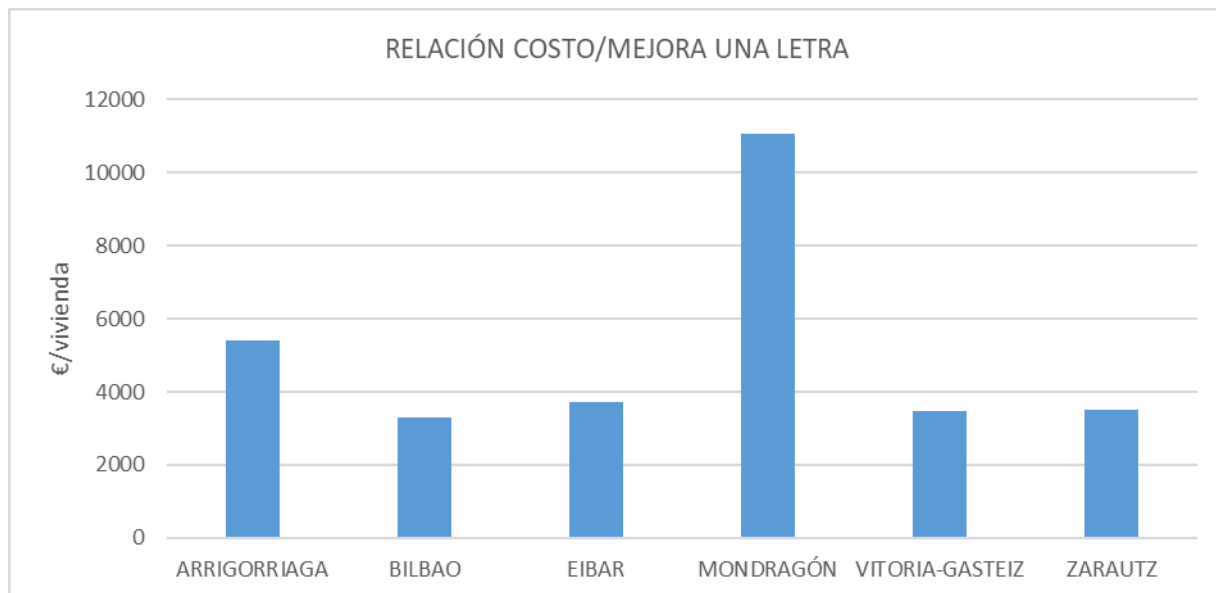


El resumen de los datos obtenidos de la calificación energética y de los costos de rehabilitación energética de la envolvente e instalaciones se anotan en la siguiente tabla:

3.5.3. TABLA COSTOS REI/CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS	ARRIGORRIAGA	BILBAO	EIBAR	MONDRAGÓN	VITORIA-GASTEIZ	ZARAUZ
€/VIVIENDA	9.384,44	6.469,68	8.552,13	9.915,87	10.568,38	11.275,14
€/M2 ENVOLVENTE	117,79	66,48	60,22	62,85	84,01	93,80
€/M2 FACHADA	145,35	99,09	84,67	70,53	113,41	142,31
2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS						
€/VIVIENDA	1.406,79	3.414,58	2.617,19	1.146,85	3.316,55	2.813,04
TOTAL COSTE REI ACT. ACTIVAS+ ACT. PASIVAS						
€/VIVIENDA	10.791,23	9.884,26	11.169,31	11.062,73	13.884,92	14.088,18
CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA						
Nº LETRAS MEJORA CALIFICACIÓN	2	3	3	1	4	4

En los siguientes gráficos se visualiza la relación entre la calificación energética y costo de rehabilitación.



Según los datos aportados en este y anteriores apartados, se resumen las actuaciones según se describe en los siguientes párrafos.

Analizando estos seis casos de estudio del Programa REVIVE 2012 del Gobierno Vasco realizado en viviendas tipo del período desarrollista.

En cuanto al coste de las **medidas pasivas**: el coste medio de la envolvente por vivienda es de 9.400 €. Si hablamos de m² de fachada el coste medio, es de 109 €, en este caso hay diversos tipos de fachada desde SATE a FV y sus precios van desde 70 €/m² a 145 €/m² aproximadamente.

El coste de las **medidas activas** es más relativo a la hora de generalizar. En estos casos supone una media aproximada de 2.500 €/vivienda.

La media global de activas + pasivas es de 11.900 €/vivienda.

En estos casos de estudio los ejemplos más caros son el de Vitoria-Gasteiz y el de Zarautz, sin embargo, ambas consiguen una mejora de cuatro letras en la calificación energética. Solo el ejemplo de Vitoria obtiene una calificación "A" también siendo el único que emplea ventilación de doble flujo con recuperador de calor.

En relación a los materiales utilizados en los proyectos, destaca el proyecto de Vitoria-Gasteiz con espesores de aislamientos en fachada de 12 cm y en cubierta de 10 cm. La carpintería de PVC con doble acristalamiento con gas argón en su cámara y aislamiento de EPS en la cámara sanitaria. El proyecto de Zarautz contaría con espesores de aislamiento reducidos de 6 cm en fachada y 6-8 cm en cubierta.

La fachada ventilada predomina en los proyectos, incorporándose a la envolvente de los edificios de Arrigorriaga, Eibar, Vitoria-Gasteiz y Zarautz. El proyecto de Mondragón utiliza un SATE para la intervención en fachadas y en Bilbao se realiza un SATE en fachada principal y un insuflado en fachadas posteriores. La combinación de fachada ventilada y SATE la plasman los proyectos de Arrigorriaga y Vitoria-Gasteiz.

En cuanto a las actuaciones activas, la sustitución de calderas predomina en los proyectos, realizándose en Arrigorriaga, Bilbao, Vitoria-Gasteiz y Zarautz. Se incorpora instalación solar para ACS en Bilbao y Eibar. Y el proyecto de Vitoria-Gasteiz cuenta con una instalación de ventilación de doble flujo.

En las tablas y gráficos presentados en este y anteriores apartados se observa que el proyecto de Mondragón tiene el coste más bajo de actuación pasiva por m² de fachada y de actuación activa por vivienda, sin embargo, mejora únicamente una letra la calificación energética, debido a ello la relación costo por mejora de calificación es la más elevada. Se ha de indicar que este proyecto dispone de la mejor calificación energética antes de la intervención, disponía de una letra D y después de la intervención obtiene una C, como en la mayoría de los proyectos.

Observando la gráfica de “Relación costo/mejora una letra”, destaca el proyecto de Bilbao como el más eficiente. Este proyecto cuenta con las actuaciones pasivas más económica por vivienda y por el contrario las actuaciones activas son las más elevadas por vivienda y mejora tres letras.

El proyecto de Eibar se podría considerar como un punto medio del estudio, tanto las actuaciones pasivas y activas por vivienda están en unos valores medios de los seis proyectos, así como la mejora de la calificación energética, mejorando tres letras y alcanzando la calificación B.

Los proyectos Vitoria-Gasteiz y Zarautz tienen unos valores elevados en los costes de actuaciones pasivas y activas, reflejándose esta inversión en la mejora en la calificación energética de cuatro letras. Vitoria-Gasteiz disponía de una letra E antes de la actuación y obtiene después de la intervención la letra A. Zarautz pasa de una la letra G a una C.

El proyecto de Arrigorriaga realiza una elevada inversión en las actuaciones pasivas por envolvente y una mínima inversión en actuaciones activas. El resultado en la calificación energética es la mejora de dos letras, obteniendo una calificación C.

4 RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN DE EDIFICIOS REHABILITADOS

4.1 INTRODUCCIÓN

En ese apartado, se pretende dar una visión real de la monitorización de consumos en un edificio y el estado de confort de la vivienda. Se expondrá el cómo realizarla y los datos que se pueden extraer de la misma. Para ello, se estudiará la monitorización y los resultados de seis diferentes edificios rehabilitado bajo las ayudas del Plan REVIVE (2012) del Gobierno Vasco.

4.2 VARIABLES/UNIDADES FÍSICAS DE MEDICIÓN

- Energía [kWh]: nos aportará el consumo energético de cada vivienda (demanda energética).
- Temperatura [°C]: grado de confort térmico alcanzado en la vivienda.
- Humedad relativa [Cantidad de vapor de H₂O contiene el aire/Cantidad máxima. de vapor H₂O puede contener]: calidad del aire interior.
- PPM CO₂ [Partes por millón de CO₂]: calidad del aire interior.

4.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN

Para la medición de las variables del punto anterior, se utilizan los siguientes equipos:

- Medición de energía (calefacción):

Se coloca un equipo de medición de energía kWh por vivienda con capacidad de generación de impulsos cada 10 minutos. Éste, debe ser instalado en la impulsión del circuito de calefacción. Justo a la salida de la caldera.

De esta manera, obtendremos la medición del consumo energético de los sistemas emisores, el cual se puede tomar como la demanda energética de la vivienda si obviamos las pérdidas de calor por distribución entre elementos emisores. Se aconseja que el medidor sea de tipo acumulativo, es decir, cada impulso contabilizado se suma a la lectura anterior. De esta manera, el estudio de los datos obtenidos es más sencillo.

En la figura 4.1 y 4.2 se puede observar la instalación del contador y las características que debe tener respectivamente.



Figura 4.1. (fuente: GOBIERNO VASCO)

Datos mecánicos

Clase Ambiental	Cumple EN 1434 clase A (MID clase E1)
Temperatura ambiente	5...55°C, en ausencia de condensación, localización cerrada (instalación interior)
Clase de protección	
– Integrador	IP54
– Caudalímetro	IP65
Temperatura del medio	
– Calorímetro	402-V/W: 15...130°C
– Contador de frío	402-T: 2...50°C
– Contador calor/frío	402-T: 2...130°C
– Fluido caloportador	Agua
Temperatura de almacenaje	-20...60°C (caudalímetro seco)
Presión nominal (rosca)	PN16
Presión nominal (bridas)	PN25
Peso	De 1,8 a 12 kg dependiendo del tamaño del caudalímetro
Cable de caudalímetro	1,5 m (el cable no puede ser desconectado)
Cables de conexión	ø3,5...6 mm
Cable de alimentación	ø5...10 mm



Cuando la temperatura del agua sea superior a 90° C se recomienda utilizar caudalímetros embridados y montar el integrador en la pared.

Precisión

Subconjuntos de contador	MPE según EN 1434-1	Precisión típica MULTICAL® 402
Caudalímetro	$E_f = \pm(2 + 0,02 q_p/q) \%$	$E_f = \pm(1 + 0,01 q_p/q) \%$
Integrador	$E_c = \pm(0,5 + \Delta\Theta_{min}/\Delta\Theta) \%$	$E_c = \pm(0,15 + 2/\Delta\Theta) \%$
Sondas de temperatura	$E_t = \pm(0,5 + 3\Delta\Theta_{min}/\Delta\Theta) \%$	$E_t = \pm(0,4 + 4/\Delta\Theta) \%$

Figura 4.2. (fuente: GOBIERNO VASCO)

-Temperatura y humedad relativa

Estas dos variables se miden con un solo equipo por vivienda “termohigrómetro”. Será capaz de medir temperatura y humedad relativa. El equipo, deberá tener incorporado un sistema de emisión de radio.

Se aconseja que el equipo se instale en una zona seca de la vivienda preferiblemente el salón y a ser posible instalado sobre una división interior adiabática del mismo.



Figura 4.3. (fuente: GOBIERNO VASCO)

4.4 ENVÍO Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

- Envío de datos:

- Medición de energía (calefacción):

El equipo de medición, irá conectado a una antena de radio retransmisora de pulsos de medida. Éste equipo es el que se comunicará con la estación de recepción de la cual se hablará más adelante. El envío de datos se realiza cada 10 minutos de manera ininterrumpida. En caso de que el propio equipo de medición tuviera la capacidad de emisión de radio. Este equipo adicional sería innecesario.



Figura 4.4. (fuente: GOBIERNO VASCO)

- Temperatura y humedad relativa:

El propio equipo tiene incorporado la emisión de radio, por lo que no es necesario incorporar un equipo de emisión. Al igual que el equipo anterior el envío de datos se realiza cada 10 minutos de manera ininterrumpida.

Technical data:

Supply	24 Vac/dc (22...28 V)
Frequency	3.6 V AA battery, 2 Ah
Range	868.30 MHz, Class 1
	in the line of sight 500 m
	inside buildings 20...100 m
Transmission power	+8 dBm
Reception sensitivity	-109 dBm
Modulation	FSK
Maximum pulse frequency	20 Hz
Minimum pulse duration	25 ms
Maximum amount of pulses	pre-counting multiplier x 500 000 The counter resets when the maximum amount of pulses is reached.

Pulse generator contact

Potential	floating, insulation to earth
Resistance	open: >1 MΩ, closed: <2 kΩ
Ambient temperature	-40...+50 °C
Ambient humidity	0...100 % rH (non-condensing)
Housing	PC plastic, IP54

Estimated battery life with

different transmission intervals:

6 s	1 year
1...5 min	2 years
15...30 min	4 years

Wiring:

1	24 Vac/dc
2	0 V
3	Pulse generator signal

Ordering guide:

Model	Product number	Description
PAFL	1191170	wireless pulse counter



Figura 4.5. (fuente: GOBIERNO VASCO)

- Sistema de recepción y envío de datos a servidor:

Este sistema, consta de repetidores de radio y una central receptora.

Para realizar esta acción será necesario incorporar una central de recepción de datos. Cada central, contará con los siguientes equipos:

Repetidores de señal de radio: se instalarán dependiendo la distancia a la central receptora, el suficiente número de repetidores, para obtener una señal limpia y de intensidad suficiente en la central.

Central receptora: dispondrá de los siguientes equipos en su interior.

-Estación receptora de señal de radio, se encargará de recibir todos los pulsos que llegan desde los repetidores.

-Equipo registrador con interface web “miniserver”, es el equipo encargado de comunicar y gestionar todos los datos que entran a la estación a través del receptor de señal de radio.

-Modem ADSL, encargado de transferir los datos que el miniserver ordene, a un servidor web. Donde se almacenan para el posterior estudio de los mismos.

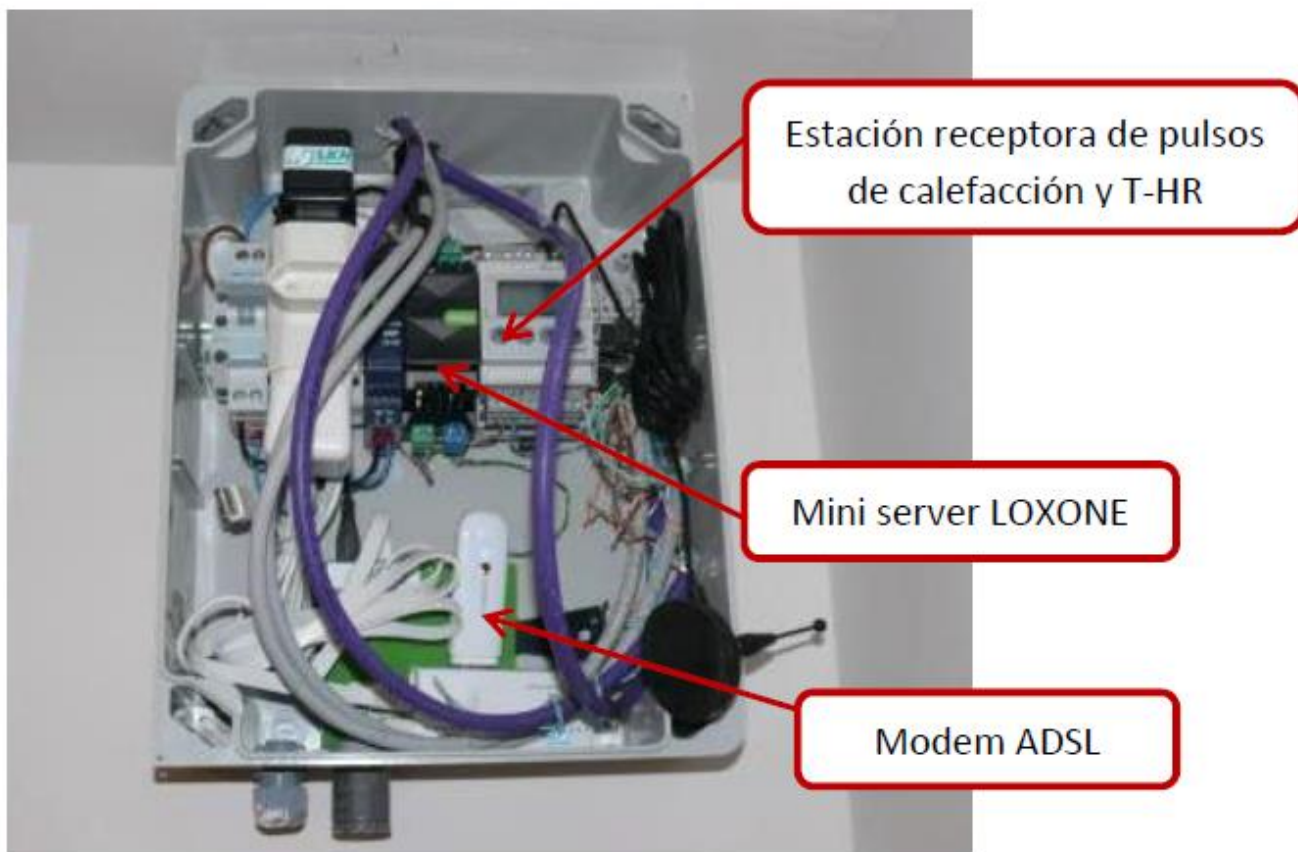


Figura 4.6. (fuente: GOBIERNO VASCO)

4.5 CROQUIS GENERAL

Se podría resumir la monitorización del edificio con el siguiente croquis, que resume lo explicado hasta el momento

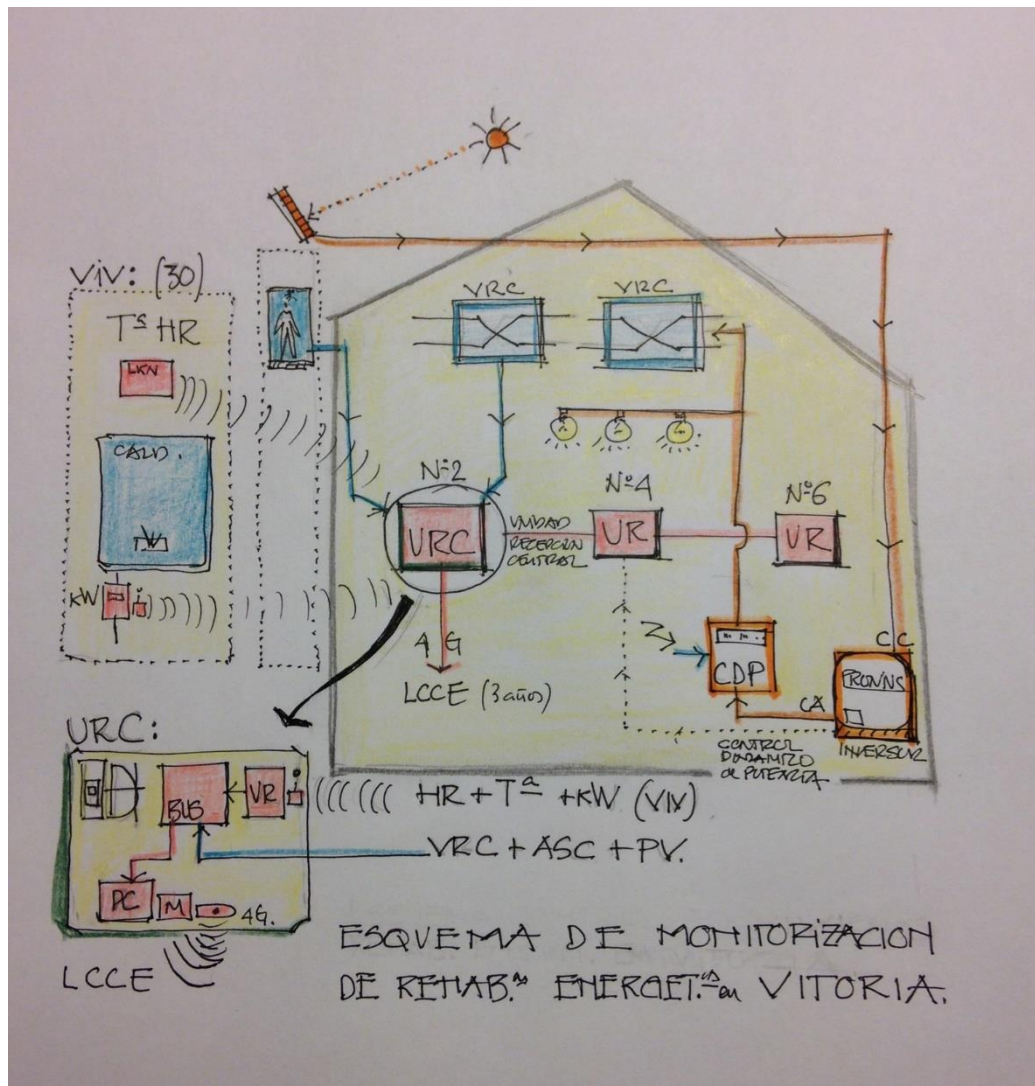


Figura 4.7. (fuente: PROPIA)

4.6 ESTUDIO DE DATOS DIEZMINUTADOS.

En este apartado, se van a presentar ejemplos de datos que se pueden extraer de los datos de la monitorización diezminutados.

En este caso, se van a exponer resultados de la monitorización diezminutada del año 2016 de la rehabilitación energética integral de Calle Cuadrilla de Laguardia en el barrio de Zaramaga de Vitoria-Gasteiz.

A continuación, se expondrán datos de los siguientes indicadores:

Demanda energética anual de las viviendas.

Tª media mensual por vivienda en la época en la que hay demanda de calefacción.

Tª media, mínima, humedad relativa y consumo energético del día más desfavorable de la época invernal y temperatura media, máxima y humedad relativa del día más desfavorable de la época estival.

Sobrecalentamiento anual de la vivienda.

-

4.6.1 Demanda energética anual de las viviendas.

REFERENCIA	VRC	CONTADOR	SUPERFICIE	DEMANDA [KWh]	DEMANDA [KWh/m2año]
1	SI	SI	49,75	3133,00	62,97
2	SI	SI	41,85	2130,00	50,90
3	SI	NO	63,07	0,00	0,00
4	SI	SI	63,07	3738,00	59,27
5	SI	SI	63,07	3084,00	48,90
6	SI	SI	63,07	8467,00	134,25
7	SI	SI	63,07	0,00	0,00
8	SI	SI	63,07	2832,00	44,90
9	SI	SI	63,07	0,00	0,00
10	SI	SI	63,07	423,00	6,71
11	SI	SI	49,75	3542,00	71,20
12	SI	SI	41,85	3551,00	84,85
13	SI	NO	63,07	0,00	0,00
14	SI	SI	63,07	0,00	0,00
15	NO	SI	63,07	2072,00	32,85
16	NO	SI	63,07	0,00	0,00
17	SI	SI	63,07	0,00	0,00
18	SI	SI	63,07	681,00	10,80
19	SI	SI	63,07	2289,00	36,29
20	SI	SI	63,07	2571,00	40,76
21	SI	SI	49,75	3108,00	62,47
22	SI	SI	41,85	2353,00	56,22
23	SI	NO	63,07	0,00	0,00
24	SI	SI	63,07	3066,00	48,61
25	NO	SI	63,07	0,00	0,00
26	SI	NO	63,07	0,00	0,00
27	SI	SI	63,07	3990,00	63,26
28	NO	SI	63,07	553,00	8,77
29	SI	SI	63,07	607,00	9,62
30	SI	SI	63,07	3287,00	52,12

4.6.2 Temperatura media mensual por vivienda de la época invernal.

REFERENCIA	Tº MEDIA ENERO ºC	Tº MEDIA FEBRERO	Tº MEDIA MARZO	Tº MEDIA ABRIL
201	19,18	18,56	18,71	17,48
202	16,31	17,02	15,66	16,90
203	15,66	15,34	15,22	16,27
204	21,00	21,56	20,78	20,92
205	18,08	18,54	17,90	17,98
206	24,01	24,41	23,83	23,59
207	15,27	15,53	14,94	16,46
208	20,49	20,98	20,41	21,47
209	13,90	14,10	13,52	16,00
210	16,24	16,67	16,08	18,68
401	20,84	22,07	21,87	21,76
402	18,54	20,04	18,68	19,46
403	21,27	22,45	21,62	21,50
404	17,54	18,47	18,37	18,89
405	18,01	18,80	17,94	18,65
406	16,14	16,81	16,41	17,79
407	19,87	20,65	19,95	20,33
408	18,94	18,72	18,04	18,72
409	20,59	20,95	20,16	20,03
410	18,62	18,88	18,19	18,34
601	18,73	21,14	20,27	20,10
602	18,81	19,34	18,98	19,12
603	20,99	21,41	20,49	20,67
604	20,86	21,47	20,96	20,73
605	19,88	20,50	19,93	20,16
606	17,46	17,59	17,23	18,73
607	22,45	23,72	21,92	22,49
608	19,75	19,91	19,54	20,22
609	18,96	19,28	18,52	19,65
610	21,95	21,39	20,81	21,07

Tº MEDIA MAYO	Tº MEDIA OCTUBRE	Tº MEDIA NOVIEMBRE	Tº MEDIA DICIEMBRE
20,22	18,83	18,91	19,44
18,40	18,45	16,79	16,87
18,40	17,84	15,70	14,94
21,08	20,80	20,66	21,01
19,57	19,11	18,71	18,67
22,16	20,70	20,93	21,16
18,80	18,23	15,79	16,19
22,22	20,66	20,80	20,40
18,99	17,34	11,97	11,80
21,56	20,37	17,57	16,47
21,70	18,12	14,47	18,98
20,89	22,43	21,70	21,37
21,79	21,95	21,34	22,24
20,53	18,67	15,64	16,02
20,04	19,80	18,32	18,07
20,26	19,61	17,83	17,17
21,31	21,37	19,90	19,57
20,85	20,68	18,96	18,58
21,34	21,12	20,12	20,17
20,15	20,06	19,05	18,25
19,87	19,09	20,22	20,54
19,40	19,66	19,25	19,51
21,00	21,29	20,78	20,88
20,90	20,38	19,63	19,94
21,93	21,41	20,27	20,07
21,05	20,64	18,33	17,56
23,15	21,99	22,40	21,61
22,13	21,76	19,82	19,43
21,75	20,88	19,10	18,11
22,00	22,18	21,10	19,54

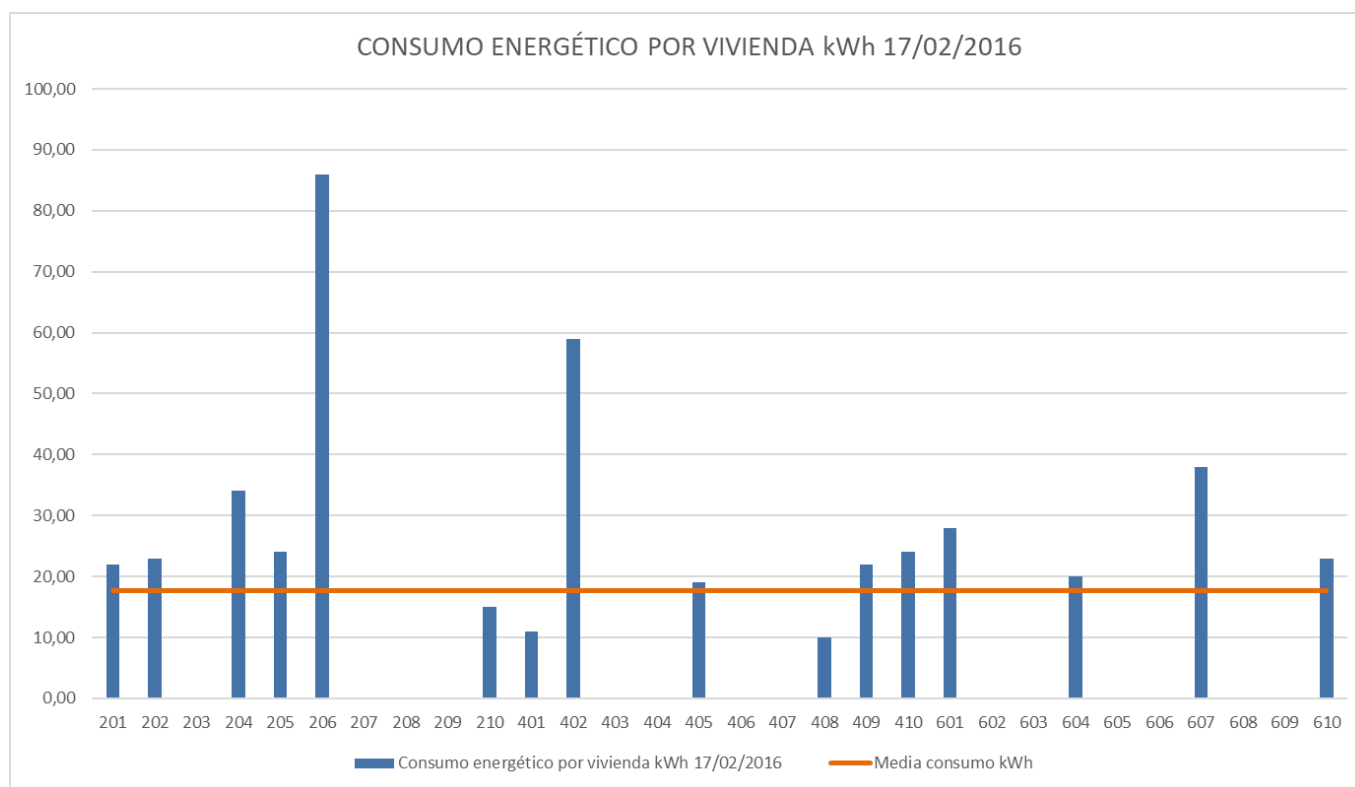
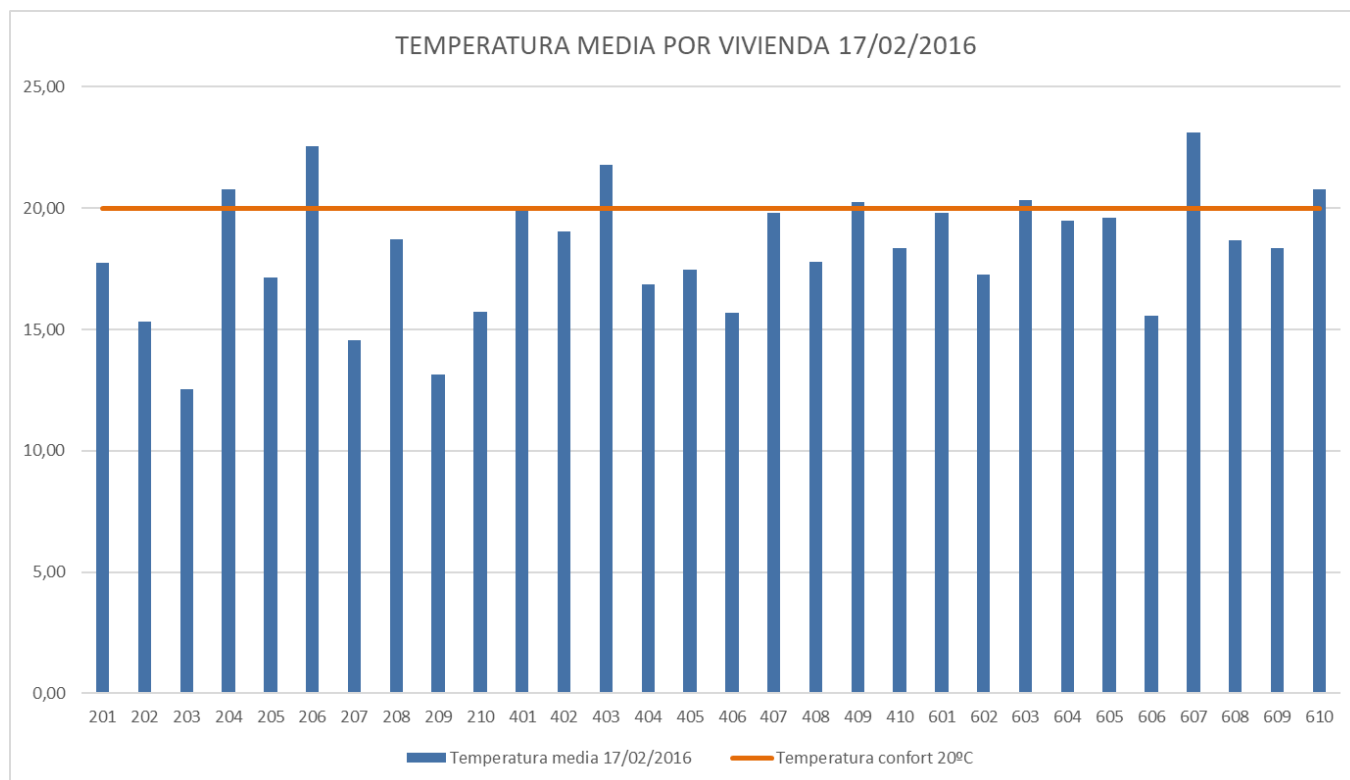
4.6.3 -Tª media, mínima, humedad relativa y consumo energético del día más desfavorable de la época invernal y temperatura media, máxima y humedad relativa del día más desfavorable de la época estival.

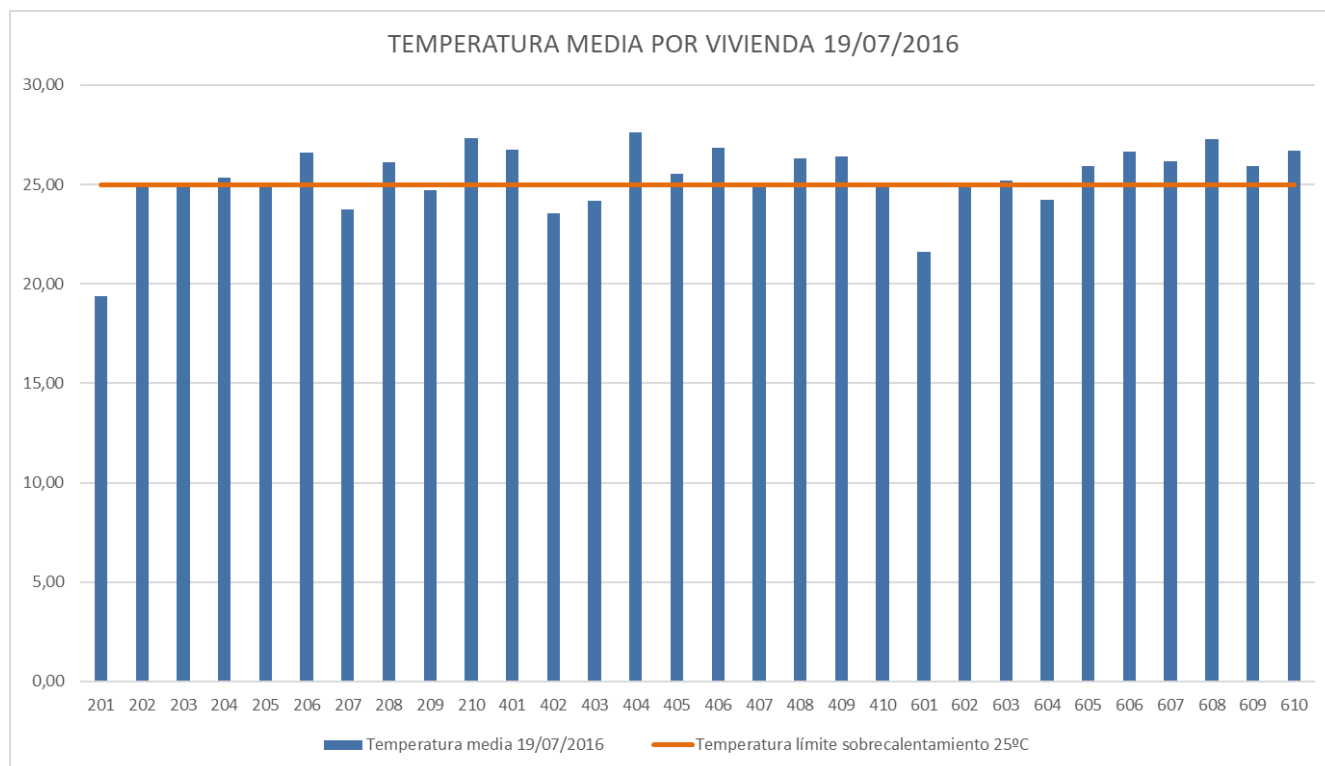
A continuación, se muestra la fecha y las temperaturas exteriores mínimas y máximas:

	FECHA	TEMPERATURA
TEMPERATURA MÍNIMA AÑO 2016	17/02/2018	-5,6
TEMPERATURA MÁXIMA AÑO 2016	19/07/2016	38,8

Los resultados obtenidos para los dos días de estudio se muestran a continuación:

REFERENCIA	Tª MEDIA 17/02/2016	Tª MIN 17/02/2016	HR MEDIA 17/02/2016	CONSUMO 17/02/2016	Tª MEDIA 19/07/2016	Tª MAX 19/07/2016	HR MEDIA 19/07/2016
201	17,73	16,80	32,75	22,00	19,38	25,20	56,25
202	15,31	14,00	40,93	23,00	24,85	26,60	48,67
203	12,53	12,20	41,06	0,00	25,05	26,90	40,21
204	20,77	19,80	32,75	34,00	25,33	26,10	46,81
205	17,16	15,40	37,37	24,00	25,07	26,50	43,77
206	22,57	16,76	22,43	86,00	26,58	28,70	36,10
207	14,56	14,40	46,55	0,00	23,75	24,30	48,36
208	18,71	17,10	37,44	0,00	26,10	27,10	42,62
209	13,15	12,90	41,56	0,00	24,71	25,50	43,67
210	15,72	14,90	55,62	15,00	27,34	29,00	47,52
401	19,96	19,70	43,89	11,00	26,74	28,89	46,06
402	19,03	18,00	46,20	59,00	23,54	24,30	58,75
403	21,78	19,90	30,93	0,00	24,20	25,00	50,57
404	16,88	16,40	61,55	0,00	27,62	30,10	54,97
405	17,47	16,30	40,02	19,00	25,54	26,80	37,55
406	15,68	15,40	45,19	0,00	26,83	29,80	35,47
407	19,81	19,10	44,65	0,00	25,00	25,80	43,55
408	17,80	17,10	40,23	10,00	26,30	27,30	38,77
409	20,24	19,90	41,78	22,00	26,41	27,10	48,62
410	18,34	17,80	41,16	24,00	24,89	25,40	44,11
601	19,82	18,30	34,86	28,00	21,62	22,30	52,87
602	17,26	15,00	31,40	0,00	25,04	26,80	40,88
603	20,33	18,60	36,62	0,00	25,20	26,40	41,45
604	19,48	18,30	33,02	20,00	24,24	24,90	45,26
605	19,59	18,90	57,50	0,00	25,91	26,80	58,55
606	15,58	15,30	36,37	0,00	26,64	27,90	38,09
607	23,14	21,30	41,32	38,00	26,16	27,30	42,08
608	18,69	18,40	55,03	0,00	27,26	28,30	38,03
609	18,37	17,90	35,98	0,00	25,91	26,60	42,70
610	20,78	20,40	33,93	23,00	26,69	27,30	42,36





4.6.1 Sobrecalentamiento anual viviendas.

Se entiende por sobrecalentamiento, los momentos en los cuales una vivienda o espacio de un edificio se encuentra por encima de los 25°C, temperatura a la cual se considera que hay ausencia de confort.

Al no disponer las viviendas de un sistema de refrigeración. Las medidas pasivas que se han tomado en la rehabilitación, sombreado de los elementos transparentes del edificio etc. Son las únicas que evitan la aparición de sobrecalentamiento.

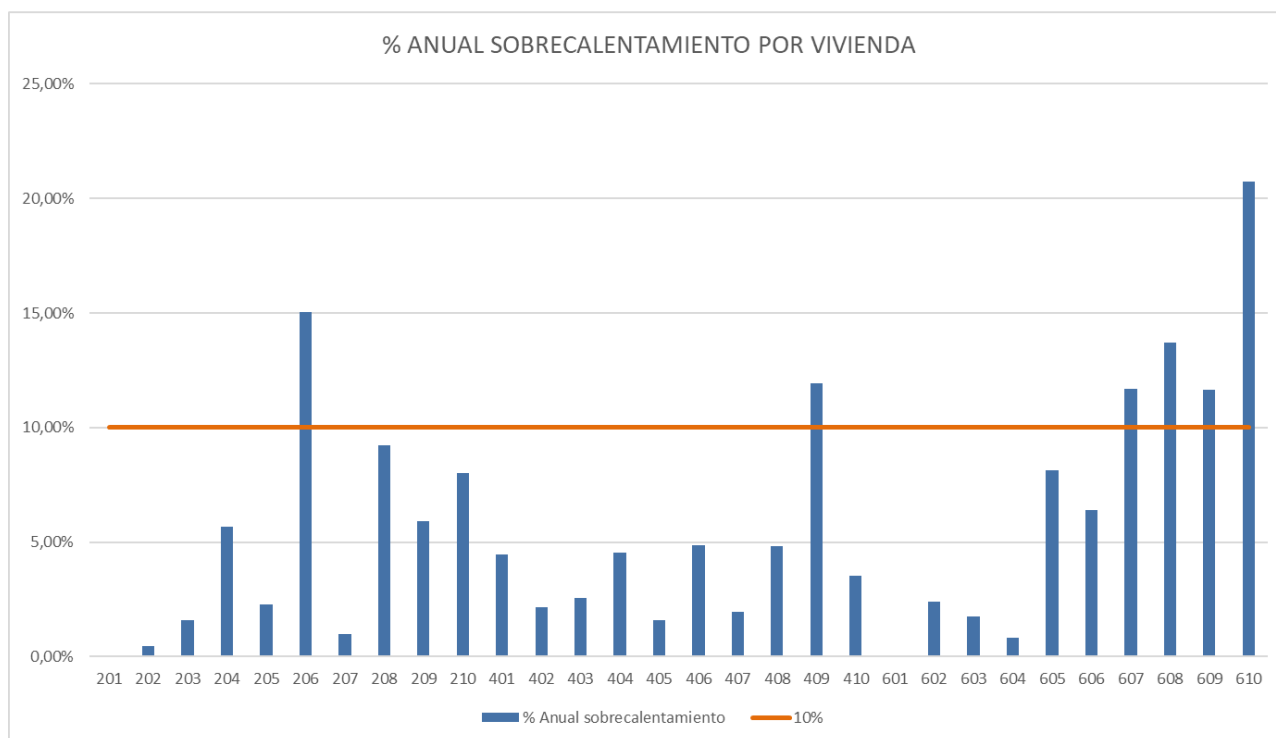
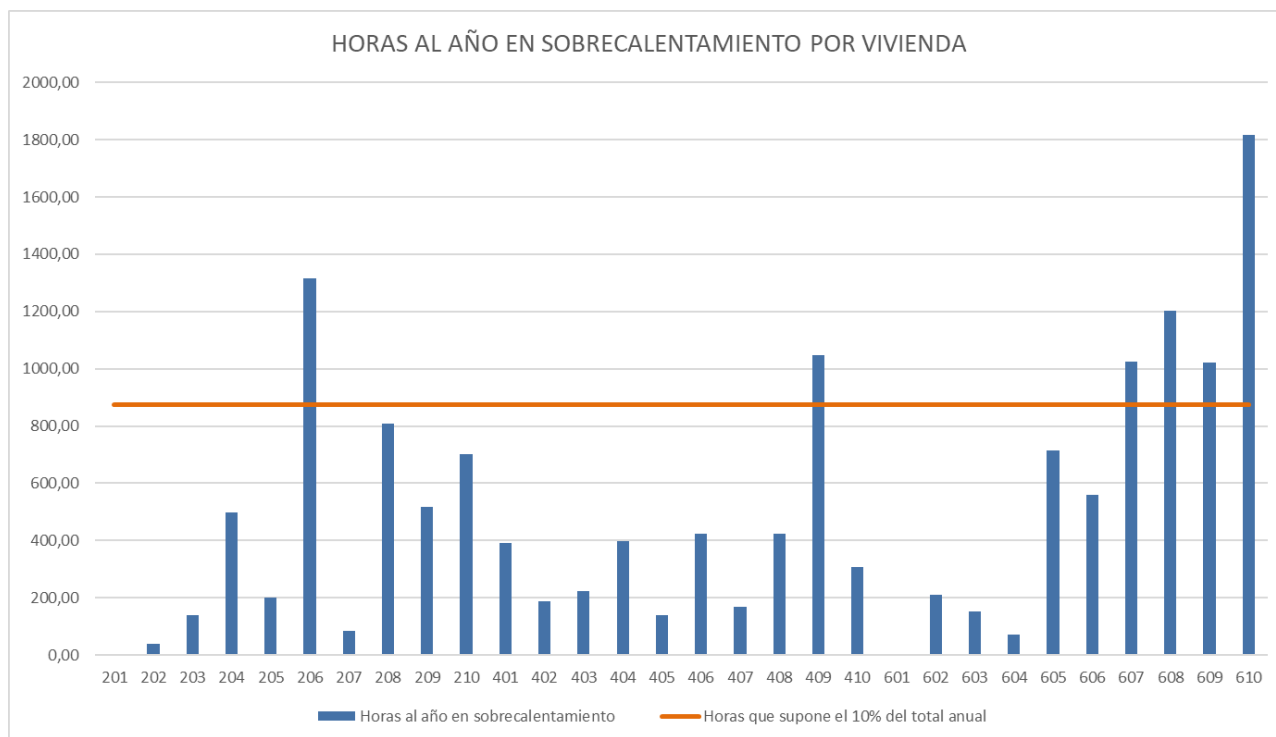
Se entiende que una vivienda no tiene este problema cuando, el porcentaje del tiempo que está por encima de 25°C, no supera el 10% del total del año.

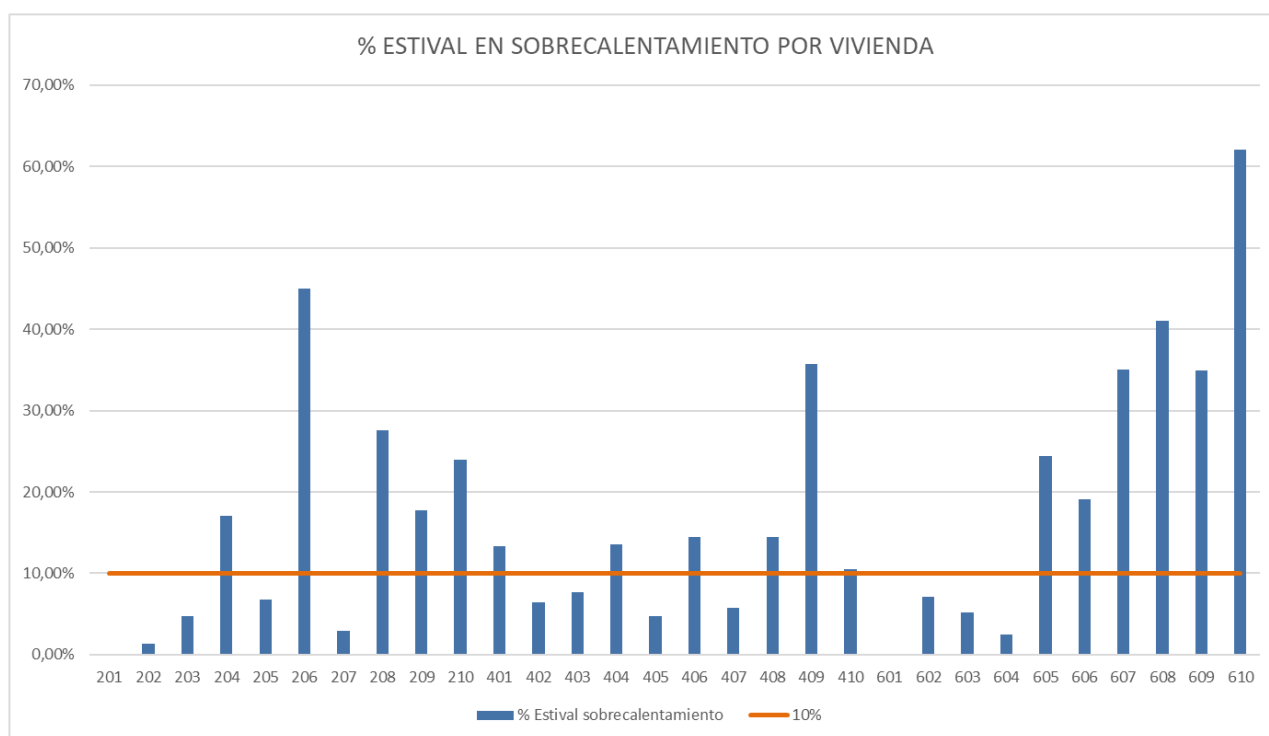
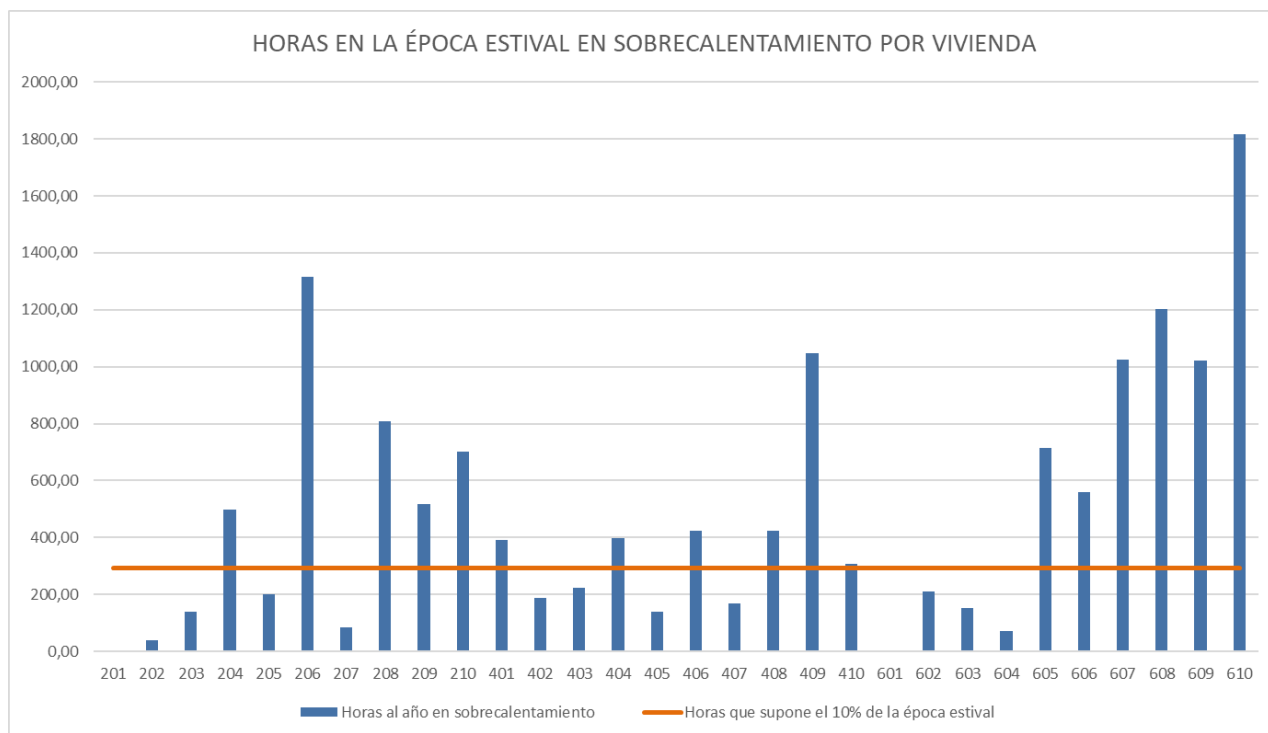
El sobrecalentamiento es un problema que cada vez va a ser más importante. La envolvente térmica si está bien diseñada también evita este problema. Recordemos que las neveras están también perfectamente aisladas.

En el caso de las viviendas de Zaramaga en Vitoria-Gasteiz hay una fachada con grandes huecos orientada al oeste, la orientación más problemática de cara al sobrecalentamiento.

Se proyectan protecciones verticales y tras la monitorización se comprueba en las tablas y gráficos que se muestran a continuación. Que las viviendas de Zaramaga, en su gran mayoría no tienen este problema ya que el porcentaje del tiempo que está por encima de 25°C no supera el 10% del total del año.

REFERENCIA	TEMPERATURA INTERIOR >25°C [MINUTOS/AÑO]	TEMPERATURA INTERIOR >25°C [HORAS/AÑO]	% SOBRECALENTAMIENTO ANUAL [ENERO-DICIEMBRE]	% SOBRECALENTAMIENTO ÉPOCA ESTIVAL [JUNIO-SEPTIEMBRE]
201	180	3,00	0,03%	0,10%
202	2410	40,17	0,46%	1,37%
203	8270	137,83	1,57%	4,71%
204	29870	497,83	5,68%	17,00%
205	11960	199,33	2,28%	6,81%
206	79000	1316,67	15,03%	44,97%
207	5130	85,50	0,98%	2,92%
208	48460	807,67	9,22%	27,58%
209	31070	517,83	5,91%	17,69%
210	42130	702,17	8,02%	23,98%
401	23480	391,33	4,47%	13,37%
402	11230	187,17	2,14%	6,39%
403	13400	223,33	2,55%	7,63%
404	23840	397,33	4,54%	13,57%
405	8310	138,50	1,58%	4,73%
406	25490	424,83	4,85%	14,51%
407	10180	169,67	1,94%	5,79%
408	25420	423,67	4,84%	14,47%
409	62780	1046,33	11,94%	35,74%
410	18520	308,67	3,52%	10,54%
601	0	0,00	0,00%	0,00%
602	12560	209,33	2,39%	7,15%
603	9160	152,67	1,74%	5,21%
604	4310	71,83	0,82%	2,45%
605	42860	714,33	8,15%	24,40%
606	33560	559,33	6,39%	19,10%
607	61500	1025,00	11,70%	35,01%
608	72150	1202,50	13,73%	41,07%
609	61290	1021,50	11,66%	34,89%
610	109060	1817,67	20,75%	62,08%





4.7 COMPARATIVA MONITORIZACIÓN REHABILITACIONES

En este apartado, se van a comparar los resultados extraídos de diferentes monitorizaciones realizadas en edificios rehabilitados bajo las ayudas del plan Revive de Gobierno Vasco. Los edificios objeto de análisis serán los siguientes:

- Calle Lepanto 5 en Arrigorriaga.
- Plaza Corazón de María en Bilbao.
- Calle Txaltxa Zelai 2 en Eibar.
- Barrio Makatzena en Mondragón.
- Calle Cuadrilla de Laguardia 2-6 de Vitoria-Gasteiz.
- Plaza Ixpilla 2 de Zarautz.

En primer lugar, se expondrán los resultados de las diferentes rehabilitaciones. Y a continuación, se presentará una comparativa entre ellos indicando las demandas energéticas de cada uno. Y la eficiencia de la rehabilitación teniendo en cuenta el ahorro energético respecto al costo de las medidas ejecutadas en eficiencia energética tanto en envolvente como instalaciones.

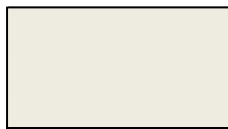
Se expondrá de cada edificio los siguientes indicadores extraídos de la monitorización:

- Media de temperaturas anuales por vivienda.
- Media de humedad relativa por vivienda.
- Promedio de temperaturas y humedad relativa del periodo completo de monitorización.
- Demanda energética en kWh/m²año.
- Promedio de temperatura, humedad relativa y demanda energética del global del edificio.

4.7.1 Premisas sobre viviendas escogidas en cada edificio.

Dentro de la monitorización de cada edificio, se han escogido para el estudio las viviendas en las que se entiende que tienen un cierto grado de confort. Para ello, se han seleccionado las viviendas que tienen temperaturas medias en los meses más fríos del año por encima de 18°C.

Los resultados de demandas energéticas de las viviendas seleccionadas aparecerán en una celda del siguiente formato:



Como adelanto a las conclusiones, destacar que los resultados entre viviendas del mismo edificio son bastante confusos al existir variación de demandas entre viviendas muy altas. Esto puede ser debido a diferentes cuestiones que se expondrán en las conclusiones de este apartado y que tienen mucho que ver con el régimen de usos de las viviendas.

4.7.2 Condiciones exteriores de los edificios.

Se presentan a continuación las medias mensuales de temperatura y humedad relativa exteriores en la localización de los edificios durante la duración total de la monitorización.

Con esto, se da una imagen de las condiciones climáticas a las que está expuesto cada edificio:

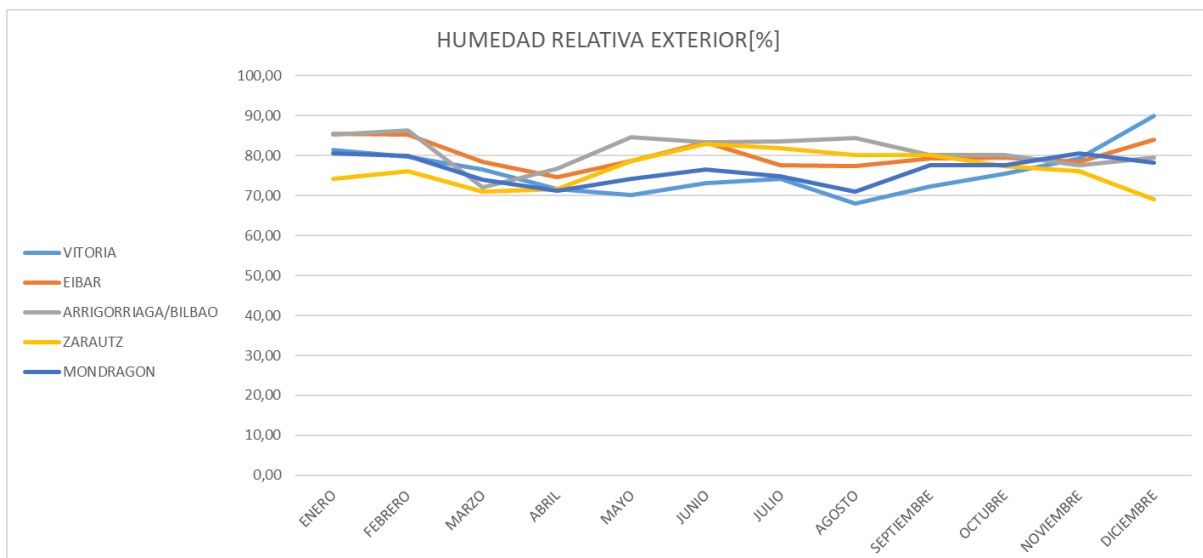
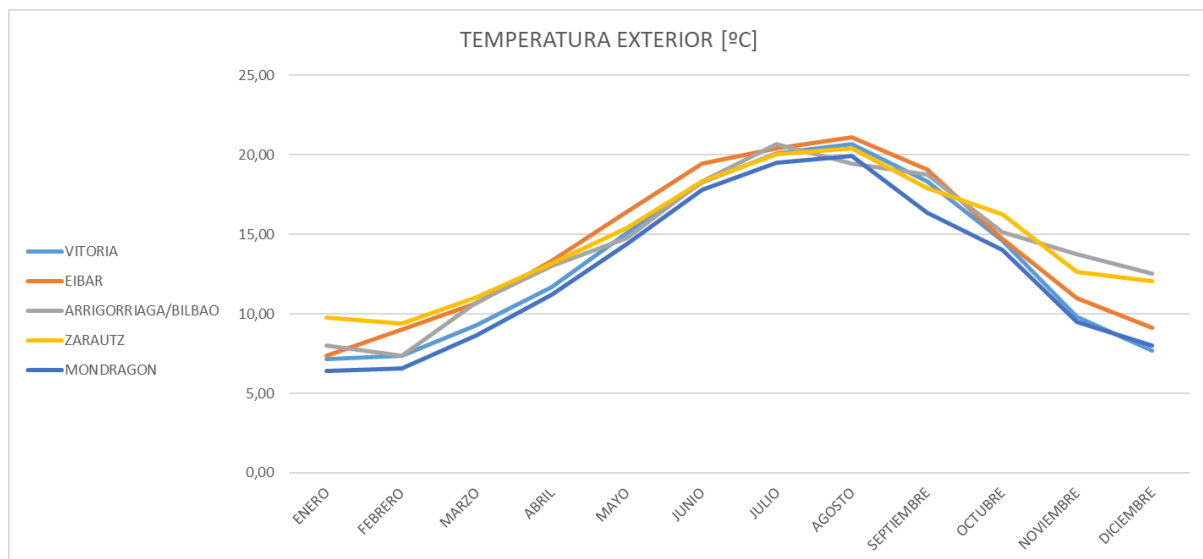
VITORIA-GASTEIZ	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA [°C]	7,14	7,40	9,28	11,70	15,09	18,28	20,11	20,69	18,33	14,61	9,84	7,67
HUMEDAD RELATIVA [%]	81,35	79,75	76,48	71,73	70,19	73,10	74,26	67,94	72,23	75,42	79,27	89,87

EIBAR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA [°C]	7,38	9,00	10,69	13,31	16,42	19,44	20,44	21,10	19,09	14,70	10,98	9,11
HUMEDAD RELATIVA [%]	85,52	85,20	78,49	74,73	78,65	83,37	77,63	77,46	79,38	79,53	78,44	83,96

ARRIGORRIAGA/BILBAO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA [°C]	8,02	7,38	10,71	13,04	14,75	18,36	20,71	19,46	18,76	15,14	13,74	12,56
HUMEDAD RELATIVA [%]	85,34	86,41	72,08	76,71	84,74	83,30	83,66	84,52	80,22	80,14	77,64	79,55

ZARAUTZ	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA [°C]	9,77	9,41	11,06	13,16	15,40	18,34	20,04	20,39	17,92	16,26	12,63	12,04
HUMEDAD RELATIVA [%]	74,27	76,08	70,95	71,74	78,77	82,92	81,79	80,21	80,17	77,37	76,19	69,03

MONDRAGÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA	6,42	6,57	8,65	11,21	14,40	17,83	19,49	19,94	16,37	14,05	9,51	7,99
HUMEDAD	80,52	79,95	74,02	71,13	74,19	76,47	74,80	70,96	77,68	77,50	80,66	78,30



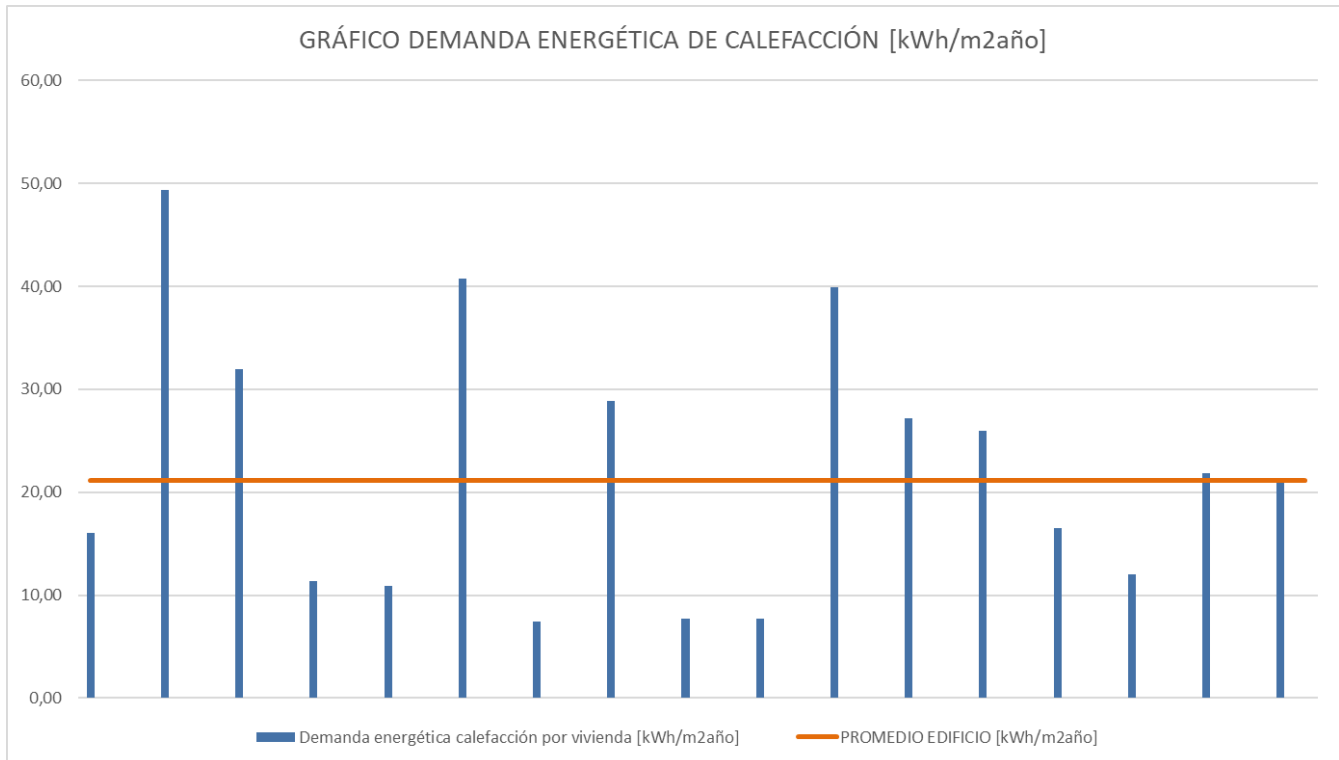
4.7.3 CALLE LEPANTO 5 ARRIGORRIAGA

Tabla resumen monitorización

		2016	2017	2018	PROMEDIO	DEMANDA CALEFACCION [kWh/m2año]
1	TEM [°C]	19,4	19,4	21,2	20,0	16,05
	Hr [%]	61,1	61,5	65,2	62,6	
	E CAL [kWh]	512	1452	1226	1063,3	
2	TEM [°C]	20,9	20,8	17,9	19,8	49,34
	Hr [%]	61,9	61,8	64,0	62,6	
	E CAL [kWh]	3240	3452	3842	3647,0	
3	TEM [°C]	20,5	20,7	19,2	20,1	1,82
	Hr [%]	70,8	71,0	74,5	72,1	
	E CAL [kWh]	120	149	92	120,3	
4	TEM [°C]	20,6	20,9	19,2	20,2	
	Hr [%]	62,3	64,3	55,1	60,6	
	E CAL [kWh]					
5	TEM [°C]	19,9	20,2	21,4	20,5	
	Hr [%]	64,8	65,0	67,6	65,8	
	E CAL [kWh]					
6	TEM [°C]	20,7	20,5	21,3	20,8	31,96
	Hr [%]	67,5	69,4	70,9	69,3	
	E CAL [kWh]	2108	2066	2303	2159,0	
7	TEM [°C]	19,2	19,3	20,7	19,7	5,71
	Hr [%]	75,7	74,9	75,4	75,3	
	E CAL [kWh]	43	479	582	368,0	
8	TEM [°C]	21,9	22,2	20,3	21,5	11,35
	Hr [%]	63,0	62,0	65,0	63,3	
	E CAL [kWh]	549	900	604	752,0	
9	TEM [°C]	19,2	19,8	21,0	20,0	
	Hr [%]	58,4	59,4	59,8	59,2	
	E CAL [kWh]					
10	TEM [°C]	20,6	20,9	18,2	19,9	
	Hr [%]	68,5	67,9	72,6	69,7	
	E CAL [kWh]					
11	TEM [°C]	20,0	19,7	19,9	19,9	
	Hr [%]	64,1	63,4	65,4	64,3	
	E CAL [kWh]					
12	TEM [°C]	19,8	19,8	19,9	19,8	
	Hr [%]	66,3	67,2	70,0	67,9	
	E CAL [kWh]					
13	TEM [°C]	20,9	21,3	21,5	21,2	
	Hr [%]	57,6	57,7	58,7	58,0	
	E CAL [kWh]					
14	TEM [°C]	19,8	20,2	18,2	19,4	10,88
	Hr [%]	56,5	57,5	51,0	55,0	
	E CAL [kWh]	1151	791	361	768	
15	TEM [°C]	20,0	20,1	21,9	20,7	
	Hr [%]	59,3	60,2	61,4	60,3	
	E CAL [kWh]					
16	TEM [°C]	20,4	20,3	20,1	20,3	
	Hr [%]	64,1	64,1	68,0	65,4	
	E CAL [kWh]					
17	TEM [°C]	20,8	20,6	22,4	21,3	40,77
	Hr [%]	62,6	64,9	64,6	64,0	
	E CAL [kWh]	2629	2164	1622	2629,0	
18	TEM [°C]	21,1	21,7	17,6	20,1	7,43
	Hr [%]	57,6	58,1	48,9	54,9	
	E CAL [kWh]	615	567	295	492,4	
19	TEM [°C]	20,3	20,6	16,8	19,2	28,84
	Hr [%]	61,7	63,7	70,0	65,1	
	E CAL [kWh]	1573	2125	2404	2034,0	

20	TEM [°C]	20,3	20,5	20,3	20,4	2,57
	Hr [%]	64,9	64,7	67,8	65,8	
	E CAL [kWh]	214	298	58	190,0	
21	TEM [°C]	21,0	21,4	21,0	21,1	
	Hr [%]	61,0	61,6	65,8	62,8	
	E CAL [kWh]					
22	TEM [°C]	20,5	20,6	20,4	20,5	7,68
	Hr [%]	62,2	63,2	64,8	63,4	
	E CAL [kWh]	385	600	500	495,0	
23	TEM [°C]	20,9	21,8	21,7	21,5	
	Hr [%]	59,1	59,7	60,6	59,8	
	E CAL [kWh]					
24	TEM [°C]	19,4	18,7	16,7	18,3	
	Hr [%]	73,2	56,1	41,7	57,0	
	E CAL [kWh]					
25	TEM [°C]	17,3	22,2	24,0	21,2	
	Hr [%]	66,2	62,6	65,0	64,6	
	E CAL [kWh]					
26	TEM [°C]	19,8	20,3	18,4	19,5	
	Hr [%]	61,8	60,2	57,4	59,8	
	E CAL [kWh]					
27	TEM [°C]	19,3	19,6	19,5	19,4	0,35
	Hr [%]	62,0	62,3	62,9	62,4	
	E CAL [kWh]	1	32	34	22,4	
28	TEM [°C]	21,4	22,3	18,4	20,7	7,71
	Hr [%]	59,3	58,8	52,5	56,9	
	E CAL [kWh]	281	709	542	510,7	
29	TEM [°C]	20,0	20,2	19,1	19,8	
	Hr [%]	59,4	59,7	62,8	60,6	
	E CAL [kWh]					
30	TEM [°C]	21,8	21,4	19,5	20,9	39,87
	Hr [%]	63,6	58,9	56,0	59,5	
	E CAL [kWh]	2701	2986	3154	2947,0	
31	TEM [°C]	19,7	21,1	21,8	20,9	27,16
	Hr [%]	60,4	61,2	65,0	62,2	
	E CAL [kWh]	488	1708	1962	1835	
32	TEM [°C]	21,1	21,0	18,4	20,2	25,93
	Hr [%]	56,7	57,9	57,0	57,2	
	E CAL [kWh]	1445	1646	1924	1671,7	
33	TEM [°C]	21,3	21,8	21,2	21,4	
	Hr [%]	58,5	58,5	57,2	58,1	
	E CAL [kWh]					
34	TEM [°C]	20,6	21,1	22,7	21,4	16,53
	Hr [%]	56,7	57,9	59,8	58,1	
	E CAL [kWh]	343	1085	1247	1166,0	
35	TEM [°C]	22,8	22,8	18,6	21,4	12,01
	Hr [%]	62,7	64,4	54,2	60,4	
	E CAL [kWh]	1042	842	780	888	
36	TEM [°C]	19,4	27,3	21,4	22,7	0,05
	Hr [%]	64,8	62,1	64,8	63,9	
	E CAL [kWh]	8	2	1	3,7	
37	TEM [°C]	20,9	21,2	19,1	20,4	21,88
	Hr [%]	60,4	61,4	53,7	58,5	
	E CAL [kWh]	1250	1535	1447	1410,7	
EDIFICIO	TEM [°C]	20,9	21,1	19,7	20,5	21,12
	Hr [%]	60,9	61,4	60,2	60,8	
	E CAL [kWh]	20312	24628	24213	23051	

A continuación, se muestra un gráfico de los resultados obtenidos en las viviendas que se han seleccionado:



4.7.4 PLAZA CORAZÓN DE MARÍA BILBAO

En este caso, la monitorización no ha finalizado por lo que no se tienen los mismos datos que en el resto de edificios.

Los datos a los cuales se ha tenido acceso aparecen muchas viviendas sin monitorización llegando incluso a no tener ningún dato de consumo en algún portal entero.

Por ello para el estudio se han tomado las viviendas en las que había un consumo y confort relevantes igual que al resto, siendo el resultado obtenido de demanda energética del edificio el siguiente:

DEMANDA CALEFACCION [kWh/m2año]
44,56

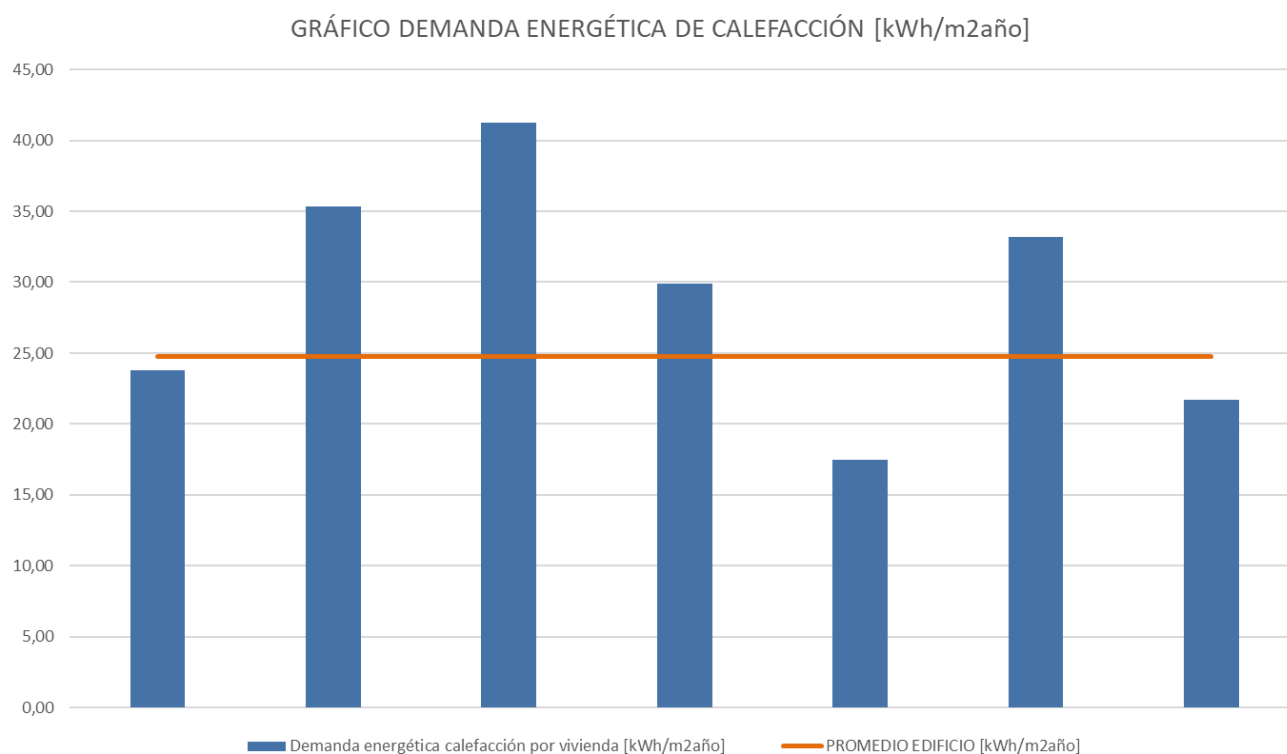
Indicar que el resultado obtenido para este edificio puede variar en gran medida cuando el proceso de monitorización finalice y se analicen todos los datos obtenidos del mismo.

4.7.5 CALLE TXALTXA ZELAI 2 EIBAR

Tabla resumen monitorización

		2016	2017	2018	PROMEDIO	DEMANDA CALEFACCION [kWh/m2año]
1	TEM [°C]	19,2	19,5	19,1	19,3	23,79
	Hr [%]	66,3	67,0	71,9	68,4	
	E CAL [kWh]	1557,0	1119,0	1206,0	1294,0	
2	TEM [°C]	18,4	18,6	18,5	18,5	
	Hr [%]	65,9	66,9	70,2	67,7	
	E CAL [kWh]					
3	TEM [°C]	20,9	20,7	20,2	20,6	35,32
	Hr [%]	60,8	62,2	57,8	60,2	
	E CAL [kWh]	2060,0	1837,0	1867,0	1921,3	
4	TEM [°C]	21,3	21,5	21,5	21,4	41,27
	Hr [%]	63,0	64,0	65,2	64,0	
	E CAL [kWh]	3202,0	3028,0	3031,0	3087,0	
5	TEM [°C]	21,1	20,2	19,5	20,3	29,89
	Hr [%]	58,7	59,6	55,4	57,9	
	E CAL [kWh]	1631,0	1493,0	1754,0	1626,0	
6	TEM [°C]	21,0	21,4	19,6	20,7	17,46
	Hr [%]	62,4	61,4	57,0	60,3	
	E CAL [kWh]	694,0	1272,8	1951,9	1306,2	
7	TEM [°C]	20,6	20,9	21,0	20,8	33,19
	Hr [%]	59,0	58,4	59,7	59,0	
	E CAL [kWh]	1736,9	1678,5	2001,5	1805,6	
8	TEM [°C]	20,8	21,2	22,3	21,4	21,68
	Hr [%]	62,6	61,7	64,3	62,9	
	E CAL [kWh]	1727	1548,0	1590	1621,7	
EDIFICIO	TEM [°C]	18,1	18,2	18,0	18,1	24,79
	Hr [%]	55,4	55,7	55,7	55,6	
	E CAL [kWh]	12607,9	11976,2	13401,4	12661,8	

A continuación, se muestra un gráfico de los resultados obtenidos en las viviendas que se han seleccionado:

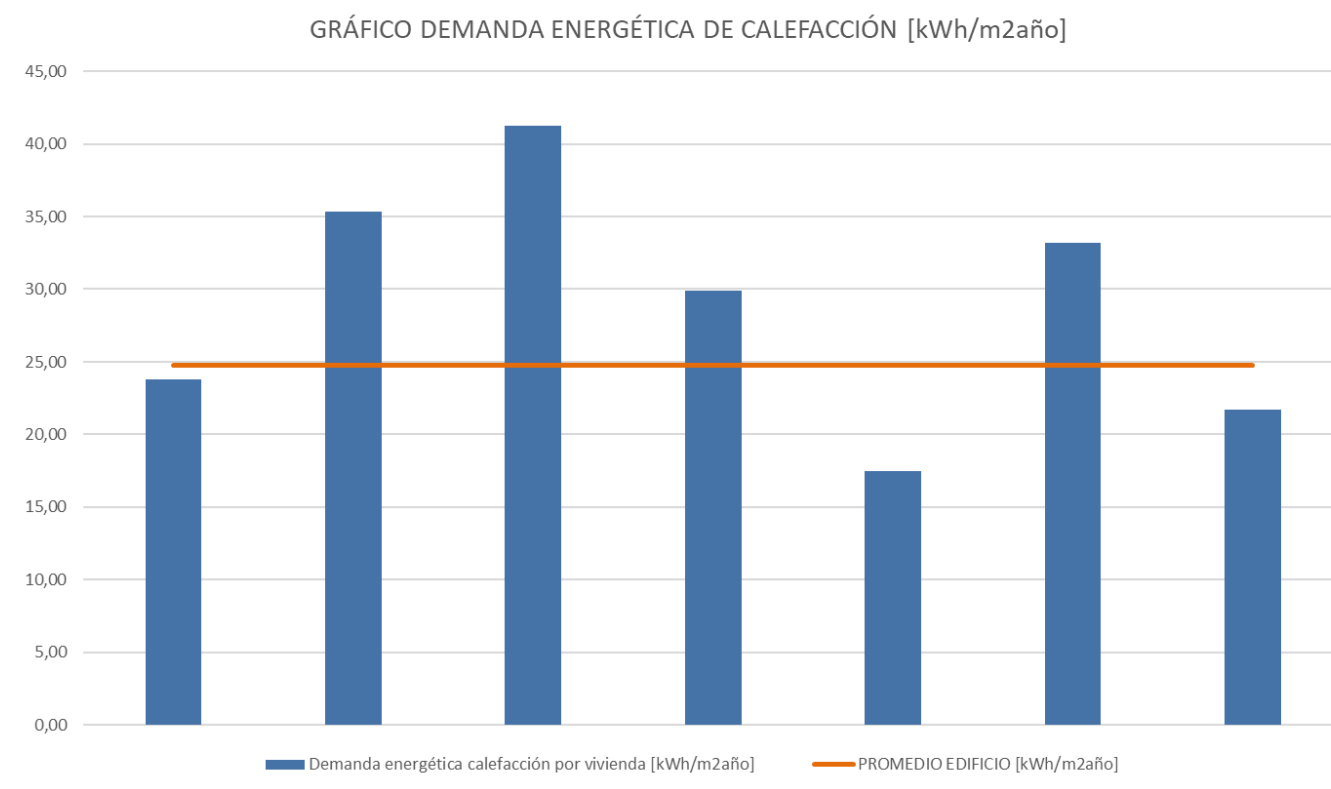


4.7.6 MAKATZENA MONDRAGÓN

Tabla resumen monitorización

		2015	2016	2017	2018	PROMEDIO	DEMANDA CALEFACCION [kWh/m2año]
1	TEM [°C]	20,9	18,8	19,0	17,6	19,0	21,13
	Hr [%]	60,1	58,6	58,6	54,3	58,1	
	E CAL [kWh]	115	1470	1683	1124	1257,5	
2	TEM [°C]	18,1	15,5	18,9	19,2	17,7	72,15
	Hr [%]	69,2	70,9	52,1	44,2	59,9	
	E CAL [kWh]	1269	5914	4432	3795	4292,7	
3	TEM [°C]	19,9	20,3	23,5	20,4	21,3	34,08
	Hr [%]	49,4	48,5	50,9	44,1	48,7	
	E CAL [kWh]	760	2512	1732	2920	2028,0	
4	TEM [°C]	19,7	17,9	17,7	16,0	17,8	42,86
	Hr [%]	62,2	61,1	60,9	60,2	61,1	
	E CAL [kWh]	339	2550	178 (out)	83	2550,0	
5	TEM [°C]	21,8	20,8	20,6	18,1	20,4	0,00
	Hr [%]	62,2	58,1	56,1	50,4	56,8	
	E CAL [kWh]	0	0	0	0	0,0	
6	TEM [°C]	21,6	20,4	21,1	20,4	20,9	33,25
	Hr [%]	59,5	56,5	56,0	51,7	56,0	
	E CAL [kWh]	1297	3795	1109	766	1978,5	
7	TEM [°C]	21,0	20,0	20,6	19,4	20,3	24,33
	Hr [%]	60,7	56,5	55,7	49,9	55,8	
	E CAL [kWh]	12	1296	1953	2175	1447,5	
8	TEM [°C]	21,7	21,0	21,9	19,7	21,2	73,25
	Hr [%]	60,2	56,6	52,4	51,6	55,0	
	E CAL [kWh]	1014	4634	5477	4915	4358,5	
9	TEM [°C]	22,6	21,2	21,6	20,2	21,4	0,00
	Hr [%]	54,9	52,3	52,2	50,0	52,3	
	E CAL [kWh]	0	0	0	0	0,0	
10	TEM [°C]	21,0	19,9	20,7	17,8	20,0	17,80
	Hr [%]	59,0	55,1	53,7	52,8	54,9	
	E CAL [kWh]	297	1147	1420	923	1059,0	
12	TEM [°C]	21,8	20,3	21,6	20,1	21,0	14,10
	Hr [%]	59,0	58,6	49,6	53,0	54,7	
	E CAL [kWh]	28	830	1424	499	839,2	
12	TEM [°C]	21,5	21,3	18,9	20,6	20,4	34,98
	Hr [%]	60,6	53,2	37,3	47,2	48,2	
	E CAL [kWh]	569	1376	3378	2412	2081,5	
13	TEM [°C]	21,3	19,7	20,3	20,2	20,2	28,83
	Hr [%]	63,3	62,2	54,7	43,3	56,7	
	E CAL [kWh]	422	2135	1968	1663	1715,2	
EDIFICIO	TEM [°C]	19,5	18,4	19,0	17,8	18,7	36,07
	Hr [%]	55,7	53,4	49,3	46,6	51,3	
	E CAL [kWh]	6122	27659	24576	21275	23608	

A continuación, se muestra un gráfico de los resultados obtenidos en las viviendas que se han seleccionado:



4.7.7 CUADRILLA DE LAGUARDIA 2-6 VITORIA-GASTEIZ

Tabla resumen monitorización

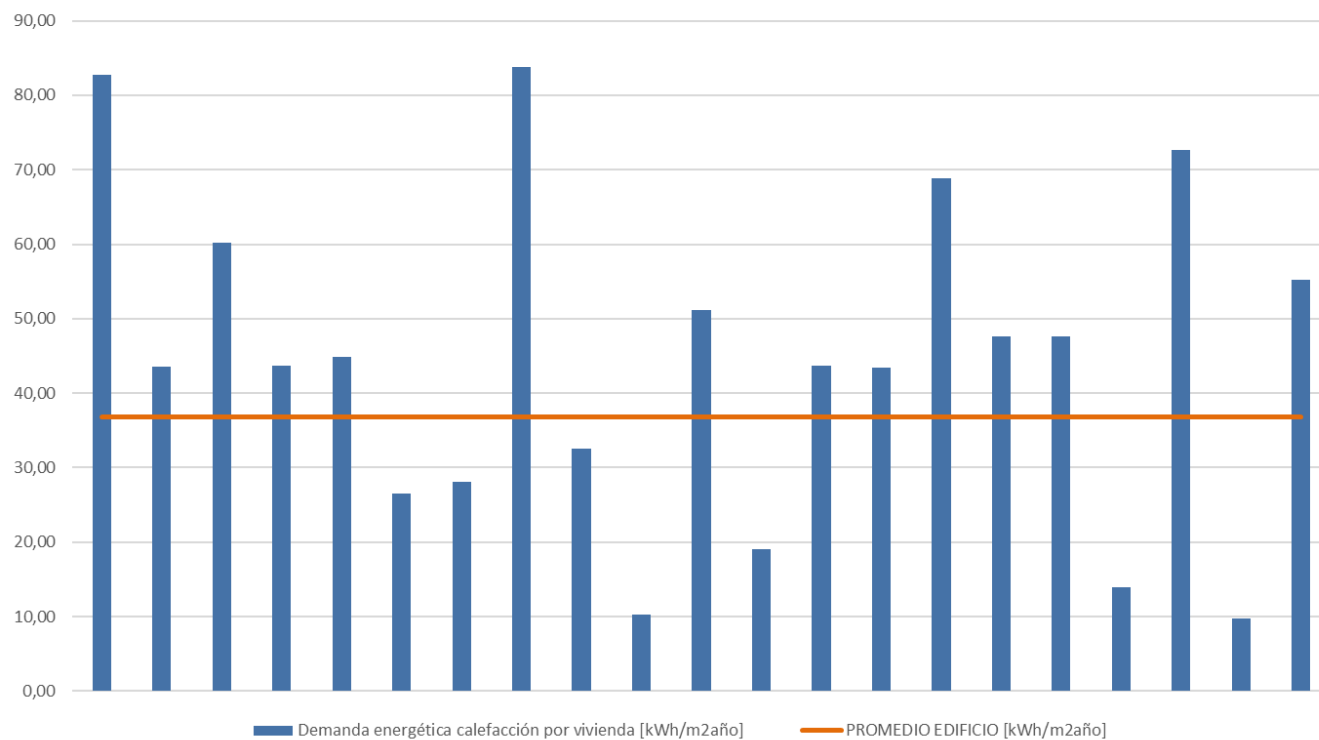
		2016	2017	2018	PROMEDIO	DEMANDA CALEFACCION [kWh/m2año]
1	TEM [°C]	19,8	20,6	20,3	20,2	82,78
	Hr [%]	54,4	51,6	54,6	53,6	
	E CAL [kWh]	3842	4011	4501,818	4118,3	
2	TEM [°C]	18,4	18,8	18,6	18,6	43,52
	Hr [%]	59,7	63,5	63,2	62,1	
	E CAL [kWh]	0	1756	1887	1821,5	
3	TEM [°C]	18,0	18,0	18,3	18,1	0,00
	Hr [%]	55,3	55,1	57,1	55,8	
	E CAL [kWh]	0	0	0	0,0	
4	TEM [°C]	21,7	22,1	22,2	22,0	60,18
	Hr [%]	49,2	49,3	50,9	49,8	
	E CAL [kWh]	3968	3532	3887,273	3795,8	
5	TEM [°C]	19,9	20,2	19,9	20,0	43,71
	Hr [%]	52,3	51,1	54,9	52,8	
	E CAL [kWh]	3144	2968	2158	2756,7	
6	TEM [°C]	22,8	22,1	22,3	22,4	44,91
	Hr [%]	44,4	46,9	50,2	47,2	
	E CAL [kWh]	8544	2712	2953	2832,5	
7	TEM [°C]	18,4	19,2	19,1	18,9	2,74
	Hr [%]	54,4	52,2	55,3	53,9	
	E CAL [kWh]	517	1	0	172,6	
8	TEM [°C]	21,9	22,5	23,8	22,7	26,49
	Hr [%]	49,9	51,0	52,7	51,2	
	E CAL [kWh]	0	931	2410	1670,5	
9	TEM [°C]	17,5	18,6	18,8	18,3	2,84
	Hr [%]	59,8	56,7	56,1	57,5	
	E CAL [kWh]	151	118	269	179,3	
10	TEM [°C]	19,9	20,3	20,2	20,1	8,14
	Hr [%]	60,2	58,5	59,3	59,4	
	E CAL [kWh]	462	718	361	513,7	
11	TEM [°C]	20,9	19,3	19,4	19,9	28,14
	Hr [%]	56,9	55,2	62,2	58,1	
	E CAL [kWh]	0	2491	1709	1400,0	
12	TEM [°C]	21,2	20,9	21,1	21,1	83,75
	Hr [%]	58,8	55,4	59,3	57,8	
	E CAL [kWh]	3893,62263	3126	3495	3504,9	
13	TEM [°C]	22,3	22,2	21,4	21,9	0,00
	Hr [%]	46,5	45,9	49,8	47,4	
	E CAL [kWh]	0	0	0	0,0	
14	TEM [°C]	19,5	20,3	21,1	20,3	0,08
	Hr [%]	59,7	61,8	63,0	61,5	
	E CAL [kWh]	0	15	0	5	
15	TEM [°C]	19,9	20,0	19,9	20,0	32,53
	Hr [%]	53,3	52,4	54,4	53,3	
	E CAL [kWh]	2415	1892	1848,182	2051,7	

16	TEM [°C]	19,5	20,3	20,6	20,1	10,25
	Hr [%]	56,6	58,3	62,6	59,2	
	E CAL [kWh]	1927,2	13	0	646,7	
17	TEM [°C]	21,0	21,3	21,0	21,1	51,21
	Hr [%]	55,2	54,8	56,8	55,6	
	E CAL [kWh]	3229,6	223	0	3229,6	
18	TEM [°C]	20,4	20,7	20,7	20,6	19,01
	Hr [%]	53,2	50,5	52,9	52,2	
	E CAL [kWh]	1749,3	939	909	1199,1	
19	TEM [°C]	21,8	22,1	21,9	21,9	43,63
	Hr [%]	52,9	52,1	54,0	53,0	
	E CAL [kWh]	2762	2649	2844,364	2751,8	
20	TEM [°C]	20,2	20,5	20,5	20,4	43,44
	Hr [%]	51,9	50,3	52,7	51,7	
	E CAL [kWh]	3160	2555	2505	2740,0	
21	TEM [°C]	20,4	20,7	20,6	20,6	68,82
	Hr [%]	51,2	49,9	52,0	51,0	
	E CAL [kWh]	3697	3392	3182	3423,7	
22	TEM [°C]	20,2	20,6	20,8	20,6	47,56
	Hr [%]	49,8	50,8	53,0	51,2	
	E CAL [kWh]	2259	1856	1856,455	1990,5	
23	TEM [°C]	21,6	21,7	22,0	21,8	0,00
	Hr [%]	49,6	50,5	51,5	50,5	
	E CAL [kWh]	0	0	0	0,0	
24	TEM [°C]	21,2	21,2	21,7	21,4	47,62
	Hr [%]	47,8	47,9	50,1	48,6	
	E CAL [kWh]	3400	2556	3055	3003,7	
25	TEM [°C]	21,7	21,9	22,1	21,9	13,94
	Hr [%]	58,9	57,0	58,8	58,2	
	E CAL [kWh]	2391,4	246	0	879,1	
26	TEM [°C]	20,3	20,9	21,3	20,8	0,00
	Hr [%]	50,1	49,8	45,0	48,3	
	E CAL [kWh]	0	0	0	0,0	
27	TEM [°C]	23,0	23,7	24,1	23,6	72,70
	Hr [%]	47,8	48,6	52,9	49,8	
	E CAL [kWh]	5146,7	4584	4025	4585,2	
28	TEM [°C]	21,8	22,5	22,8	22,4	7,79
	Hr [%]	56,4	55,2	57,2	56,3	
	E CAL [kWh]	697	341	435	491,0	
29	TEM [°C]	21,1	21,6	21,7	21,5	9,76
	Hr [%]	47,5	45,9	47,7	47,0	
	E CAL [kWh]	987	545	315	615,7	
30	TEM [°C]	22,7	23,5	23,9	23,3	55,15
	Hr [%]	45,9	46,8	50,3	47,6	
	E CAL [kWh]	3351,8	3399	3685	3478,6	
EDIFICIO	TEM [°C]	20,9	21,2	21,3	21,1	36,75
	Hr [%]	53,0	52,5	54,7	53,4	
	E CAL [kWh]	55119	45445	45339	48634	

A

continuación, se muestra un gráfico de los resultados obtenidos en las viviendas que se han seleccionado:

GRÁFICO DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN [kWh/m2año]

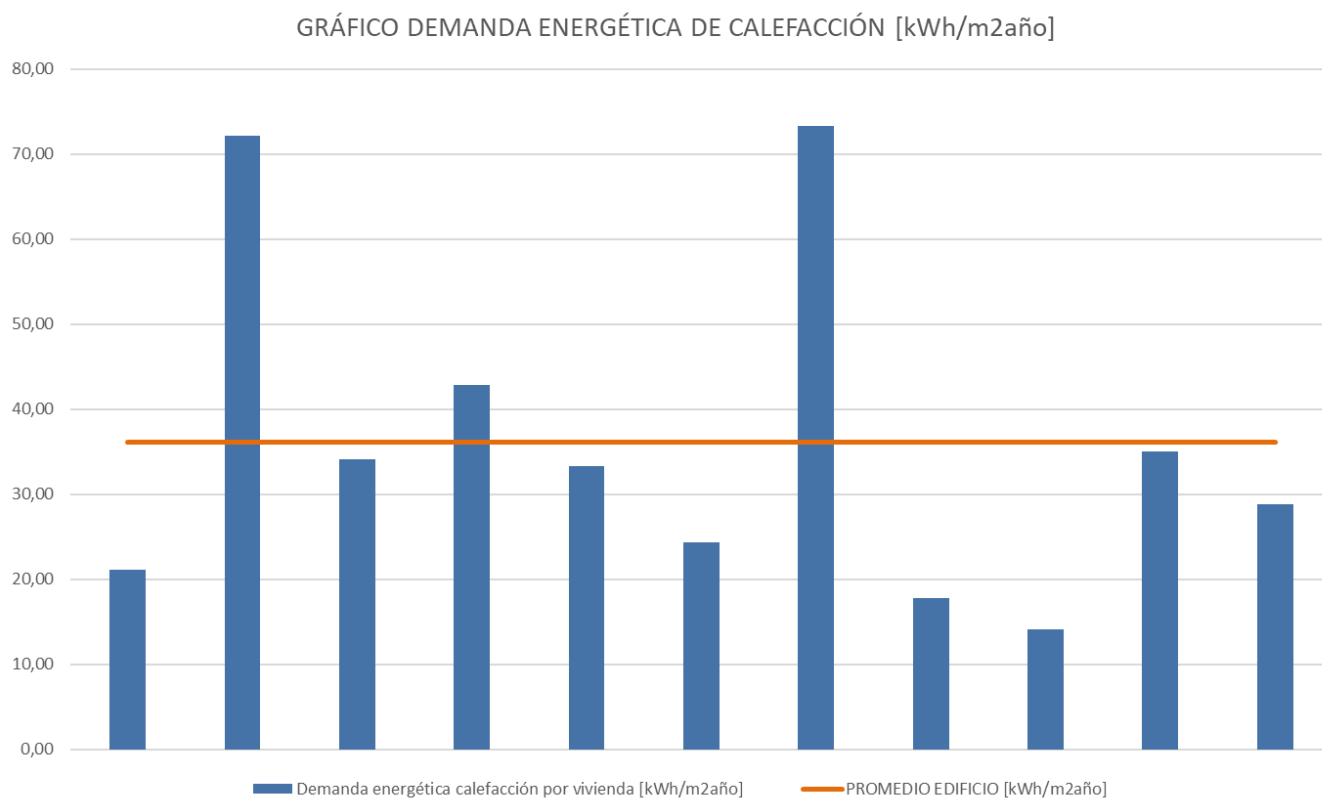


4.7.8 PLAZA IXPILLA ZARAUTZ

Tabla resumen monitorización

		2015	2016	2017	2018	PROMEDIO	DEMANDA CALEFACCION [kWh/m2año]
1	TEM [°C]	21,8	20,7	20,5	19,5	20,6	39,79
	Hr [%]	68,7	64,5	67,2	57,9	65,0	
	E CAL [kWh]	415	2160	2299	1827	1860	
2	TEM [°C]	23,1	22,4	22,6	22,2	22,6	67,43
	Hr [%]	61,0	55,2	55,9	42,0	54,2	
	E CAL [kWh]	379	3675	3805	3575	3152,3	
3	TEM [°C]	21,8	20,9	20,8	19,4	20,8	24,78
	Hr [%]	66,7	65,0	65,9	60,9	64,9	
	E CAL [kWh]	127	1178	1592	1284	1158,5	
4	TEM [°C]	22,8	21,6	21,9	20,7	21,7	41,39
	Hr [%]	60,5	56,2	56,6	49,1	55,9	
	E CAL [kWh]	375	1935	2484	1787	1935,0	
5	TEM [°C]	22,5	21,3	21,4	19,7	21,3	19,14
	Hr [%]	63,0	60,9	64,3	61,7	62,5	
	E CAL [kWh]	173	1217	1036	690	894,8	
6	TEM [°C]	22,9	20,8	21,6	18,0	20,9	12,35
	Hr [%]	58,2	61,4	56,6	52,1	57,7	
	E CAL [kWh]	0	1379	256	195	577,3	
7	TEM [°C]	22,7	21,1	21,0	18,7	20,9	14,44
	Hr [%]	68,0	69,7	71,8	72,5	70,6	
	E CAL [kWh]	83	791	860	665	675,0	
8	TEM [°C]	24,0	22,7	22,8	20,6	22,6	25,20
	Hr [%]	60,9	64,8	66,3	64,0	64,5	
	E CAL [kWh]	256	1288	1482	1274	1178,3	
9	TEM [°C]	20,9	20,0	19,3	15,2	19,1	21,49
	Hr [%]	67,7	64,9	68,4	65,8	66,7	
	E CAL [kWh]	112	1643	1050	530	1004,7	
10	TEM [°C]	21,3	18,7	19,2	16,9	19,0	13,17
	Hr [%]	66,1	69,0	69,4	68,4	68,6	
	E CAL [kWh]	18	147	1188	1007	615,8	
11	TEM [°C]	22,5	21,7	20,4	20,3	21,2	31,65
	Hr [%]	61,4	58,9	61,5	55,3	59,6	
	E CAL [kWh]	435	2145	1430	1293	1479,7	
12	TEM [°C]	20,5	18,1	18,5	15,1	18,2	1,86
	Hr [%]	64,5	65,8	65,5	62,6	65,0	
	E CAL [kWh]	1	3	1	512	86,8	
13	TEM [°C]	22,0	20,6	21,2	18,3	20,6	13,53
	Hr [%]	62,2	60,7	64,9	57,1	61,8	
	E CAL [kWh]	36	349	1370	320	632,3	
14	TEM [°C]	20,8	20,8	21,6	15,7	20,2	30,46
	Hr [%]	63,7	61,4	50,0	61,2	57,9	
	E CAL [kWh]	0,0	1378,9	2891	3	1423,8	
15	TEM [°C]	22,2	21,1	21,6	16,2	20,6	34,94
	Hr [%]	61,2	61,7	61,0	60,0	61,1	
	E CAL [kWh]	388	2007	2174	1051	1633,5	
16	TEM [°C]	21,7	20,1	20,3	18,9	20,3	38,56
	Hr [%]	65,3	68,1	69,2	64,0	67,3	
	E CAL [kWh]	280	2138	2928	404	1802,7	
EDIFICIO	TEM [°C]	22,3	21,0	21,2	18,9	21,0	27,12
	Hr [%]	63,4	62,7	62,9	59,0	62,3	
	E CAL [kWh]	2965	21788	25795	15375	16481	

A continuación, se muestra un gráfico de los resultados obtenidos en las viviendas que se han seleccionado:



4.7.9 Comparativa de los resultados obtenidos de cada edificio.

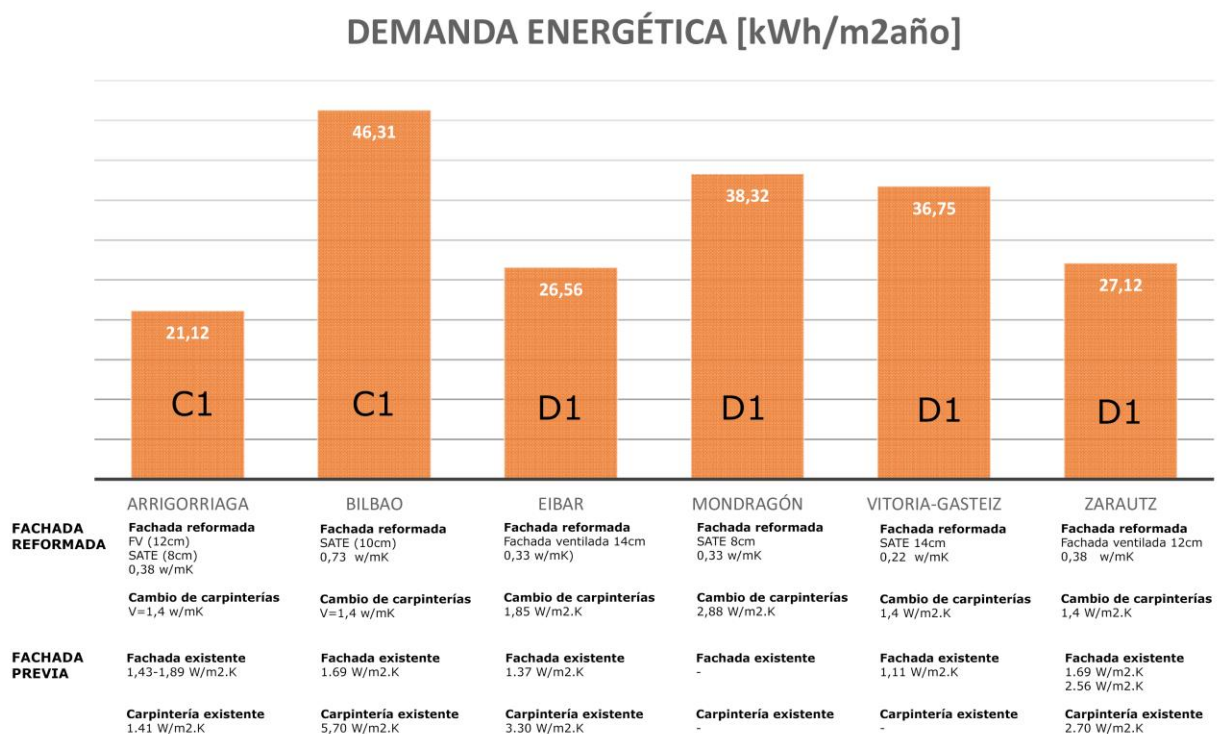
Se realiza una comparativa de los resultados obtenido en cada edificio.

Para ello se realiza una tabla comparativa donde aparece la siguiente información:

- Resultado de demanda energética del edificio extraída de la monitorización en kWh/m2año.
- Demanda energética del edificio previo a la rehabilitación según el certificado energético existente en kWh/m2año.
- Porcentaje de mejora del resultado de la monitorización respecto al certificado del edificio existente.
- Coste total de las medidas activas y pasivas expuestas en los apartados 3.1 y 3.2 de la guía.
- Eficiencia económica de la rehabilitación en € gastados cada kWh ahorrado al año. Cabe destacar que cuanto menor sea el valor obtenido, más eficiente económicamente será la rehabilitación.

EDIFICIO	DEMANDA ENERGÉTICA MONITORIZACIÓN [kWh/m2año]	DEMANDA CERTIFICADO ENERGÉTICO EXISTENTE [kWh/m2año]	% MEJORA	COSTE REI ACTIVAS + PASIVAS [€]	[€ GASTADO/ kWhAHORRADO AL AÑO]	kWhAHORRADO/€GASTADO
ARRIGORRIAGA	21,12	78,54	73,11%	410.066,92	2,74	0,36
BILBAO	46,31	113,45	59,18%	1.097.152,52	2,23	0,45
EIBAR	26,56	137,91	80,74%	89.354,50	1,57	0,64
MONDRAGÓN	38,32	125,84	69,55%	165.940,93	1,93	0,52
VITORIA-GASTEIZ	36,75	160,4	77,09%	416.547,65	2,31	0,43
ZARAUZ	27,12	150,44	81,97%	225.410,91	2,44	0,41

Por último, se muestran dos gráficos comparativos. Uno, comparando las demandas energéticas extraídas de la monitorización y la eficiencia de la rehabilitación en € gastados cada kWh ahorrado al año.



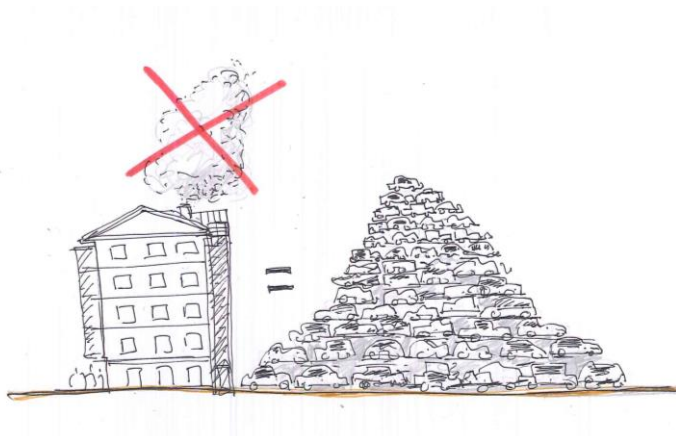
4.7.10 Análisis de reducción de emisiones de CO2 en calefacción.

En este apartado, se muestra la reducción de emisiones de CO2 que suponen las actuaciones realizadas en cada edificio.

Para ello, se muestra la comparativa de las emisiones de CO2 del apartado de calefacción del certificado energético existente con las emisiones de CO2 que suponen los resultados obtenidos de las monitorizaciones de cada edificio.

Para hacer los resultados obtenidos más entendibles, se comparan las emisiones de CO2 ahorradas con las emisiones que emite un vehículo a lo largo del año.

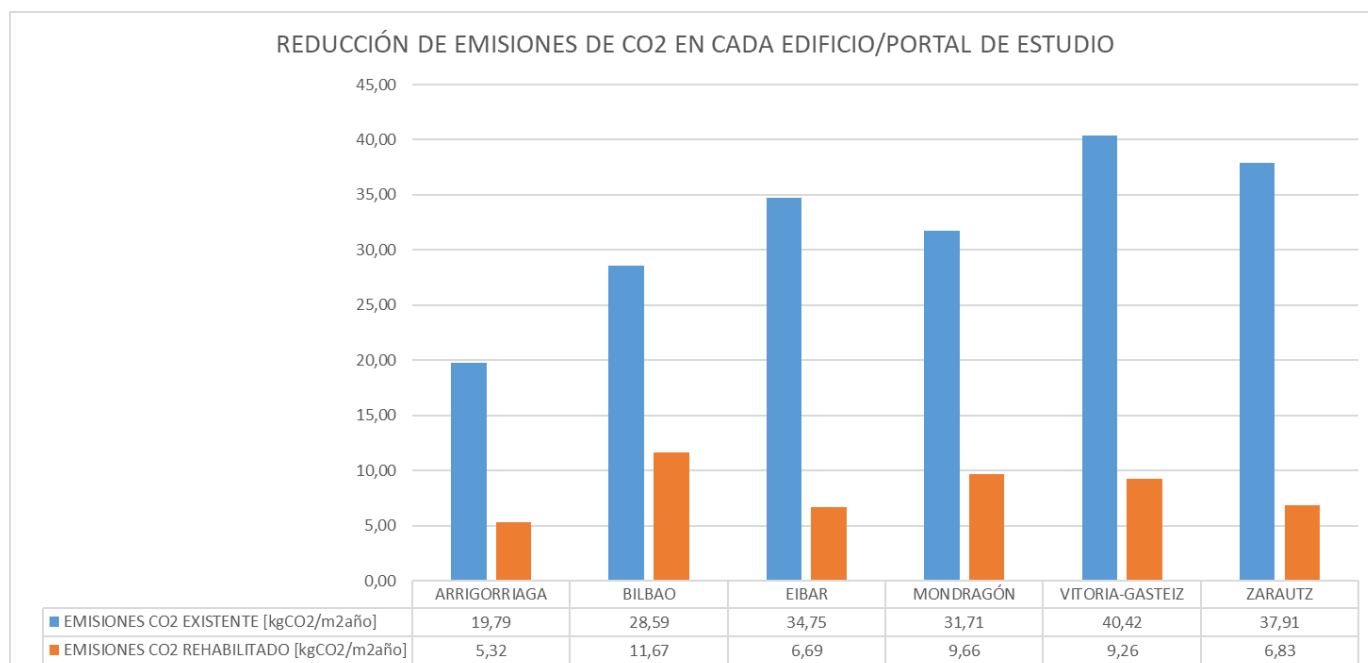
El vehículo con el que se realiza la comparativa tiene una calificación energética "A", el índice de emisiones del mismo es de 100 gCO2/km. Se estima que vehículo realiza al año 12.000 km. Lo cual supone unas emisiones totales del mismo de 1.200 kgCO2/año.



Los datos de emisiones del vehículo, han sido extraídos de la base de datos de vehículos nuevos del IDAE (instituto para diversificación y ahorro de la energía).

La tabla resumen y el gráfico de los resultados obtenidos se muestra a continuación:

EDIFICIO	EMISIONES [kgCO2/m2año] CALEFACCIÓN MONITORIZACIÓN	EMISIONES [kgCO2/m2año] CALEFACCIÓN CERTIFICADO ENERGÉTICO EXISTENTE	% MEJORA	kgCO2 AHORRADO CADA AÑO POR EDIFICIO	Nº DE VEHICULOS QUE SUPONEN LAS EMISIONES AHORRADAS
ARRIGORRIAGA	5,32	19,79	73,11%	15.793,40	13
BILBAO	11,67	28,59	59,18%	19.223,01	16
EIBAR	6,69	34,75	80,74%	13.374,61	11
MONDRAGÓN	9,66	31,71	69,55%	19.748,97	16
VITORIA-GASTEIZ	9,26	40,42	77,09%	55.728,68	46
ZARAUZ	6,83	37,91	81,97%	27.347,44	23
				TOTAL = 151.216 kgCO2/año	TOTAL = 126 VEHÍCULOS



4.7.11 Conclusiones extraídas de la monitorización.

Como se puede observar en los datos expuestos anteriormente. Los resultados obtenidos dentro del mismo edificio son muy dispares. Es lógico que existan variaciones dentro del mismo edificio, teniendo mayor demanda las viviendas en planta baja o cubierta, por tener más superficie de cerramiento no adiabático etc.

Pero se examina que existen diferencias dentro de un mismo edificio de hasta el 600% entre viviendas. Donde de la diferencia de las temperaturas medias interiores en los meses más desfavorables no llega a un grado centígrado.

Por ello se considera que los resultados obtenidos no son representativos como para sacar conclusiones claras de cada una de las rehabilitaciones.

Las grandes diferencias que existen en el edificio pueden deberse a las siguientes causas:

- Tipología de uso de la vivienda, viviendas que pueden estar vacías prácticamente todo el día respecto a viviendas habitadas la mayor parte del día.
- Tipología de uso del sistema de calefacción. Pueden existir viviendas que no tengan todas las estancias ocupadas y por ello, se puedan cerrar los emisores de calor de estas estancias. Falseando así los resultados obtenidos. Ya que la medición de la temperatura y la humedad se realiza en una sola estancia de la vivienda.
- Uso de equipos emisores de calor externos a la instalación de calefacción. Alguna vivienda, puede tener radiadores o estufas eléctricas en alguna estancia. Que aumente la temperatura de la estancia que recibe el equipo de medición, pero la energía consumida el sistema de monitorización no la contabilizaría.
- Diferente uso de la ventilación en las viviendas. El tiempo de apertura de las carpinterías según el tipo de usuario puede variar considerablemente. Lo que aumentaría la demanda en las viviendas con más horas de apertura. Aunque cabe destacar que no se han observado valores de humedad relativa muy altos que indicarían falta o inexistencia de ventilación en las viviendas.

Respecto a las emisiones de CO₂, sólo tomando estos 6 casos de estudio del programa Revive 2012 de Gobierno Vasco se ahorran 151 toneladas de CO₂ anuales.

Tal y como vemos en el cuadro la diferencia de emisiones entre los edificios previos y los rehabilitados es sustancial.

En un momento histórico; en el que el problema del calentamiento global de la tierra, debido a las emisiones provocadas por la especie humana. Puede estar en un punto de NO RETORNO; se debe de actuar. Este dato demuestra que la inversión en estas políticas es beneficiosa.

Además de todas las mejoras en eficiencia, confort, autoestima vecinal y salud. Quizá el mayor beneficio es en materia ecológica. Se puede concluir que el programa revive 2012 del Gobierno Vasco es un pequeño triunfo, una pequeña ayuda a nuestra plantea.

¡Piensa global, actúa local!

5. IMPLANTACIÓN DE FUTURAS SOLUCIONES DOMÓTICAS

5.1. INTRODUCCIÓN:



Figura 5.1. Croquis de edificio domotizado (fuente: PROPIA)

En esta revolución tecnológica imparable y gracias a la instauración del 5G y en un futuro cercano sistemas de mayor capacidad de comunicación podemos llegar a un edificio que no solo sea autónomo energéticamente, sino que sea “positivo” y produzca energía para el resto. Los edificios se pueden transformar en electro-líneas.

EL principal objetivo es la sostenibilidad de nuestro planeta y el “conocimiento” puede frenar el calentamiento global. Ya hemos dicho que tanto en emisiones, materias primas y residuos, los edificios tienen un peso específico enorme.

Eco-diseñaremos envolventes muy eficientes que regulen domóticamente la captación y protección solar; además de la producción de energía limpia. Todos los sistemas estarán monitorizados y el mantenimiento será permanente.

El internet de las cosas: IOT (INTERNET OF THINGS) hará posible un edificio inclusivo, en el que el usuario controle la producción y venta de energía, la seguridad, la accesibilidad, la captación, la protección, los consumos, la ventilación, las condiciones de confort térmico y lumínico, la gestión de las basuras (que ya no serán basura sino materia prima), y tantas cosas más....

La inteligencia artificial y el eco-diseño pueden dar al usuario un edificio más sano, confortable, seguro, eficiente y ecológico.

Pero no olvidemos que el edificio está en la ciudad y ésta en el paisaje natural de nuestro planeta. Todo se tiene que respetar mutuamente de forma sostenible. Mirar por la ventana, sentir el sol y ver una bandada de pájaros en formación no lo sustituye la inteligencia artificial.

Existen otros campos de investigación amplísimos sobre los bio-materiales biodegradables o con mochilas ecológicas muy pequeñas como por ejemplo los aislamientos de corcho, madera, cáñamo, lana, telas recicladas etc. También se está investigando en termo plásticos que sustituyan al PVC. O los nuevos materiales como el grafeno, que es 200 veces más fuerte que el acero y con propiedades conductoras y acumuladoras de electricidad. Llegaremos a tener envolventes que sean capaces de interactuar de forma inteligente con las instalaciones (iluminación, ventilación o climatización) en función del clima o el régimen de uso del edificio.

Los edificios residenciales junto con los demás edificios con otros usos se transformarán en nodos arquitectónicos dentro de las redes inteligentes en la ciudad. Estas redes serán energéticamente eficientes, resilientes y con una huella de carbono cero. Existirá una gran matriz basada en el IOT (internet de las cosas) que hará que los edificios sean nodos de producción y almacenamiento de electricidad verde, dentro de un esquema semi-público de economía ecológica que dará servicio a la movilidad eléctrica y demás aspectos relacionados con el confort, salud, comunicación, ocio, seguridad, accesibilidad, conocimiento y el teletrabajo. “LA INTELIGENCIA AL SERVICIO DE LA ECOLOGIA”

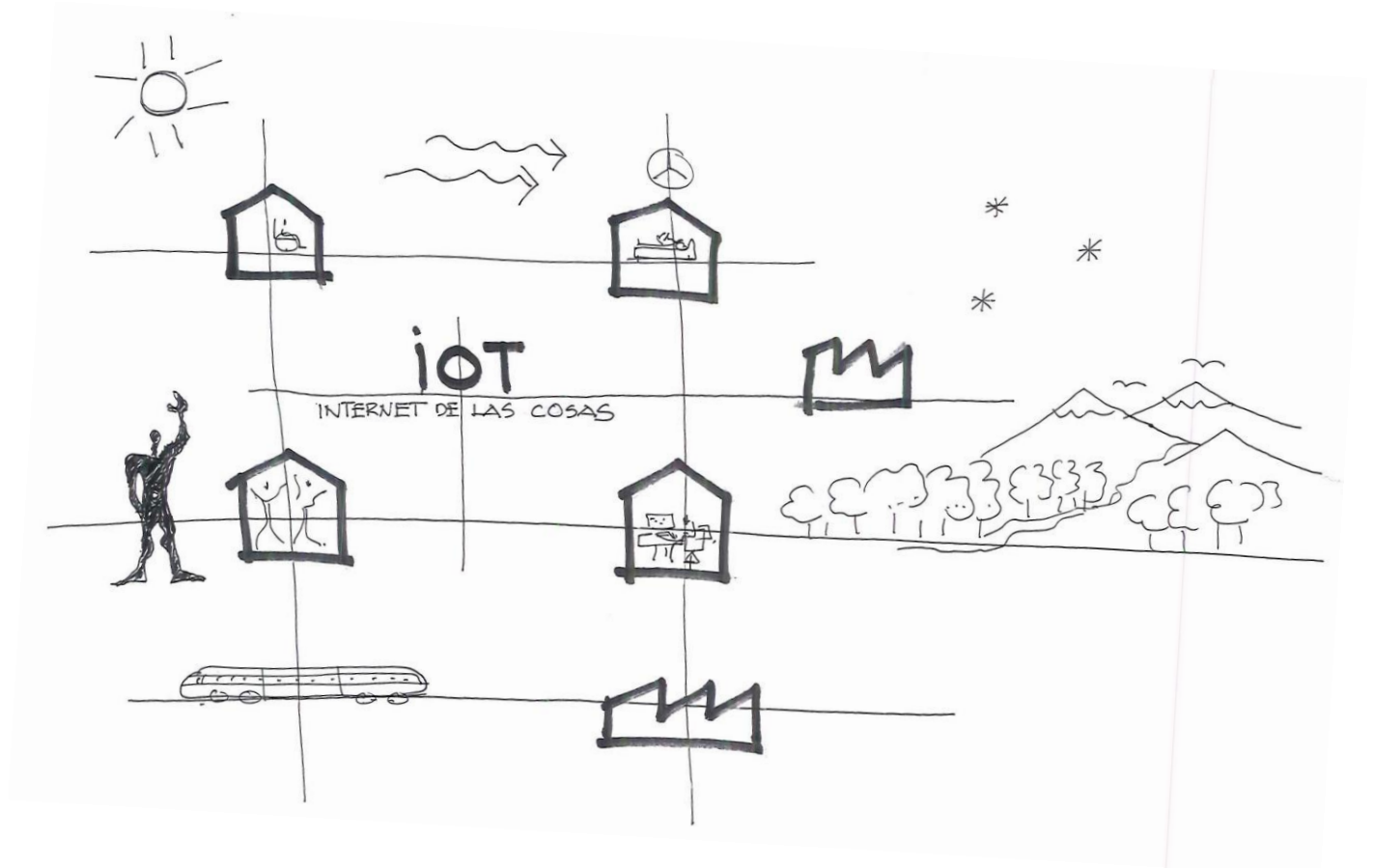


Figura 5.2. Croquis de I.O.T. : El Internet de las Cosas (fuente: PROPIA)

Siguiendo los objetivos y enfoque de esta guía, vamos a concentrarnos en las posibilidades de aportación de sistemas de DOMOTICA como herramienta para la reducción del consumo energético y hacer un edificio rehabilitado todavía más eficiente.

El control domótico global de todos los sistemas y de la envolvente del edificio puede ser un nicho de ahorro mucho mayor que la utilización de un material u otro.

Dada su importancia y posibilidad de desarrollo en un futuro cercano hemos incluido unas pinceladas de lo que puede llegar a ser en este capítulo de la guía Azala Bi.

Este sector de la domótica es mucho más amplio, así que tendrá que ser estudiado en otra guía más a fondo. Como se señala en el gráfico de abajo vamos a estudiar sus posibilidades en la **GESTIÓN de ENERGÍA y CONTROL de CONFORT**.

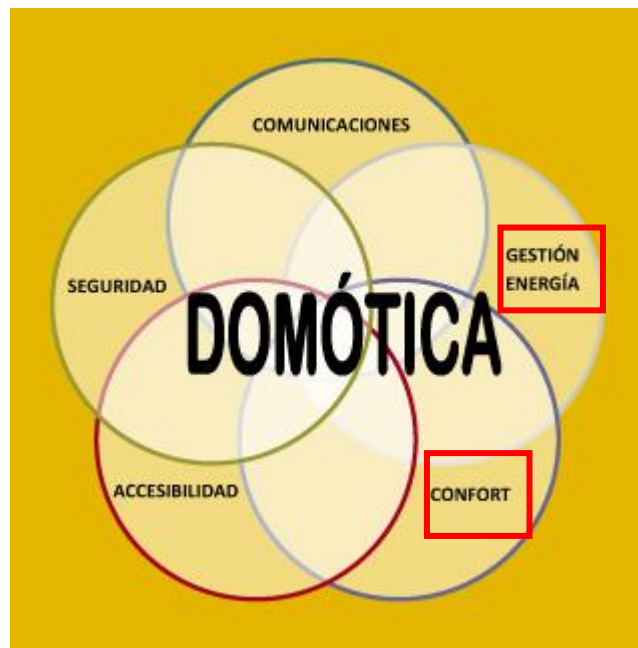


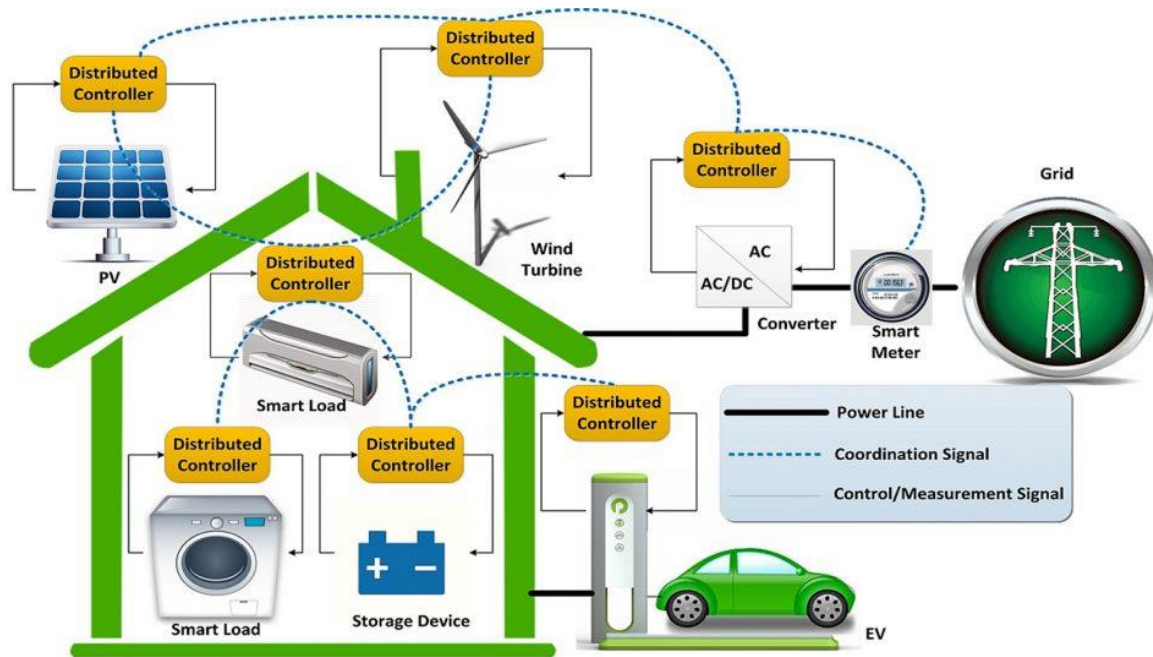
Figura 5.3. TIPOS de DOMOTIZACIÓN (fuente: CEDOM)

Dentro del campo de la rehabilitación energética de edificios, los sistemas de DOMOTIZACIÓN se pueden introducir de diversos modos; independiente del presupuesto y regímenes de uso. El **coste de la implementación domótica puede variar en función del nivel que se alcance** en dicha instalación.

La base del éxito de la domótica estriba en la relación entre las diversas partes del sistema, y la capacidad que tiene de asimilar la información proveniente de los inputs y actuar eficientemente según las necesidades.

En la actualidad, la domótica está en constante y rápida evolución; es por eso que alrededor de dicho campo se están generando **nuevos conceptos**. Así pues, surgen con fuerza conceptos como **INMÓTICA o URBÓTICA**, que son de gran interés, y que tomarán gran importancia en nuestras ciudades en un futuro próximo. A continuación, tratamos de resumir algunas de estas palabras clave.

La **INMÓTICA** es la automatización integral de un edificio mediante diferentes sistemas domóticos interconectados entre sí en un sistema de red, compartiendo información y empleándola para un funcionamiento más eficiente de



La **CEDOM** (Asociación Española de Domótica e Inmótica) hace distinción entre Domótica e inmótica según el tipo de tipo de edificio (cliente) al que va destinado el sistema.

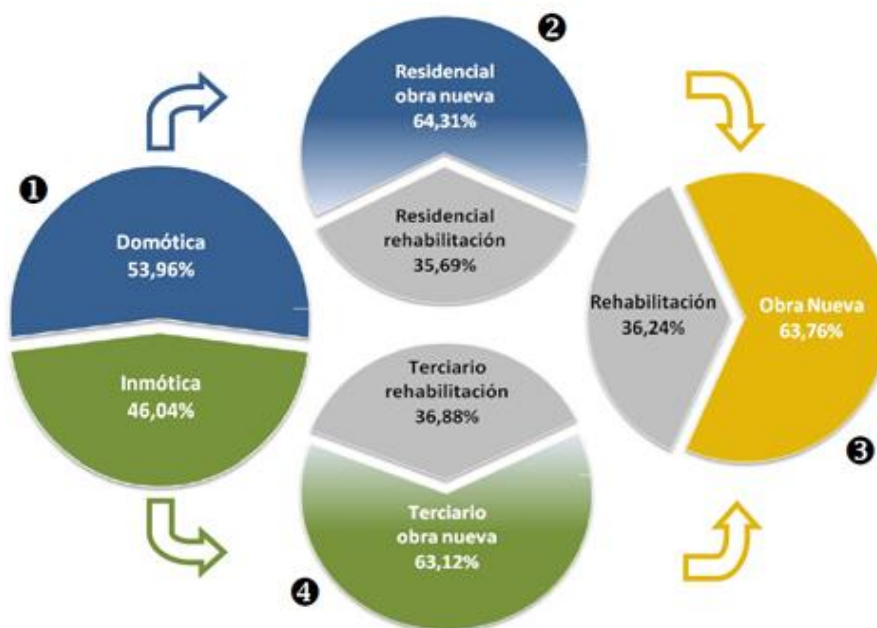


Figura 5.5. Segmentación por tipo de cliente. (fuente: cedom)

La **URBÓTICA** es la aplicación de la domótica al sistema de ciudad. El conjunto de servicios domotizados funcionan compartiendo datos en sistemas de red, y haciendo más eficiente la gestión de los diferentes servicios de nuestras ciudades. Los servicios que se pueden interconectar en una red URBÓTICA son los siguientes:

Información.

Otro de los conceptos que tomará vital importancia en los próximos años en el entendimiento de la domótica e inmótica aplicada a la ciudad es el concepto de IOT (internet of things) o internet de las cosas. El IOT es el desarrollo de los dispositivos que conectan a modo de red los diferentes objetos cotidianos. De esta forma se puede controlar diferentes aspectos de un edificio o estancia desde otros dispositivos remotos.



Figura 5.6. Ilustración acerca de IOT

5.2. DOMÓTICA COMO OPORTUNIDAD DE MERCADO:

La domótica puede ser un ámbito de mercado en expansión en los próximos años, según estudios de mercado recientes, realizados por el CEDOM, permiten ser optimistas en cuanto al potencial de crecimiento de este sector.

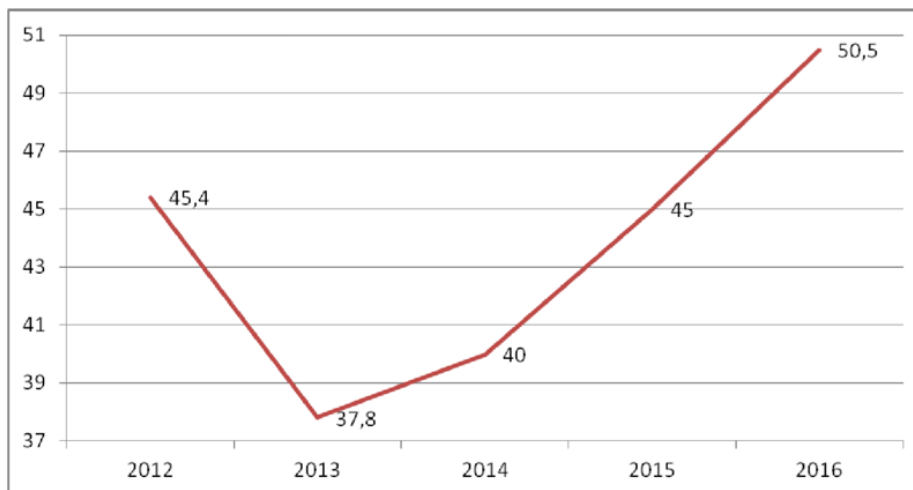


Figura 5.7. Volumen de facturación (fuente CEDOM)

Sin duda el campo de la domótica tiene mucho margen de crecimiento, en estos próximos años.

5.3. DOMÓTICA EN EL CAMPO DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA:

En esta investigación vamos a centrarnos en los sistemas domóticos que dan servicio en Rehabilitaciones energéticas. Se pretende estudiar sistemas que gestionan y solucionan problemas en el sobre consumo de energía, costes de mantenimiento y reparaciones de patologías. Estas son algunas de las preguntas que vamos a estudiar:

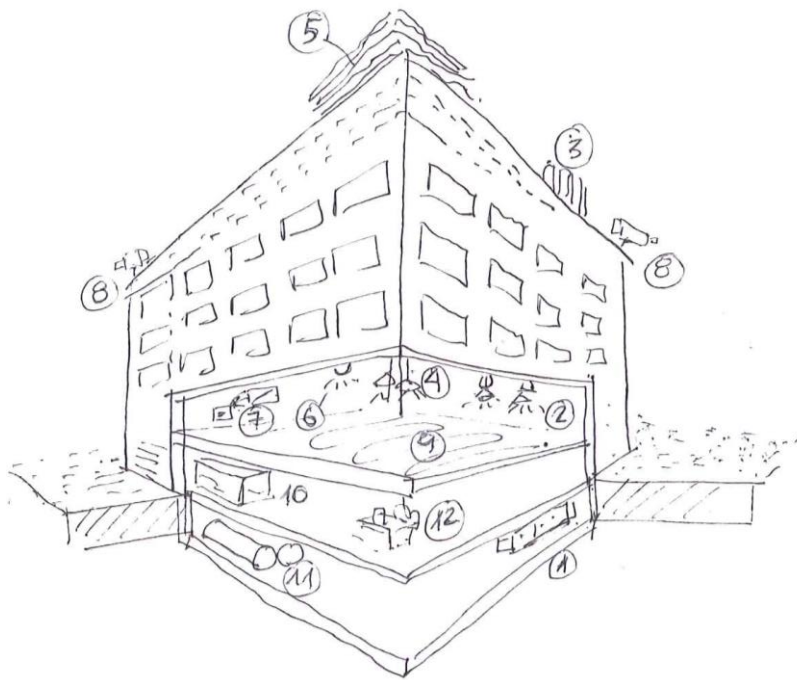
1. ¿Por la singularidad del clima de su entorno y/o **reclamaciones** de los propios usuarios hay que optimizar su sistema de Calefacción? ¿Qué papel tiene en este sentido los sistemas domóticos?
2. ¿Por las excesivas ganancias solares debido a su ubicación y entorno próximo hay que **optimizar su sistema de Protección Solar/ Refrigeración**? ¿Son útiles para esto los sistemas domóticos?
3. ¿Por la falta de los mismos hay que **maximizar la Captación Solar y/o Iluminación Natural**?
4. ¿Por la mala Calidad de Aire Interior hay que **Reconfigurar la Automatización de la Ventilación Forzada**?
5. ¿Tiene el edificio altos costos de consumo de electricidad y hay que **optimizar el control y regularización de la iluminación**?
6. Se podría instalar un sistema para **detectar de forma inmediata fugas (agua/gas) y cortar suministros**.
7. Uno de nuestros mayores intereses es la introducción de todos estos sistemas en una forma integrada dentro de la arquitectura. Esto nos parece de vital importancia en cuanto a la correcta implementación a la hora de que esta tecnología sea beneficiosa para el usuario y no genere problemas añadidos.
8. ¿Existen empresas en el entorno cercano que comercialicen este tipo de sistemas?
9. ¿Requieren algún tipo de **mantenimiento** especial o la contratación de mantenimiento durante su vida útil? ¿Esto puede suponer un sobre costo adicional durante su vida útil?
10. ¿Cuál es el proceso que tiene que seguir un usuario que quiere instalar sistemas domóticos de ahorro de recursos, para su vivienda?



Figura 5.8. Tipos de Domotizaciones

(fuente: BTicino)

Otro de los conceptos clave en la domótica es que de **BMS (Building Management System)**. Se define como el sistema de gestión encaminado a la automatización de todo un edificio mediante tecnología de última generación. El Building Management System consta de dos estructuras, un software y un hardware.



1. Sistema de caldera
2. Instalación de rociadores
3. Chimeneas de ventilación
4. Iluminación
5. Enfriadora
6. Sistema de aviso de incendio
7. Sistema de retardo de tarjeta
8. Seguridad CCTV
9. Calefacción por suelo
10. Climatización
11. Estación de bomba
12. Centro de control de edificios

Figura 5.9. Tipos de Building Management System

(fuente: BTicino)

Para el correcto funcionamiento del sistema es necesario estudiar el perfil del usuario y entender sus necesidades y/o hábitos. La evolución actual y futura de la sociedad nos hace prever una óptima y paulatina implementación de la domotización en las próximas dos décadas.

NORMATIVA:

INFLUENCIA DE DOMÓTICA EN LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA:

Los sistemas de DOMOTIZACIÓN están regularizados por la siguiente normativa que tiene por objetivo reflejar las mejoras obtenidas en la clasificación energética global de los edificios a instalarles:

UNE-EN 15232 "Eficiencia energética de los edificios. Métodos de cálculo de las mejoras de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios".

Primero se define las clases de sistemas domóticos a añadir a la gestión del edificio según los rangos genéricos en la tabla debajo en función de su capacidad de contribuir al ahorro energético

(desde el D: MENOS EFICIENTE hasta el A: MAS EFICIENTE)



Figura 5.10. Clase energética del sistema de control y automatización. (fuente: CEDOM)

En la figura 5.# se muestra un ejemplo de las diferencias de clase entre sistemas de VENTILACIÓN, ILUMINACIÓN y PROTECCIÓN SOLAR que se tratan de forma general del nivel de control que necesita el sistema (de forma manual o automática) para funcionar de la manera más autónomo posible.

	CONTROL DE LA VENTILACIÓN Y DEL AIRE ACONDICIONADO			ILUMINACIÓN		PROTECCIÓN SOLAR
	Regulación del caudal del aire a nivel de ambiente	Regulación de la temperatura de impulsión	Regulación de la humedad	Control de iluminación natural diurna	Control de ocupación	
A	Por control de la demanda	Temperatura de consigna variable con compensación dependiente de la demanda	Control de la humedad del aire ambiente o de la habitación Control de la humedad del aire de impulsión	Automático	Encendido manual /Apagado automático Encendido manual-regulado Encendido automático/Apagado automático Encendido automático-regulado	Control combinado de HVAC/ Iluminación/ Persianas
B	Por control de presencia	Temperatura de consigna variable con compensación de la temperatura exterior	Control de la humedad del aire ambiente o de la habitación Control de la humedad del aire de impulsión	Manual	Encendido manual /Apagado automático Encendido manual-regulado Encendido automático/Apagado automático Encendido automático-regulado	Control monitorizado con regulación automática de persianas
C	Por control horario	Temperatura de consigna constante	Limitación de la humedad del aire de impulsión	Manual	Encendido/Apagado manual + señal adicional de off general Encendido/Apagado manual	Control manual de persianas
D	Por control manual o sin control	Sin control de flujo de aire	Sin control de la humedad del aire	Manual	Encendido/Apagado manual + señal adicional de off general Encendido/Apagado manual	

Figura 5.11. Grados de control (fuente: SIMOTECA/UNE-EN 15232)

De forma paralela, según tabla, se simula el edificio de forma convencional con los programas homologados para obtener la calificación inicial.

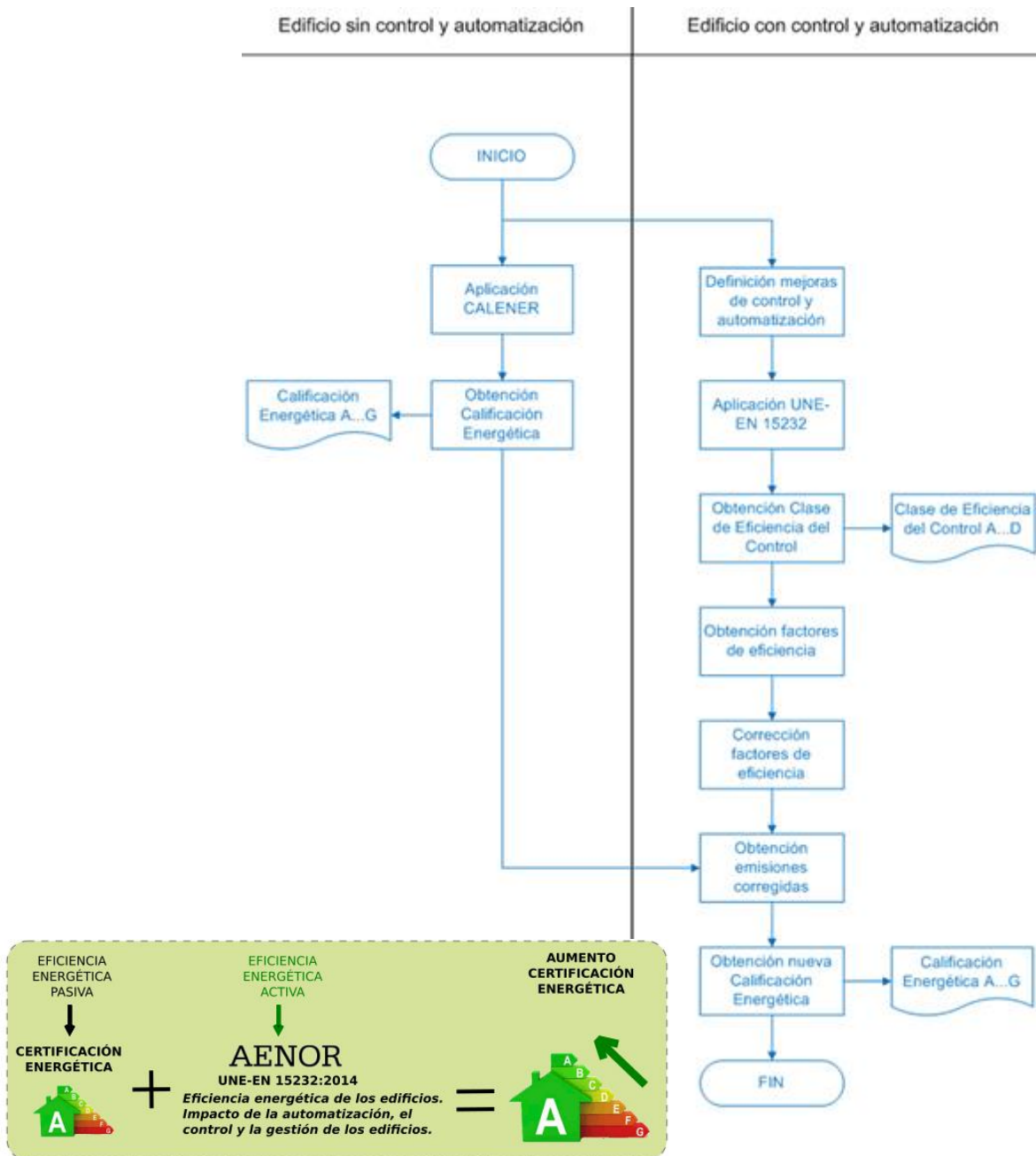


Figura 5.12. Proceso Esquemático de cálculo (fuente: CEDOM/ UNE-EN 15232)

Al insertar los resultados de los procedimientos del UNE-EN 15232 en la calificación energética se modifica las emisiones y se obtiene:

- la LETRA RESULTANTE SIN CONTROL y AUTOMATIZACIÓN
- la LETRA RESULTANTE CON CONTROL y AUTOMATIZACIÓN

Estos pasos permiten que el proyectista puede valorar las mejoras añadidas CON CONTROL contrastando la inversión económica añadida al presupuesto global con el futuro ahorro energético para los usuarios y el tiempo de retorno de inversión.

5.4. GESTIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO:

Desde el punto de vista de la gestión del sistema, principalmente los sistemas se componen de **sensores que recopilan datos** para analizar como por ejemplo temperaturas interiores y exteriores para optimizar las acciones de instalaciones y elementos dinámicos en fachadas como protecciones y/o captadores solares.

De forma general y según el funcionamiento del sistema, lo vamos a dividir en 2 apartados:

- Sistemas CENTRALIZADOS que contribuyen al ahorro energético del CONJUNTO DEL EDIFICIO. (Fachadas/ Control Consumo Eléctrico General/ Ayudas al Mantenimiento(fugas)
- Sistemas INDIVIDUALIZADOS que contribuyen al confort y ahorro energético en la VIVIENDA.

GESTIÓN CENTRALIZADA DEL EDIFICIO.

Sistemas de Domotización ayudan a un edificio ser todavía más eficiente en términos de ahorro energético ya que automatice las acciones dinámicas convirtiéndole en un **EDIFICIO INTELIGENTE**.

Se trata de analizar los datos recibidos sobre temperatura, iluminación de sondas analógicas y establecer pautas de control para precisar el comportamiento del edificio. Todo ello se hace desde un punto donde las diferentes partes del sistema no tienen acceso a la manipulación de la domotización del sistema.

GESTIÓN INDIVIDUALIZADA POR ESTANCIA. / (ROOM MANAGEMENT SYSTEM)

En este sistema de gestión se puede controlar cada parte de ese sistema desde esa zona sin que ello conlleve una ruptura de la comunicación entre la totalidad del sistema. De esta manera se puede regular el confort, la iluminación etc. de dicho espacio.

5.5. SISTEMAS DOMÓTICOS RELACIONADOS CON LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

CONTROL DE LA ENERGÍA.

Después de tomar la decisión instalar un sistema, el hecho de DOMOTIZACIÓN **permite a recibir DATOS** (Contadores de consumo energético), ya descritos en el capítulo anterior, que sirven para revisar las estadísticas de gasto diario, mensual y anual en casos reales en uso.

Permite **verificarlos de forma continua**, con la posibilidad de aplicar correcciones a mecanismos y/o acciones automatizadas a lo largo de su ciclo de vida sin tener que cambiar la instalación principal.

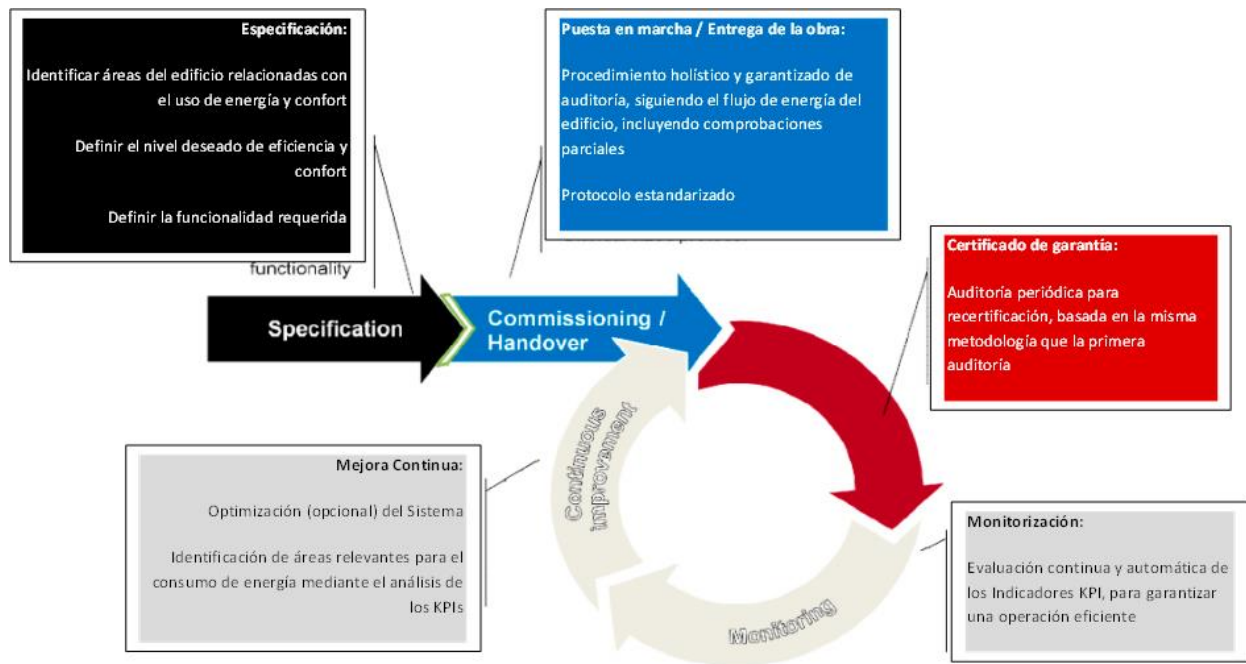


Figura 5.13. Los sistemas de Automatización mejoran la eficiencia energética

(fuente: SIMOTECA/UNE-EN 15232)

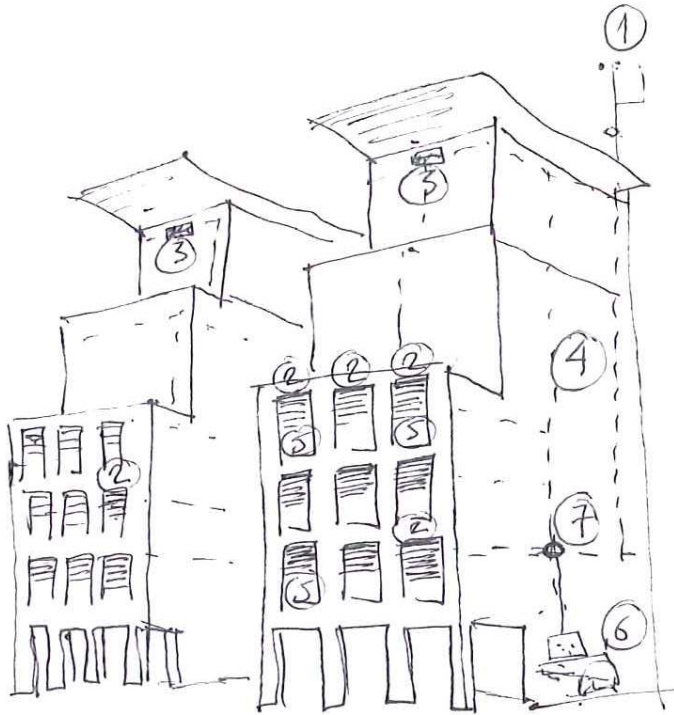
De forma proactiva resulta en **un mantenimiento del edificio optimizado** que también responde a cualquier cambio de uso (necesidades de climatización/ ventilación) y permite detectar patologías antes que se convierten en serios daños que recorta la vida útil.

A nivel de estudios de investigación por sector permite ver la situación de antes y después de la instalación DOMOTICA y comparar ejemplos.

SISTEMAS DOMÓTICOS EN FACHADAS- CAPTACIÓN y PROTECCIÓN SOLAR

Con una gestión inteligente de las aberturas de la fachada del edificio: ventanas, persianas, toldos y cortinas

PROTECCIONES SOLARES DOMÓTICAS



1. Estación Meteorológica con Sensores

Recoge información de la velocidad y dirección del viento, posición del sol, temperatura, lluvia, etc. Dicha información se envía al Building Controller.

2. Motor

Acciona cada una de las protecciones solares de la fachada

3. Motor Controller

Controlador de hasta 4 motores(230V024V) conectado con la línea Bus

4. Línea Bus

Permite una comunicación simple o bidireccional entre los productos conectados a la línea Bus (KNX, LON, IB+)

5. Control Local

Gestionar de forma individual la protección solar de una zona. Pueden ser cableados o vía radio.

6. Software

Permite programar las funcionalidades y parámetros del edificio mediante un entorno

7. Building Controller

Gestiona las diferentes zonas creadas por los Motor Controllers en función de la información recogida por los sensores.

Figura 5.14. Esquema de Control Solar Automático en Edificios. (fuente: SOMFY)

Posibilidades que ofrecen estos dispositivos:

Controlar dispositivos de protección solar externos y/o internos

Reciben información a tiempo real de diferentes sensores (sol, viento, temperatura, presencia, etc.)

Reducen las necesidades de refrigeración, ofrecen un mejor ambiente térmico interior y minimizan el riesgo de deslumbramiento al mismo tiempo que evitan reducir de forma innecesaria la entrada de luz natural y las vistas de los exteriores.

Inmediata. *Reacción instantánea de la fachada adaptándose cada minuto a los cambios climáticos exteriores y a las necesidades del usuario en el interior. No es una fachada estacional que se comporta bien en verano o invierno... en cada momento aporta la mejor opción de confort y ahorro energético.*

Flexible. *La fachada puede cambiar con el cambio de uso del edificio sólo con cambios de programación sin necesidad de obras en la fachada. La flexibilidad de las fachadas dinámicas favorece que se puedan adaptar a los procesos de alquiler de plantas y cambios internos del uso de los espacios.*

Invisible. Respetar la imagen arquitectónica de la fachada ya que sólo es visible cuando es necesario controlar la luz natural. Sólo actúa si hay presencia en el interior para mejorar el confort térmico y lumínico de los usuarios o bien si no hay presencia optimizar el ahorro energético del edificio. Si no es necesario la protección solar está oculta.

Integrada. Las fachadas dinámicas se pueden integrar con la climatización y la iluminación en un mismo equipo o sistema de gestión-control del edificio para reducir el consumo del mismo. La climatización y la iluminación suponen aproximadamente entre el 70-75% del consumo de un edificio.

Los beneficios de la Fachada Dinámica:

- Potenciar la luz natural reduciendo el consumo de luz artificial y aumentando la vida útil de las lámparas.
- Reducción del consumo de climatización. (Aire acondicionado y calefacción)
- Mejorar el confort térmico y visual del usuario.
- Reducción de la emisión de CO₂ y respeto al medioambiente.
- Integrar la gestión de la fachada dentro del sistema de control del edificio
- donde también estarán la iluminación y la climatización.



Figura 5.15. Edificio Pasarela de Romera y Ruiz arquitectos. (fuente: Casadomo)



Figura 5.16. Edificio Pasarela de Romera y Ruiz arquitectos.

(fuente: Casadomo)

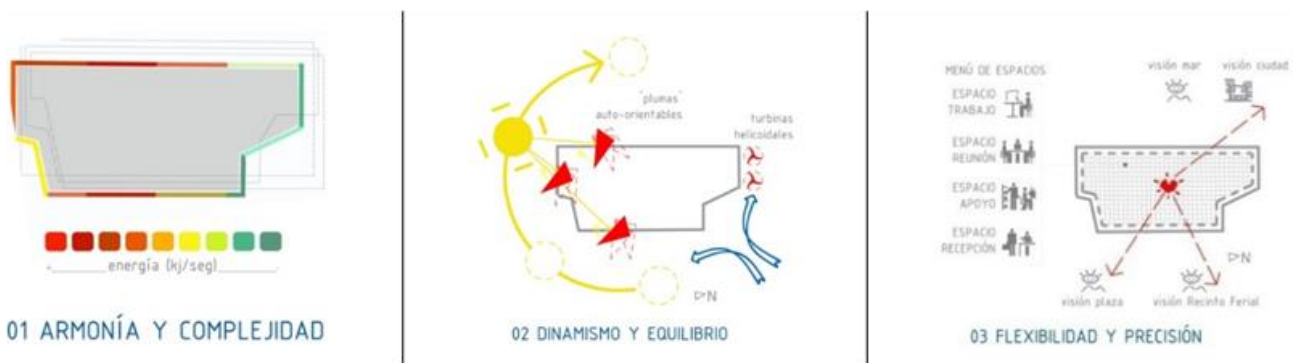


Figura 5.17. Edificio Pasarela de Romera y Ruiz arquitectos. (fuente: Casadomo)

FUNCIÓN SUN TRACKING

Permite optimizar la luz natural mediante una orientación automática de las lamas de las persianas venecianas en función del movimiento del sol a lo largo del día.



FUNCIÓN GESTIÓN DE SOMBRAS

Innovación Somfy en las fachadas con función Sun Tracking, es necesario tener en cuenta las sombras que proyectan los edificios colindantes en algunas ventanas.



Figura 5.18. Sistemas coordinados para optimizar la luz natural en los edificios.

(fuente: SOMFY)

SUN TRACKING

El aprovechamiento máximo de la luz natural, se controlan los reflejos molestos y se evita la entrada directa de la radiación solar. El sistema permite el control solar del hueco de la fachada mediante el movimiento automático de la protección solar (lama o toldo) en función de la posición del sol y la situación geográfica del edificio.

SHADOW MANAGEMENT

La modelización del entorno y del propio edificio en 3D, para simular la influencia del sol y sombra en cada una de las ventanas de las diferentes fachadas. La estación meteorológica que se instala en la azotea del edificio Sensor interior (iluminación y temperatura) de la planta Building Controller (Sistema de gestión del edificio) y el Motor Controller a partir de la ocupación.



Figura 5.19. El primer ECCN de vivienda pública del Gobierno Vasco en Portugalete.

(fuente: EL MUNDO)

SOLARWALL

Fachada ventilada metálica perforada ligera de alta absorptividad, (cámara de aire cree una cortina de aire caliente ascendente. Se combina con una bomba de calor que captura el calor de la cámara de fachada y lo suministra al suelo radiante de las viviendas. El diseño actual del edificio ya contempla el autoconsumo del edificio a través de la instalación fotovoltaica y el equipo de micro-cogeneración.

MUROS TROMBE DOMOTIZADOS



Figura 5.20. Vivienda unifamiliar en Valldoreix, en el área metropolitana de Barcelona, realizada por la empresa G9 Arquitectura i Gestió (fuente: domintell)

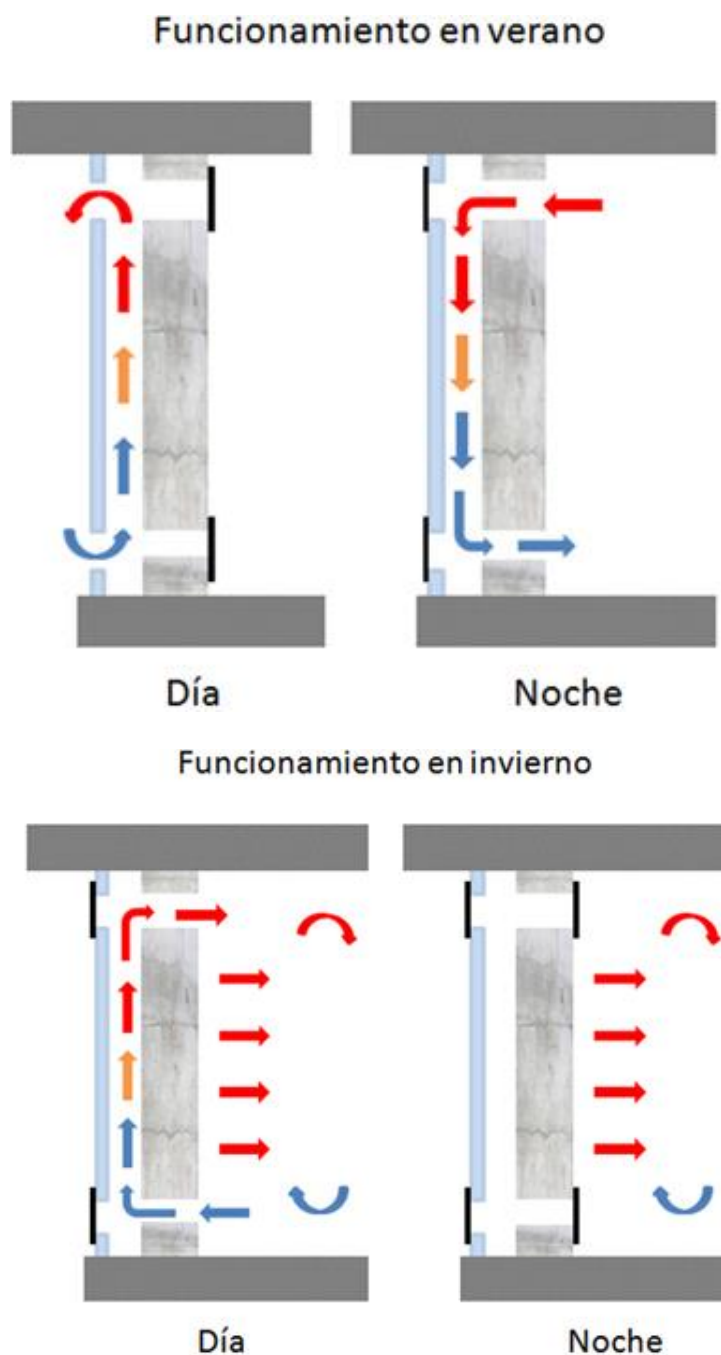


Figura 5.21. Funcionamiento del muro trombe domotizado (fuente: domintell)

En este caso la función del sistema domótico sería regular los flujos de aires, controlar la radiación y controlar la transmisión de temperatura al espacio, dependiendo de necesario en cada momento.

POZOS CANADIENSES DOMOTIZADOS

El pozo canadiense o provenzal es un sistema geotérmico de baja potencia que utiliza la temperatura de la tierra a una profundidad relativamente pequeña (1,50-5,00 m), para intercambiar calor con la finalidad de hacerla a la temperatura de confort interior. Este aire se puede a su vez intercambiar con el aire de renovación y/o con otros sistemas como placas solares o pozos de pluviales, etc. La Función de la domótica en este sistema es la regulación del intercambio termodinámico entre las diferentes partes del sistema y en función de estas mismas partes, haciendo que funcione de la forma más eficiente.

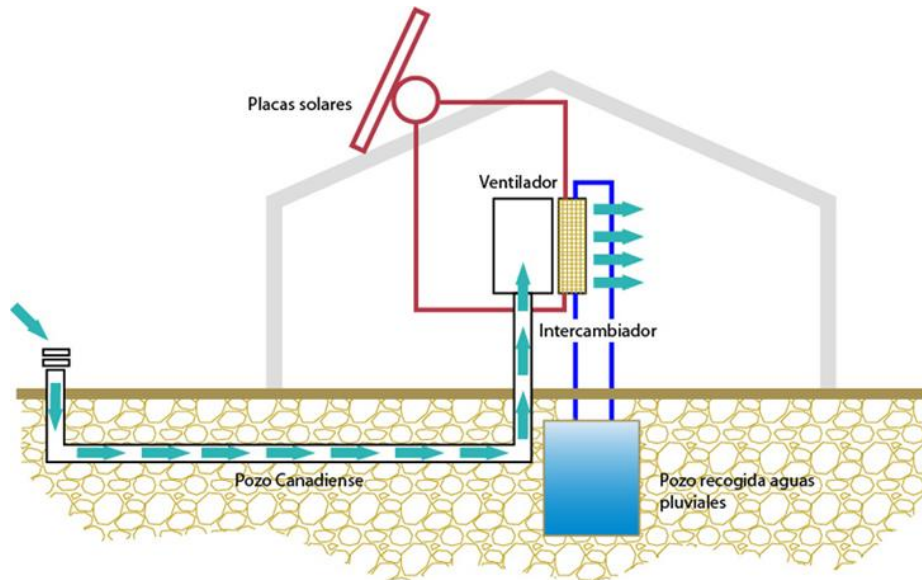


Figura 5.22. Funcionamiento de los pozos canadienses regulados por sistemas domóticos
(fuente: domintell)

ILUMINACIÓN – REDUCIR GASTOS CCPP

Módulos de regulación. CONTROL DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.

Los módulos de regulación permiten regular la intensidad luminosa de las luminarias en función de las necesidades de uso y de la aportación de luz natural existente en cada momento.

Con detectores de presencia y temporizadores, para el encendido y apagado de zonas de paso o uso esporádico. Con sistemas de regulación para aprovechamiento de la luz natural.

DETECCIÓN DE FUGAS - gas, incendios e inundaciones

Sistemas de control y regulación centralizados, detectan si se produce una inundación, dan señal de aviso, y provocan un corte del suministro.

GESTIÓN DEL CONFORT

THINKNX

Es un supervisor multi-función para la automatización de viviendas que permite manejar todas las funciones de un sistema integrado en una smarthome. **Control a través de una sencilla y atractiva interface** que permite interactuar con el sistema de forma libre a través de tu iPhone, iPad, Android tables y smartphone, y Windows Playes.



Figura 5.23. interfaces de Thinknx.

(fuente: thinknx.coms)

VENTILACIÓN – CALIDAD de AIRE

CALEFACCIÓN – CONFORT

Sondas de temperatura permiten obtener lecturas de temperatura interior y exterior.

Ventana abierta: Cuando dejas la casa o antes de que vayas a dormir, si hay alguna ventana o puerta abierta como la puerta del garaje el sistema te avisa de ello.

ELECTRICIDAD – REDUCIR GASTOS

Detección y gestión del consumo “en espera” de los electrodomésticos. Actualmente los edificios integran múltiples sistemas que requieren de energía eléctrica para su funcionamiento. La domótica es capaz de gestionar este sistema en red y de forma remota, para ayudar al usuario al uso eficiente de los electrodomésticos.

En este punto podemos encontrar sistemas de control de regulación de iluminación artificial según parámetros del espacio, sistemas de programación de electrodomésticos, sistemas de climatización eléctricos que funcionan mediante manejo remoto, etc.



Figura 5.24. Imagen ejemplo del manejo remoto del uso de una vivienda.
(fuente: certificadosenergeticos)

CLIMATIZACIÓN POR ZONAS

Si trata del poder usar la climatización de un edificio diferenciando sus partes y que a su vez estas partes se ayuden de las otras.

THINKNX

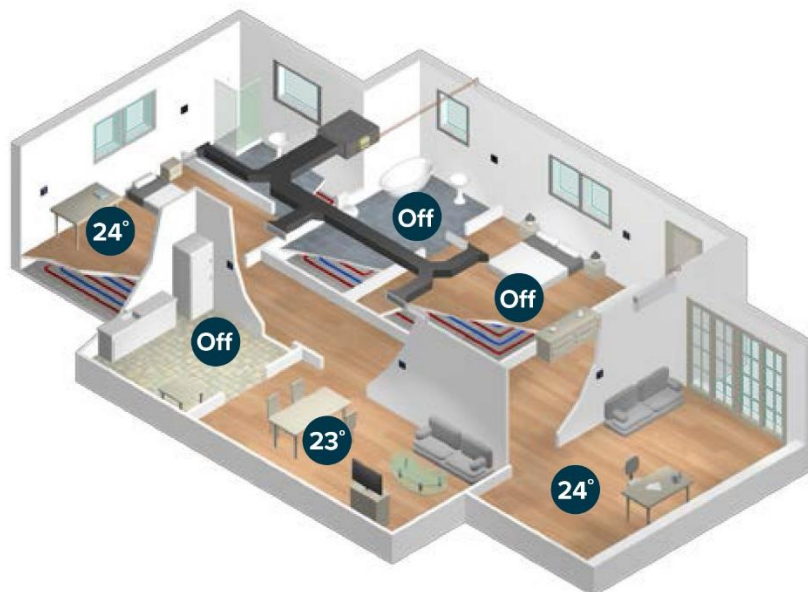


Figura 5.25. Esquema ejemplo de funcionamiento de la climatización por zonas.
(fuente: airzone)

GESTIÓN DEL USO DEL AGUA

Los sistemas domóticos de gestión eficiente del agua son múltiples. Dependiendo del tipo de edificio o lo que se quiera conseguir se puede programar múltiples variables. Así pues, se puede programar reciclaje de agua de duchas o de lluvia para el riego, así como para el intercambio termodinámico de sistemas climáticos.

En el caso que nos ocupa que no es otro que el de la rehabilitación energética, el sistema domótico haría la función de regular el uso de agua, su almacenaje, o el intercambio termodinámico con los otros sistemas.

5.6. EJEMPLOS DE FACHADAS DOMOTIZADAS

A continuación, hemos hecho una recopilación de algunos de los ejemplos de edificios con fachada domotizada en el mundo. El afán de innovación y experimentación hace que poco a poco estén proliferando este tipo de sistemas en mayor o menor medida. Creemos que estos pueden ser algunos ejemplos que nos permiten atisbar de alguna manera el futuro de la domótica en el campo de la rehabilitación energética influyendo en aspectos formales de la arquitectura.

EDIFICIO:	Torres Al Bahar
ARQUITECTO:	ABDULMAJID KARANOUH, AEDAS ARQUITECTOS
AÑO:	2009-2012
UBICACIÓN:	ABU DHABI, EMIRATOS ÁRABES



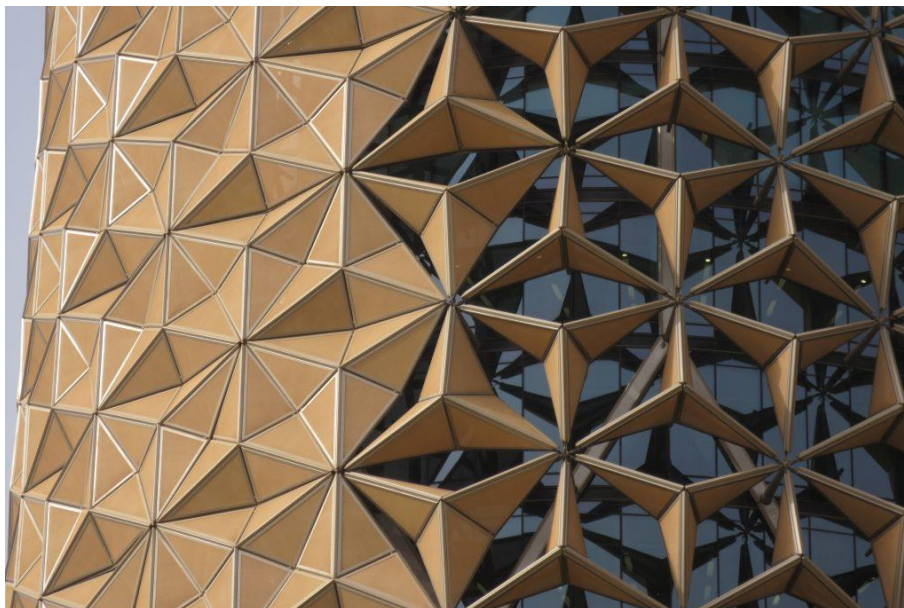


Figura 5.26. Torres Al Bahar

(fuente: <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/torres-al-bahar/>)

EDIFICIO: Kiefer Technic Showroom
ARQUITECTO: Kiefer technic showroom by Ernst Giselsbrecht + Partner (AT)
AÑO: 2007
UBICACIÓN: Bad Gleichenberg





Dynamic facade "Kiefer technic showroom"

Figura 5.28. Kiefer technic showroom (Fuente: *architonic.com*)

<https://www.youtube.com/watch?v=rAn4ldWjw2w>

EDIFICIO: Theme Pavilion
ARQUITECTO: Soma Architecture
AÑO: 2012
UBICACIÓN: EXPO 2012, Yeosu, Korea

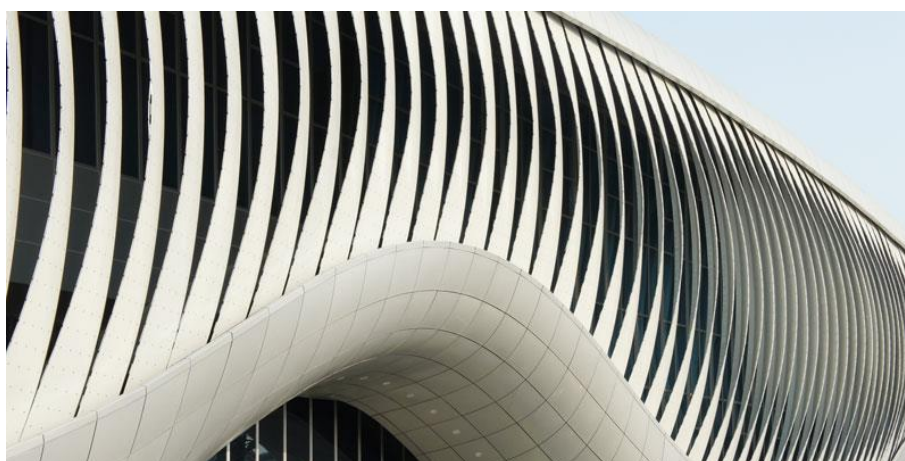
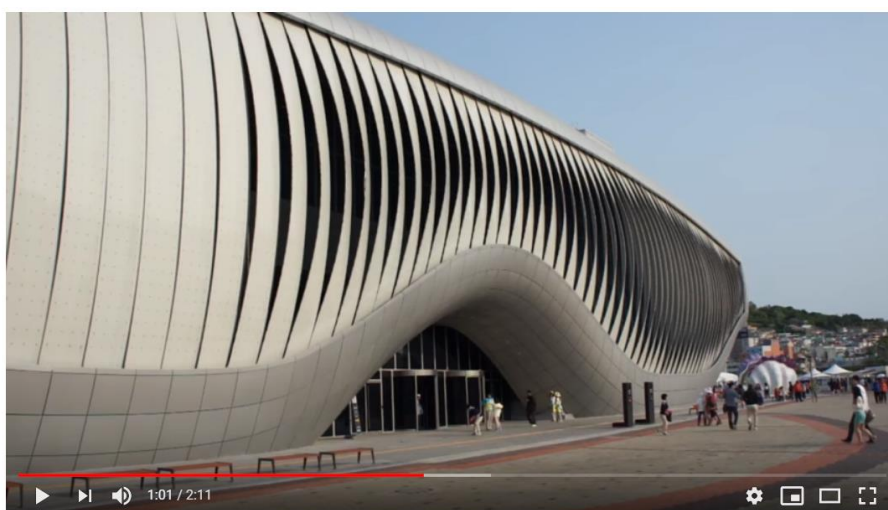


Figura 5.29. Theme pavilion (Fuente: <http://www.soma-architecture.com/>)



https://www.youtube.com/watch?v=C2_H8peGhMw

EDIFICIO: SLIDING HOUSE
ARQUITECTO: DRMM
AÑO: 2009
UBICACIÓN: SUFFOLK, UK

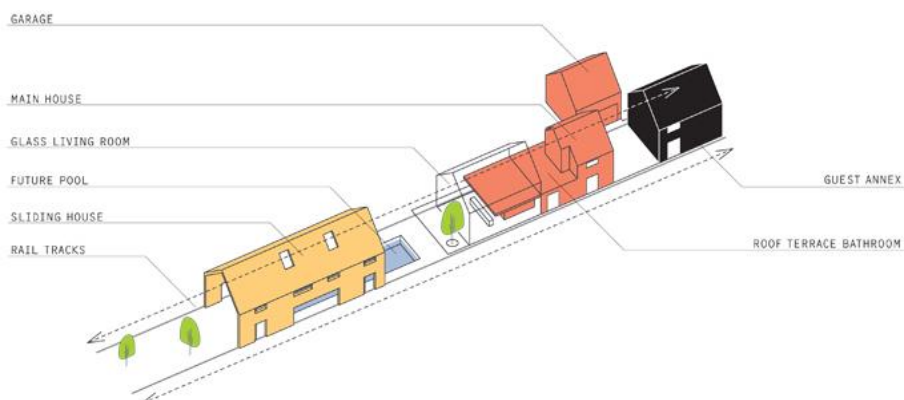


Figura 5.30. Sliding house. (Fuente: <http://drmm.co.uk>)
<http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=sliding-house>

EDIFICIO: Q1, ThyssenKrupp Quarter Essen
ARQUITECTO: JSWD Architekten + Chaix & Morel et Associés
AÑO: 2010
UBICACIÓN: Essen, Alemania

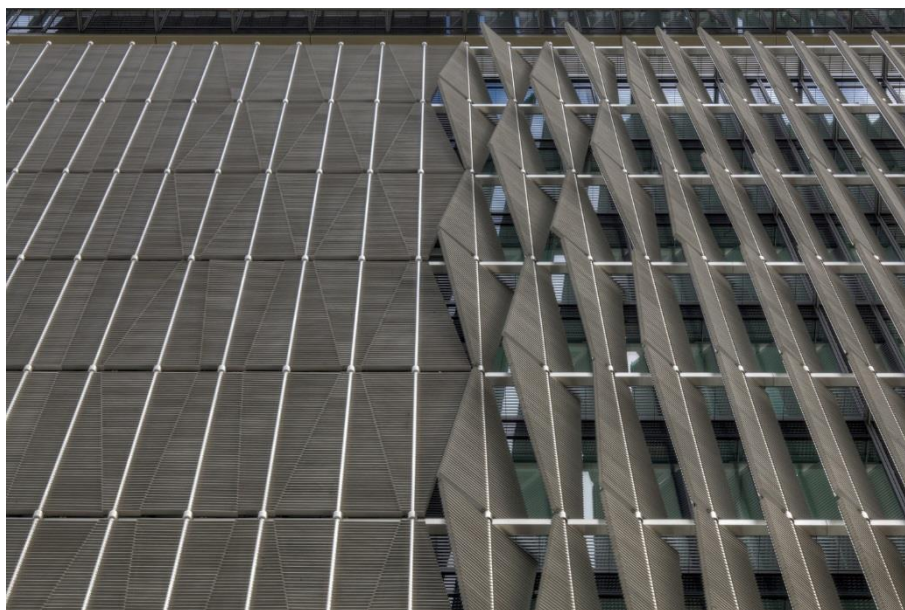
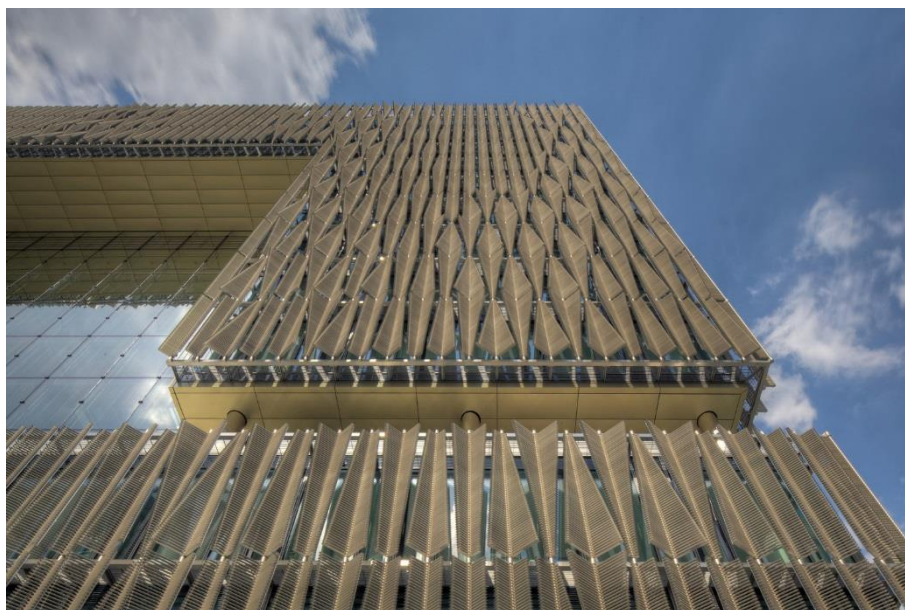
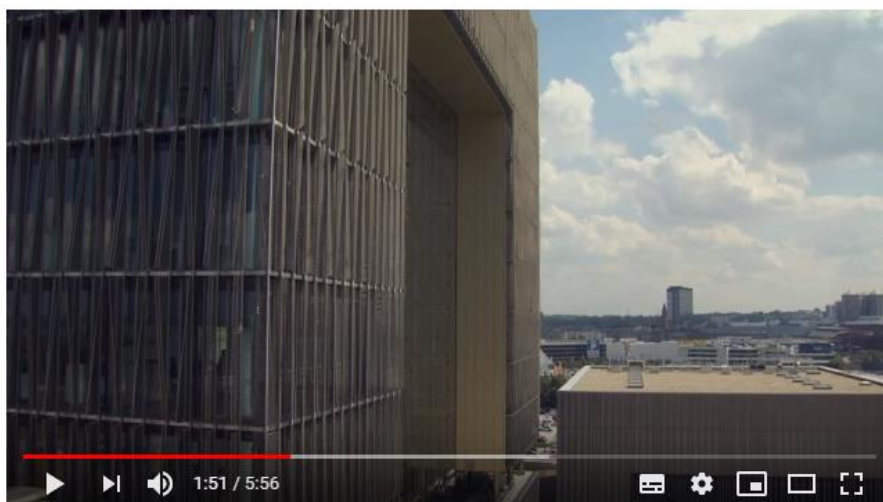
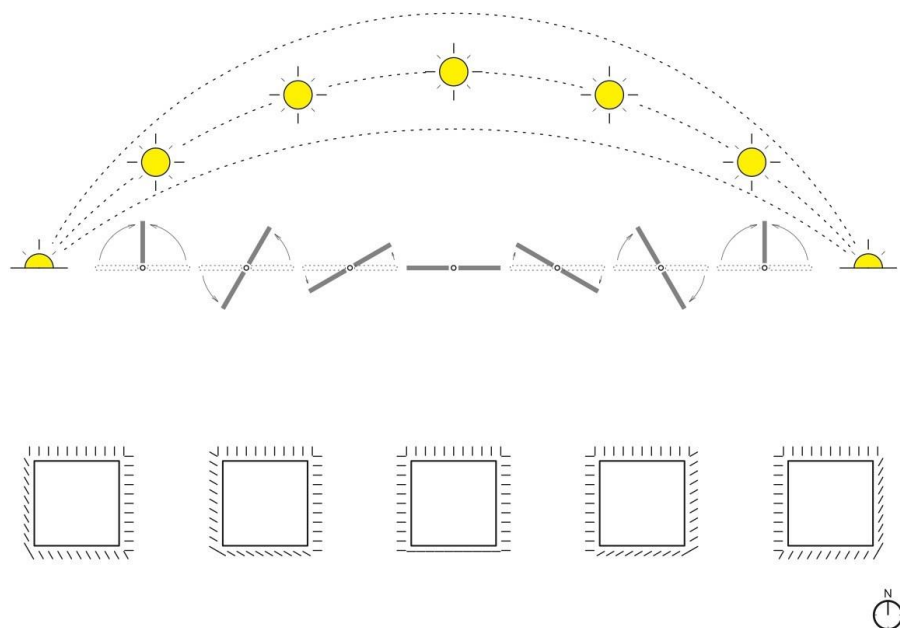


Figura 5.31. Theme pavilion (Fuente: <https://www.e-architect.co.uk>)



ThyssenKrupp HQ1 Essen Freier Reifer 2010 EN

Figura 5.32. Q1, ThyssenKrupp Quarter Essen. (fuente: plataformaarquitectura.cl)

<https://www.youtube.com/watch?v=j7txNiJDkqU>

5.7. REPERCUSIÓN EN COSTOS GLOBALES DE OBRA PARA IMPLANTAR SISTEMA DE CONTROL DE CONSUMO MÁS EFICAZ.

Como cualquier sistema, el coste de implantación es uno de los temas importantes. Estos costos, al igual que los sistemas, son muy diversos. Centrándonos en los sistemas de eficiencia energética y teniendo en cuenta que dicha eficiencia está ya implementada en la arquitectura del futuro cercano, podemos decir que el aumento de coste es solamente relativo a la incorporación de los elementos que domotizan dicho sistema y no relativo al conjunto del mismo. Por el contrario, la domotización se pretende que mejore sistemas ya empleados convirtiéndolos en más eficientes.

Según los datos recopilados hasta el momento, estas son algunas de las estimaciones:

- 500-600 €/m2 en rehabilitación integral de una fachada de carpintería, vidrio y partes opacas en función del grado de actuación.
- 125 €/m2 en huecos de fachada de lamas dinámicas.
- 125 €/m2 en huecos de fachada de lamas dinámicas.
- 1.800 € sistema domótico de control energético en vivienda.

5.8. TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DEBIDO A OPTIMIZACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO.

“Un sistema de control y automatización permite obtener ahorros del orden de un 20 % a un 40 % en la energía consumida, recuperándose la inversión en algunos casos en un periodo inferior a los tres años.”

En este análisis se pretende llegar a conseguir datos sobre el retorno de inversión en uso de tecnología domótica relativo a la eficiencia energética. Este es un punto muy interesante a la hora de implementar en la sociedad este tipo de tecnología en el futuro cercano. El usuario necesita ver plasmado en términos económicos en que beneficio y cuando va a repercutir la instalación de estas tecnologías. Se estima que el retorno de inversión es de entre de 3 y 4 años.

5.9. CLAVES DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN AL VECINO PARA IMPULSAR SU USO.

- La bajada de las facturas de consumo y adaptación a tarifas actuales y el fomento de la transmisión de estos datos, mediante una fácil comprensión con gráficos, dibujos o diagramas.
- Creación de jornadas tecnológicas para el intercambio interdisciplinar por parte de los técnicos.
- Integración de objetivos de domotización a nivel proyecto de ejecución, fácil acceso a información útil para que el técnico diseñado de edificios incorpore esta tecnología en las fases de diseño.
- Los propietarios han tenido la opción de diseñar la instalación a su gusto en un fácil estado involucrados en todas las fases de diseño, tanto con los arquitectos o ingenieros como con las empresas instaladoras de domótica.
- Personalización de las prestaciones tecnológicas en cada inmueble.
- Incorporación de explicaciones mediante el manual de usuario, que sean explicaciones sencillas de entender y con dibujos explicativos que no requieran de un gran conocimiento tecnológico para que cualquier usuario pueda aprender el funcionamiento del sistema, así como cambiar los parámetros según sus necesidades y/o gustos.
- Funcionamiento desde plataformas y/o herramientas en las que los usuarios están familiarizados, como por ejemplo en los sistemas operativos Windows, Mac, Android etc. Incluso fomentando desde estos sistemas operativos la incorporación de softwares que impulse a los usuarios probar sistemas domóticos en su vida cotidiana.

CONCLUSIONES AL CAPITULO 5

- Hay mucho camino por recorrer en el campo de la domótica vinculada a la arquitectura y más concretamente en la rehabilitación energética.
- El campo de la domótica en la arquitectura tiene mucho potencial de crecimiento dentro del mercado.
- La domótica puede ser una buena herramienta de para favorecer el ahorro energético.
- Existe pocos ejemplos de edificios domóticos con todas sus partes interconectadas.
- Uno de los mayores retos es poder tener sistemas domóticos integrados.
- Se necesita de una labor activa de explicación a los usuarios para la implementación de los sistemas domóticos en la arquitectura.
- Con el sistema 5G y superiores se podrán integrar todos los sistemas en un solo software que dentro del concepto IoT (Internet de las Cosas) sea una herramienta de uso cotidiano. Este concepto se extrapolará a toda la ciudad, ya que el edificio individual será un nudo más en un complejo entramado energético y de movilidad sostenible.

6. CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIÓN PRINCIPAL

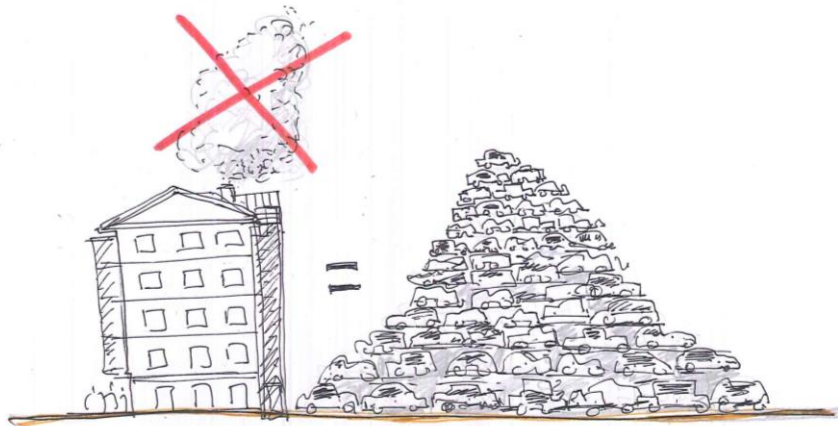
Solo tomando estos seis casos de Estudio del programa REVIVE 2012 del Gobierno Vasco se ahorran 151 Tn de CO2 anuales.

Tal y como vemos en el cuadro la diferencia de emisiones entre los edificios previos y los rehabilitados es sustancial.

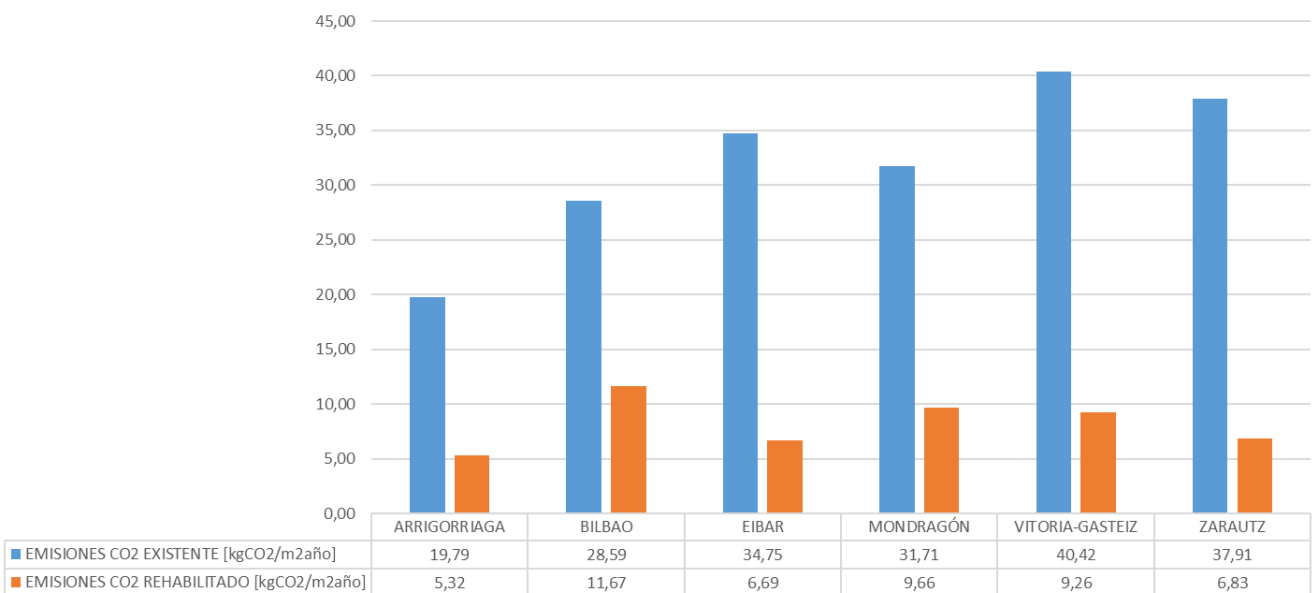
En un momento histórico; en el que el problema del calentamiento global de la tierra, debido a las emisiones provocadas por la especie humana, puede estar en un punto de NO RETORNO; se debe actuar. Este dato demuestra que la inversión en estas políticas es beneficiosa.

Además de todas las mejoras en eficiencia, confort, autoestima vecinal y salud, quizá el mayor beneficio es en materia ecológica. Se puede concluir que el Programa REVIVE 2012 del Gobierno Vasco es un pequeño triunfo, una pequeña ayuda a nuestro planeta.

¡PIENSA GLOBAL, ACTUA LOCAL!



REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2 EN CADA EDIFICIO/PORTAL DE ESTUDIO



6.2. CONCLUSIONES GENERALES

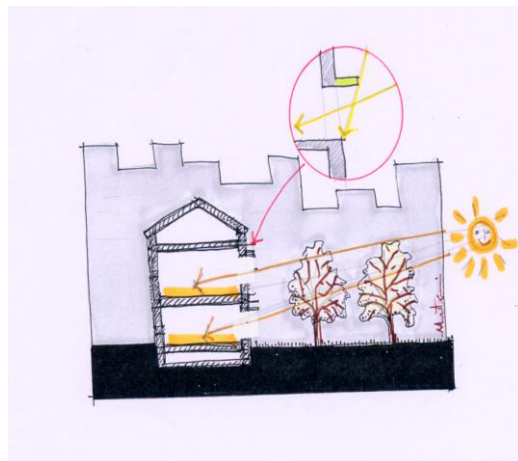
- Ante un problema tan poliédrico como la rehabilitación energética integral de los edificios, fundamentalmente en nuestras ciudades, vamos a establecer primero una serie de conclusiones generales que abarcan **los tres aspectos de la sostenibilidad (Energético-Económico-Social)**. Luego entraremos en las conclusiones particulares relacionadas más intrínsecamente con el objeto particular de esta guía que es relacionar los costes y los resultados de la monitorización con el objetivo de dar más eficiencia a menor precio.



- **La transmisión de energía a través de la envolvente de un edificio es un hecho dinámico complejo** que depende de varios factores por lo que resulta difícil analizarlo numéricamente de forma exacta. Nos hemos ceñido a los datos de monitorización. Hay aspectos fundamentales que influyen en el consumo final como el diseño y orientación del edificio; la gestión de las instalaciones y el régimen de uso, tanto del edificio como de sus instalaciones.



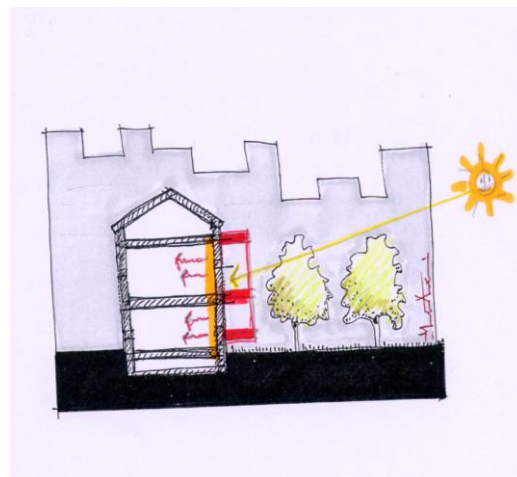
- El diseño adaptado a la orientación de las viviendas es fundamental para obtener una buena certificación energética. No se puede obtener una calificación superior a C sin actuar sobre el diseño del edificio. Se debe abordar la protección y captación solar de los huecos en función de su orientación. En las viviendas orientadas al sur se obtienen mejores resultados con un menor esfuerzo económico que en las orientadas al norte. Las orientaciones E y sobre todo la O requieren de un esfuerzo económico suplementario por el hecho de tener que gestionar la captación y protección solar de dichas fachadas.



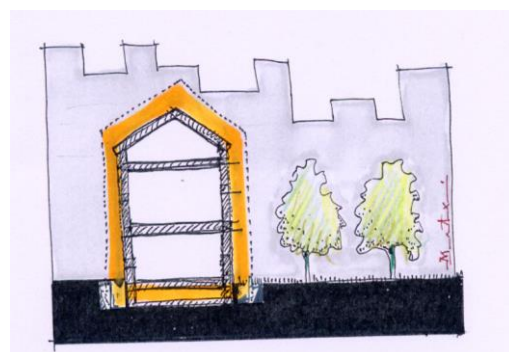
- En una rehabilitación energética integral se debe actuar de forma conjunta en la envolvente y las instalaciones, o lo que es lo mismo, en las medidas pasivas y activas. Es imprescindible actuar de forma integral para obtener las calificaciones A o B. El objetivo de la "ecuación" es siempre reducir la demanda (numerador) y aumentar el Rendimiento de las Instalaciones (denominador).

$$EEQ = \frac{D}{RI}$$

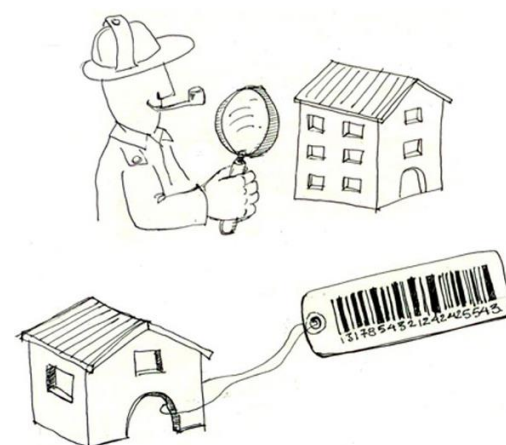
- **El diseño debe de aglutinar muchos factores** muy diversos tanto en estrategias pasivas: (aislamiento; sistemas constructivos; orientación; porcentaje de huecos; protección y captación solar; compacidad y factor de forma; inercia; control de infiltraciones; eliminación de puentes térmicos) y activas: (producción y emisión; acumulación; VRC ventilación con recuperador de calor; monitorización y control). La reducción de emisiones basada en la eficiencia energética de los edificios no depende tanto de la inversión como del correcto y medurado diseño equilibrado de las medidas pasivas y activas de forma conjunta e inteligente. El régimen de uso y control de las medidas activas también influyen en el resultado de eficiencia final.



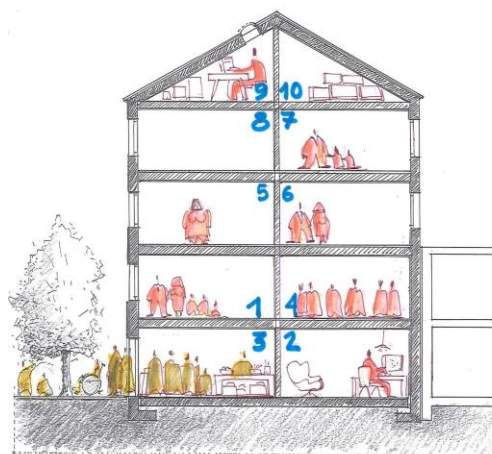
- **La implantación de aislamiento es la medida más económica** en relación con su eficiencia posterior. Independiente del sistema que se emplee, su espesor y conductividad; el aislamiento es el material constructivo más eficiente económicamente a la hora de reducir la demanda energética. Respecto a la inversión inicial, los aislamientos son el elemento constructivo que tiene un retorno de la inversión más rápido en relación con su eficiencia.



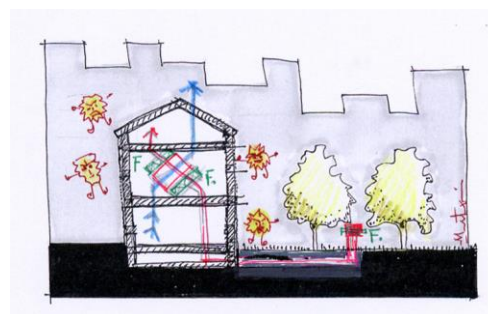
- **Las ITEs son las llaves para iniciar una rehabilitación energética integral** del antiguo parque edificatorio. Prueba de esto es que todos los casos de estudio de esta guía padecían de patologías susceptibles de ejecutar obras derivadas de ITEs. Las Inspecciones técnicas de los edificios son fundamentales de cara a fomentar la REI (Rehabilitación Energética Integral). Ya que mejoran la seguridad, habitabilidad, accesibilidad y eficiencia energética. El hecho de que un edificio padezca patologías como desprendimientos, goteras, humedades etc. constituye una sinergia ante el proceso de rehabilitación energética. Por ejemplo, el coste de los andamios para la reparación de una patología en fachada se puede aprovechar para ejecutar el aislamiento exterior de la envolvente. Todos los casos de estudio tenían patologías previas. Si la rehabilitación energética se debe de vincular a obras de mantenimiento, reparación o puesta al día de los sistemas. El mejor momento para rehabilitar es cuando debemos de intervenir en los elementos constructivos; entonces la diferencia entre rehabilitar constructivamente y energéticamente es pequeña y fácil de amortizar. Las ITEs también constituyen una catalogación del parque edificativo con el objetivo de mejorarlo y de informar al ciudadano.



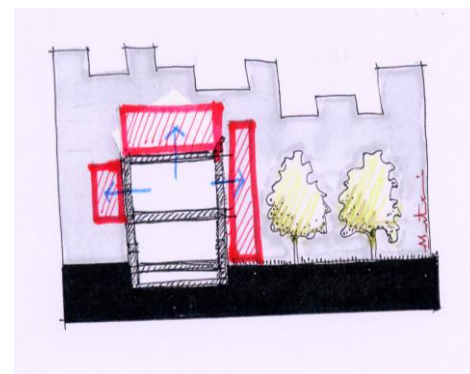
- Se debe de hacer una **reflexión sobre el tamaño y la flexibilidad de los hogares**. El modo de vida también influye; la sostenibilidad de género ha producido que las labores domésticas se compartan. Este hecho, junto con los diferentes hábitos, como el teletrabajo hacen que las superficies de las distintas estancias sean susceptibles de variación. Por ejemplo, aumentar el tamaño de la cocina, ya que se usa a la vez por ambos miembros de la pareja; o aumentar el número de aseos; o segregar las viviendas en busca de un modelos más pequeños y adaptados a las necesidades actuales. El envejecimiento de la población y el descenso de la natalidad hacen que muchos hogares estén sobredimensionados y no estén adaptados. Una Rehabilitación Integral puede ser una ocasión ideal para adecuar y mejorar nuestro parque residencial hacia un modelo más sostenible socialmente. En el ámbito social de la sostenibilidad incluimos a la sostenibilidad de género.



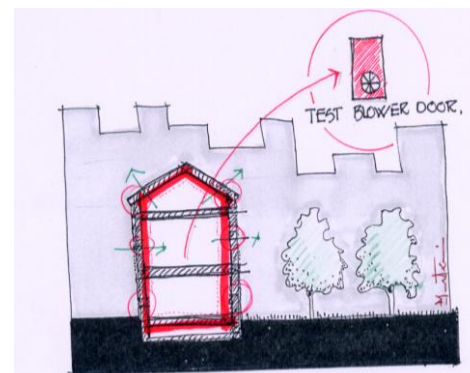
- En esta Guía nos ceñimos a estudiar la reducción de demanda ya que tenemos datos de la misma. Hubiera sido interesante tener datos de la **calidad del aire** con mediciones de PPM de CO₂. Solo uno de los casos de estudio tiene VRC. Además de los aspectos energéticos, económicos, y de reducción de emisiones; la salud y el confort de las viviendas son puntos clave en la REI ya que pasamos el 90% del tiempo en los edificios. Entre los casos de estudio solo uno disponía de Ventilación con Recuperador de Calor.



- El coste de una rehabilitación también se puede ver justificado en parte por las obras de ampliación de espacios en cubierta o vuelos d fachada. La ganancia de estos espacios, bien para albergar instalaciones, bien para mejorar las superficies mínimas de accesibilidad es un aspecto que supone un gasto, pero a la vez un beneficio económico difícil de cuantificar. **La redensificación también es una medida de sostenibilidad global.**

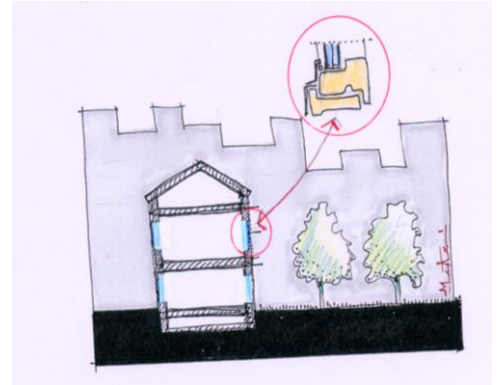


- Se han cuantificado las pérdidas por transmisión y puentes térmicos, pero las pérdidas por infiltraciones son también importantes. En los casos de estudio no se han medido la estanqueidad antes y después de la intervención. Pensando en el futuro a medio plazo y los exigentes objetivos que nos estamos planteado en la Unión Europea, **la medición de la estanqueidad es recomendable.**

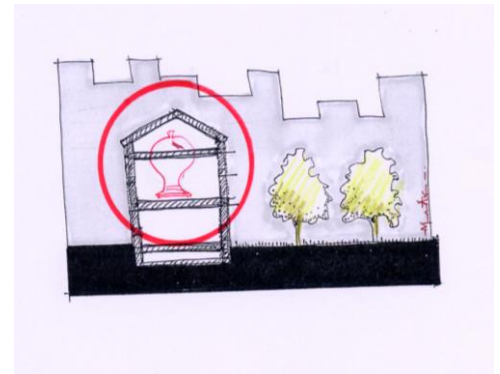


- **El doblado o cambio de ventanas es muy recomendable.**

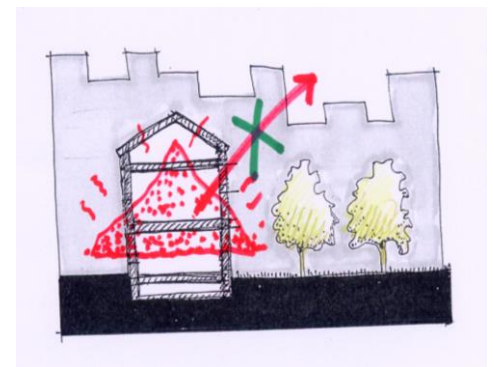
Forman parte de la envolvente térmica constituyendo un punto muy sensible de la misma. En algunos casos donde gran parte de las carpinterías se han sustituido antes de la Rehabilitación Integral (REI), el hecho de modificarlas puede crear desencuentros económicos entre los vecinos y se debe de desestimar, doblándolas o postergando ese cambio a futuro. El hecho de modificar una ventana existente por otra de alta eficiencia conlleva un aumento de la estanqueidad con su afección a la renovación del aire y ventilación de la vivienda, por lo que se debe de analizar y justificar con objeto de cumplir el código técnico CTE-HS. En materia de ventilación y calidad del aire.



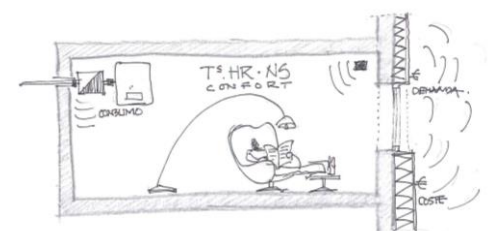
- Además de estudiar los elementos pasivos existentes, como las carpinterías, debemos de analizar los sistemas activos previos a la REI. Si por ejemplo existe una implantación de instalación de gas individual con un porcentaje de nuevas calderas individuales de condensación puede resultar más sostenible mantener esta instalación individual que modificarla por otra centralizada. **La primera R de la sostenibilidad es Reducir**, por lo que aprovechar lo existente si es factible ahorra muchas emisiones y es más económico.



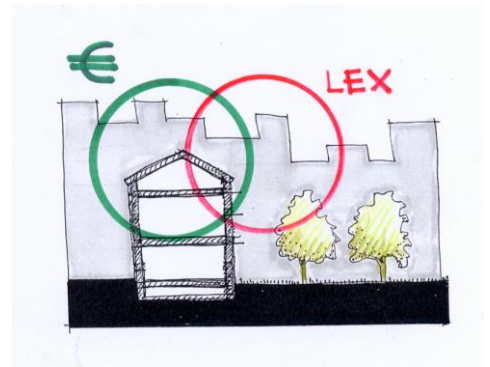
- En la guía analizamos los costes directos de la ejecución de la envolvente versus su eficiencia o reducción de la demanda ya que son los datos de que se dispone, pero existen una serie **ahorros indirectos** de emisiones y económicos: futuros costes de mantenimiento; disminución de las derramas futuras; eliminación de los costes de demolición y gestión de residuos; costes secundarios derivados de los futuros daños medioambientales; ahorros en costes de sanidad pública.



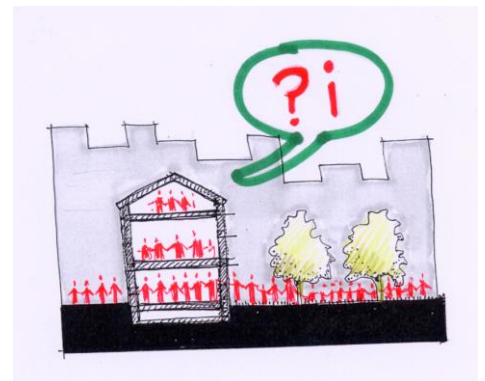
- **La REI supone una mejora de varios aspectos difícilmente cuantificables** como el aumento del confort térmico y acústico; la mejora de la calidad del aire; mejora de la habitabilidad; mejora de las situaciones de pobreza energética; mejora de la salud con eliminación de condensaciones, mejora de la proporción de oxígeno, mejora de las condiciones de accesibilidad y de seguridad.



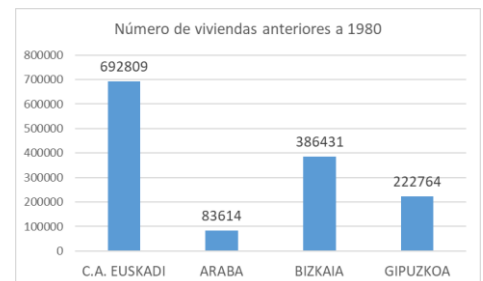
- La REI supone la **potenciación de una economía verde, el empleo local y la mejora de los entornos urbanos de nuestras ciudades** con las sinergias que todo esto produce. La revalorización de los inmuebles también produce mejoras económicas a medio plazo. La legislación y las ordenanzas urbanísticas deben potenciar la REI como un elemento dinamizador de la economía verde.



- La renovación de los edificios y los entornos urbanos supone una subida de la autoestima vecinal y ciudadana este aspecto social y psicológico es difícil de cuantificar y se deberían hacer estudios en estos campos. Estas mejoras de los entornos urbanos en los edificios y barrios deben canalizarse a través de procesos de **participación ciudadana transparentes**. Se mejora el barrio creando sinergias que de forma circular mejora la economía de los habitantes.



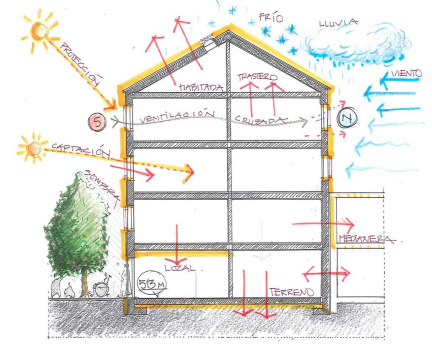
- Las viviendas con más necesidades de eficiencia son las **antiguas, anteriores a 1980**; vecinos con menor poder económico que la media, por lo que las ayudas públicas deben de ser parte fundamental del proceso, al menos a corto plazo. La administración deberá tener políticas de ayudas o penalizaciones, respectivamente al que ahorre o emita más o menos CO₂.



- El IOT, Internet de la Cosas, va a revolucionar todo, nuestras casas cambiarán, los elementos activos y pasivos estarán interconectados y controlados con facilidad por el usuario. Los edificios se transformarán en nodos de redes inteligentes con una huella de carbono "0". Producirán y venderán energía y tendrán una relación energética y logística con el resto de la ciudad.

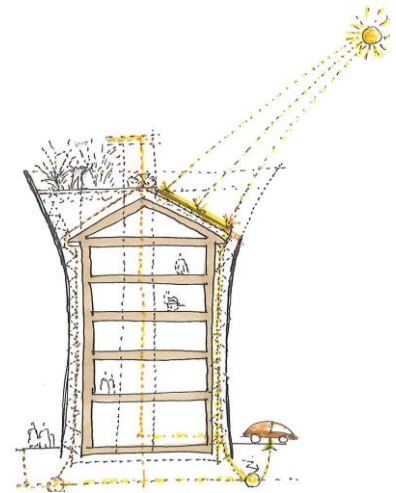


- La eficiencia energética relacionada con la reducción de emisiones no depende tanto de la inversión económica como de la **concepción global y equilibrada de las actuaciones pasivas y activas**. Un diseño que combine la orientación, compacidad, porcentaje de huecos, captación, protección solar y aislamiento térmico en su conjunto con los sistemas eficientes adaptados a cada caso concreto. Estas actuaciones técnicas se deben de acompañar con la participación y motivación social que se basa en políticas de ayudas, exención de impuestos, penalizaciones, formación y difusión en los medios de comunicación.

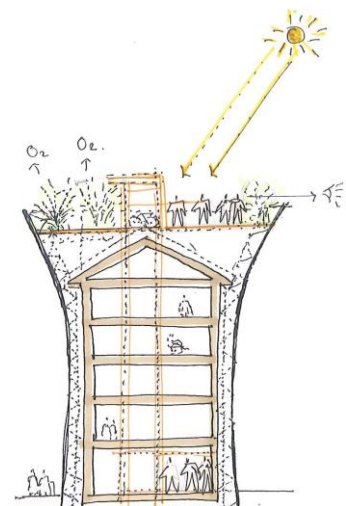


- Sistemas de producción de energía. Sistemas de movilidad eléctrica.** Tal y como predice Jeremy Rifkin los edificios serán nodos arquitectónicos conectados a la infraestructura del IOT que actuarán como microplantas de energía verde.

“Los edificios ya no serán espacios privados pasivos encerrados en sus paredes, sino entidades semipúblicas activamente comprometidas que compartirán entre sí energías renovables, eficiencias energéticas, almacenamiento de energía, movilidad eléctrica y muchas otras actividades” J.R.



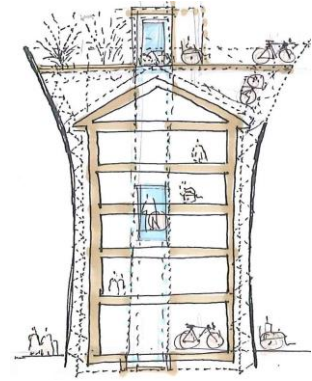
- Huertos de ocio y lugares de encuentro.** Las cubiertas verdes, además de su esfuerzo al medio ambiente tienen la función de ser magníficos lugares de encuentro, con soleamiento y buenas vistas. Estos nuevos espacios ganados pueden albergar huertos de ocio pequeños y personalizados. La nueva ética de los edificios que cuidan al ciudadano.



- Con el sistema 5G y superiores se podrán integrar todos los sistemas en un solo software que dentro del concepto IoT (Internet de las Cosas) sea una herramienta de uso cotidiano. Este concepto se extrapolará a toda la ciudad, ya que el edificio individual será un nudo más en un complejo entramado energético y de movilidad sostenible.



- **Accesibilidad y almacenamiento de bicicletas.** La instalación o ampliación del ascensor para que abarque todas las plantas y tenga un tamaño óptimo para el transporte de sillas de ruedas y otros elementos relacionados con la movilidad sostenible; que se podrán almacenar en la cubierta y bajocubierta.



- En una rehabilitación energética normalmente con **sistemas de instalaciones** individuales conseguimos un mayor ahorro de energía final con menor inversión que utilizando sistemas centralizados. Habitualmente cambiar a un sistema central es muy caro y por ejemplo el hecho de recircular A.C.S tiene una mochila de emisiones grande.

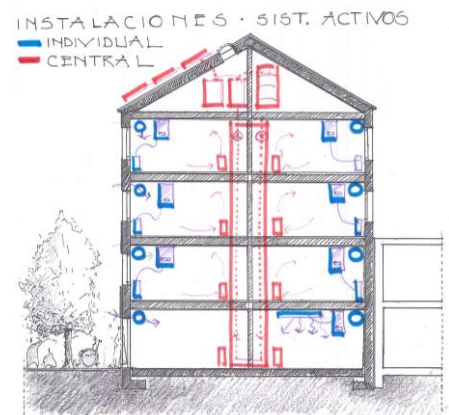
Los sistemas por radiación consumen menos que los sistemas por convección.

La biomasa como combustible, se aconseja en zona rural, en ciudad ocupa mucho espacio y tiene una gran mochila ecológica en el transporte.

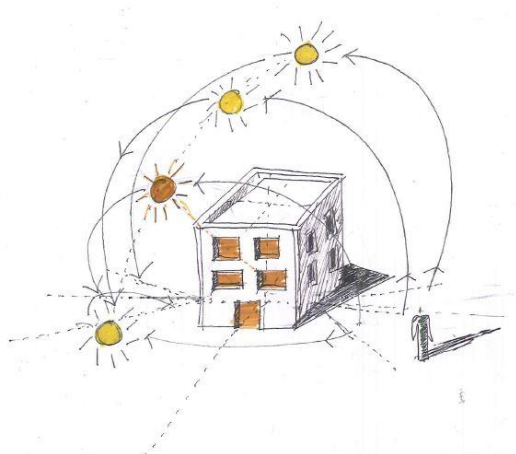
Las bombas de calor emiten menos ya que su rendimiento C.O.P. es mínimo de 2. Las instalaciones radiantes requieren más inversión.

- Se está planeando una nueva ética de la construcción en la que se reducirá la huella de carbono de los edificios. El objetivo es preservar la biodiversidad del planeta azul, el planeta del agua: la tierra.

La cuestión es como hacer compatible el modelo socioeconómico vigente con el reto ético de la sostenibilidad medioambiental. Los edificios del desarrollismo se deben de adaptar a la economía circular por medio de la rehabilitación energética integral. La tecnología la tenemos. Necesitamos un reto político.



6.3. CONCLUSIONES PARTICULARES



El diseño de la rehabilitación energética de un edificio debe responder a un estudio global de la envolvente y las instalaciones (sistemas pasivos y sistemas activos)

El proyecto de rehabilitación surgirá de un análisis profundo del estado actual del edificio y sus posibilidades. Se deben de estudiar las instalaciones existentes, la orientación, compacidad de la planta, proporción hueco/vano y protección de huecos en función de cada fachada.

Tal y como hemos deducido en los casos de estudio la compacidad de la planta y la orientación influyen en los resultados.

El control domótico global permitirá que por ejemplo la captación y protección solar se adapten a la orientación, régimen de uso y se regulen las instalaciones de forma conjunta con la envolvente.

Respecto a los diferentes materiales de aislamiento en la parte correspondiente a su tiempo de colocación en obra, no se observan grandes variaciones. Por lo contrario, el precio €/m² del material varía según el tipo aislamiento, siendo los más económicos, comparando la resistencia térmica, la lana mineral, XPS y PIR, tal y como se observa en la tabla. El más caro es el de vidrio celular.

3.1.1.A. TABLA COMPARATIVA COSTOS AISLAMIENTO				
AISLAMIENTO	RESISTENCIA TÉRMICA	ESPESOR	LAMBDA	PRECIO €/m ²
EPS grafitado	4,32	0,16	0,037	40,44
XPS	4,12	0,14	0,034	25,77
MW	4,10	0,16	0,039	19,11
PIR	4,00	0,08	0,020	25,28
CORCHO EXPANDIDO	4,00	0,16	0,040	45,51
VIDRIO CELULAR	4,17	0,20	0,048	132,85
FIBRA MADERA	4,00	0,16	0,040	32,00
CELULOSA GRANEL	3,00	0,12	0,040	6,85

La actuación pasiva con material de aislamiento es la intervención en rehabilitación que tiene mejor relación entre rentabilidad económica y ahorro de energía. Además, la utilización de materiales sostenibles como la lana mineral no requieren una inversión mayor.

Análisis costo-energía – estimación de calificación energética conseguida por cada envolvente y/o instalaciones en función de los proyectos Programa REVIVE 2012

3.5.3. TABLA COSTOS REI/CALIFICACIÓN ENERGÉTICA						
1 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES PASIVAS	ARRIGORRIAGA	BILBAO	EIBAR	MONDRAGÓN	VITORIA-GASTEIZ	ZARAUTZ
€/VIVIENDA	9.384,44	6.469,68	8.552,13	9.915,87	10.568,38	11.275,14
€/M2 ENVOLVENTE	117,79	66,48	60,22	62,85	84,01	93,80
€/M2 FACHADA	145,35	99,09	84,67	70,53	113,41	142,31
2 MEJORA ENERGÉTICA ACTUACIONES ACTIVAS						
€/VIVIENDA	1.406,79	3.414,58	2.617,19	1.146,85	3.316,55	2.813,04
TOTAL COSTE REI ACT. ACTIVAS+ ACT. PASIVAS						
€/VIVIENDA	10.791,23	9.884,26	11.169,31	11.062,73	13.884,92	14.088,18
CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA						
Nº LETRAS MEJORA CALIFICACIÓN	2	3	3	1	4	4

Analizando estos seis casos de estudio del Programa REVIVE 2012 del Gobierno Vasco realizado en viviendas tipo del período desarrollista.

En cuanto al coste de las **medidas pasivas**: el coste medio de la envolvente por vivienda es de 9.400 €. Si hablamos de m² de fachada el coste medio, es de 109 €, en este caso hay diversos tipos de fachada desde SATE a FV y sus precios van desde 70 €/m² a 145 €/m² aproximadamente.

El coste de las **medidas activas** es más relativo a la hora de generalizar. En estos casos supone una media aproximada de 2.500 €/vivienda.

La media global de activas + pasivas es de 11.900 €/vivienda.

En estos casos de estudio los ejemplos más caros son el de Vitoria-Gasteiz y el de Zarautz, sin embargo, ambas consiguen una mejora de cuatro letras en la calificación energética. Solo el ejemplo de Vitoria obtiene una calificación “A” también siendo el único que emplea ventilación de doble flujo con recuperador de calor.

En relación a los materiales utilizados en los proyectos, destaca el proyecto de Zaramaga con espesores de aislamientos en fachada de 12 cm y en cubierta de 14 cm. La carpintería de PVC con doble acristalamiento con gas argón en su cámara y aislamiento de EPS en la cámara sanitaria. El proyecto de Zarautz contaría con espesores de aislamiento reducidos de 6 cm en fachada y 6-8 cm en cubierta.

La fachada ventilada predomina en los proyectos, incorporándose a la envolvente de los edificios de Arrigorriaga, Eibar, Vitoria-Gasteiz y Zarautz. El proyecto de Mondragón utiliza un SATE para la intervención en fachadas y en Bilbao se realiza un SATE en fachada principal y un insuflado en fachadas posteriores. La combinación de fachada ventilada y SATE la plasman los proyectos de Arrigorriaga y Vitoria-Gasteiz.

En cuanto a las actuaciones activas, la sustitución de calderas predomina en los proyectos, realizándose en Arrigorriaga, Bilbao, Vitoria-Gasteiz y Zarautz. Se incorpora instalación solar para ACS en Bilbao y Eibar. Y el proyecto de Vitoria-Gasteiz cuenta con una instalación de ventilación de doble flujo.

En las tablas y gráficos presentados en capítulos anteriores se observa que el proyecto de Mondragón tiene el coste más bajo de actuación pasiva por m² de fachada y de actuación activa por vivienda, sin embargo, mejora únicamente una letra la calificación energética, debido a ello la relación costo por mejora de calificación es la más elevada. Se ha de indicar que este proyecto dispone de la mejor calificación energética antes de la intervención, disponía de una letra D y después de la intervención obtiene una C, como en la mayoría de los proyectos.

Observando la gráfica de “Relación costo/mejora una letra”, destaca el proyecto de Bilbao como el más eficiente. Este proyecto cuenta con las actuaciones pasivas más económica por vivienda y por el contrario las actuaciones activas son las más elevadas por vivienda y mejora tres letras.

El proyecto de Eibar se podría considerar como un punto medio del estudio, tanto las actuaciones pasivas y activas por vivienda están en unos valores medios de los seis proyectos, así como la mejora de la calificación energética, mejorando tres letras y alcanzando la calificación B.

Los proyectos Vitoria-Gasteiz y Zarautz tienen unos valores elevados en los costes de actuaciones pasivas y activas, reflejándose esta inversión en la mejora en la calificación energética de cuatro letras. Vitoria-Gasteiz disponía de una letra E antes de la actuación y obtiene después de la intervención la letra A. Zarautz pasa de una la letra G a una C.

El proyecto de Arrigorriaga realiza una elevada inversión en las actuaciones pasivas por envolvente y una mínima inversión en actuaciones activas. El resultado en la calificación energética es la mejora de dos letras, obteniendo una calificación C.

Respecto a la monitorización puede observar en los datos expuestos en su capítulo. Los resultados obtenidos dentro del mismo edificio son muy dispares. Es lógico que existan variaciones dentro del mismo edificio, teniendo mayor demanda las viviendas en planta baja o cubierta, por tener más superficie de cerramiento no adiabático etc.

Pero se examina que existen diferencias dentro de un mismo edificio de hasta el 600% entre viviendas. Donde de la diferencia de las temperaturas medias interiores en los meses más desfavorables no llega a un grado centígrado.

Por ello se considera que los resultados obtenidos no son representativos como para sacar conclusiones claras de cada una de las rehabilitaciones.

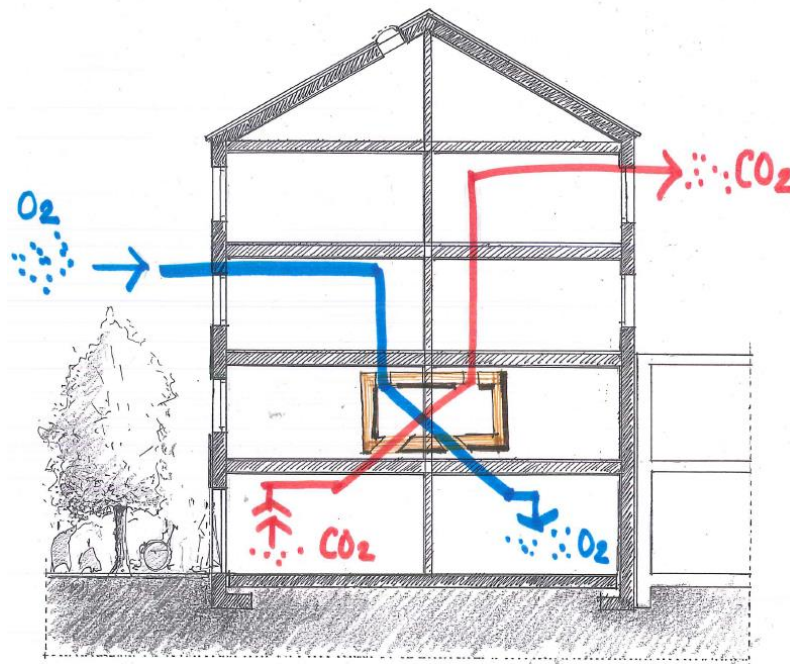
Las grandes diferencias que existen en el edificio pueden deberse a las siguientes causas:

Tipología de uso de la vivienda, viviendas que pueden estar vacías prácticamente todo el día respecto a viviendas habitadas la mayor parte del día.

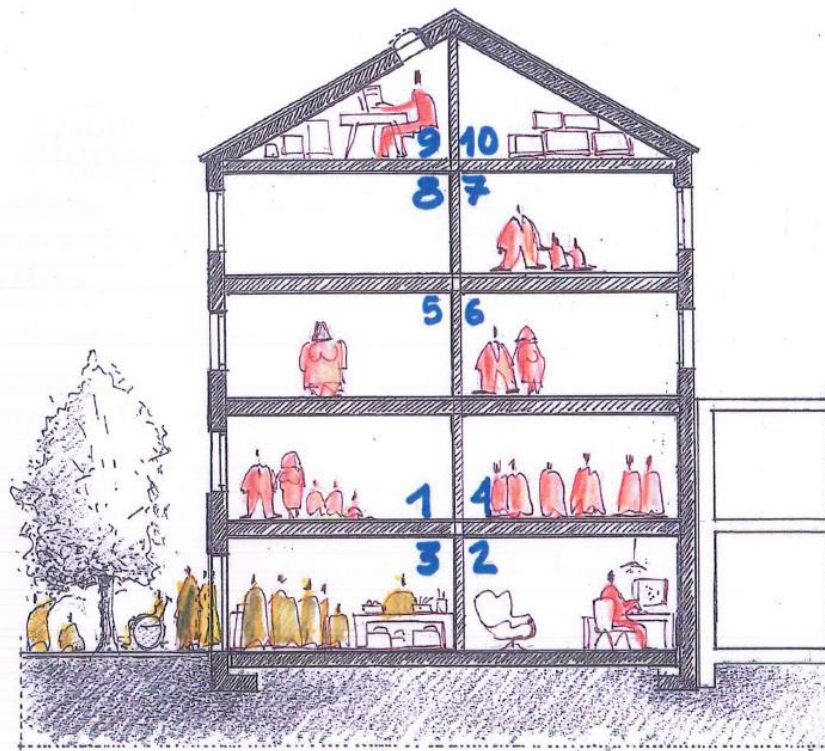
Tipología de uso del sistema de calefacción. Pueden existir viviendas que no tengan todas las estancias ocupadas y por ello, se puedan cerrar los emisores de calor de estas estancias. Falseando así los resultados obtenidos. Ya que la medición de la temperatura y la humedad se realiza en una sola estancia de la vivienda.

Uso de equipos emisores de calor externos a la instalación de calefacción. Alguna vivienda, puede tener radiadores o estufas eléctricas en alguna estancia. Que aumente la temperatura de la estancia que recibe el equipo de medición, pero la energía consumida el sistema de monitorización no la contabilizaría.

Diferente uso de la ventilación en las viviendas. El tiempo de apertura de las carpinterías según el tipo de usuario puede variar considerablemente. Lo que aumentaría la demanda en las viviendas con más horas de apertura. Aunque cabe destacar que no se han observado valores de humedad relativa muy altos que indicarían falta o inexistencia de ventilación en las viviendas.

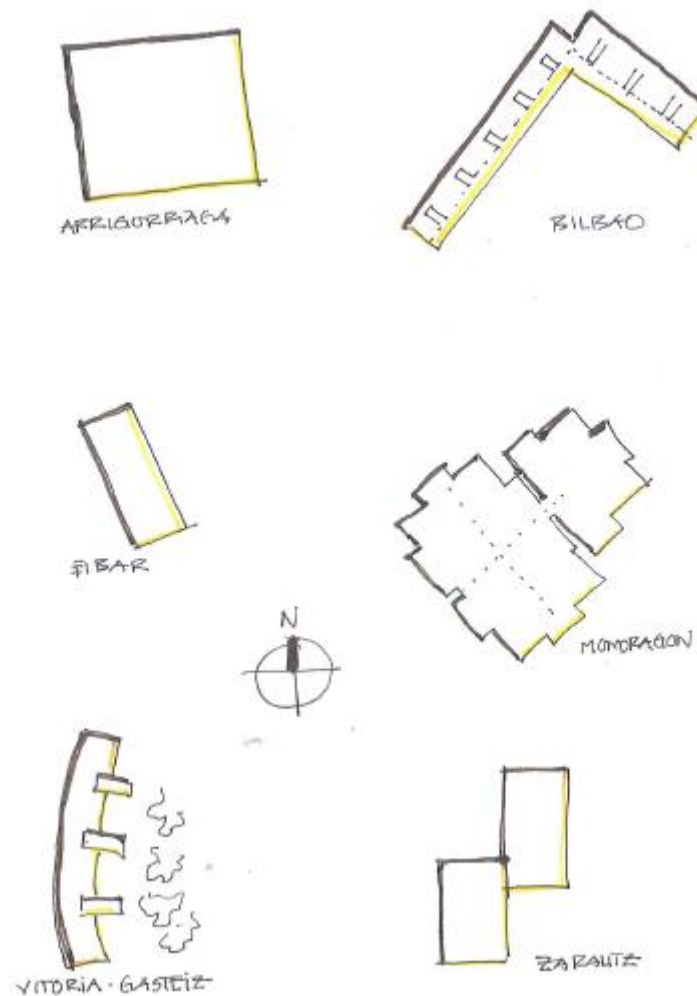


Sólo uno de los 6 casos de estudio tiene **sistema de ventilación con recuperación de calor**. No se ha monitorizado la calidad del aire de este caso. Es previsible que la concentración de CO_2 de estas viviendas sea menor a las del resto. Esto resulta en una mayor salud y confort. También hay un ahorro futuro en emisiones y costos médicos públicos.



El régimen de uso de los edificios es un dato muy relevante a la hora de sacar conclusiones sobre consumo en edificios. Hay un porcentaje de viviendas que no llegan a la temperatura de confort; puede que no se usen o sólo los fines de semana. No se pueden extraer conclusiones totalmente determinantes sin conocer en profundidad el régimen de uso de las viviendas.

Los estudios se pueden complementar con un análisis del régimen de uso y también con los datos de monitorización previos a la rehabilitación o en su caso los datos de consumo de energía durante un año.



No se ha monitorizado **el soleamiento y la captación solar relacionadas directamente con la orientación**. No obstante, en función de los resultados de monitorización energética. Se deben hacer unas apreciaciones.

Las mejores orientaciones en nuestra latitud son el este y el sur. Las fachadas abiertas a estas orientaciones tienen una menor demanda energética. Hay que tener en cuenta la penalización que puede suponer el sombreado de las edificaciones y el arbolado perenne anexo al edificio. Dentro de los casos de estudio el más perjudicado es el de Vitoria-Gasteiz puesto que su fachada al sur es ciega, la este está sombreada y la mayoría de los huecos miran hacia el oeste.

Una relación hueco/vano alta en fachadas altamente sombreadas o con orientaciones desfavorables. Supone un incremento en la demanda energética de las viviendas. En cambio, en una fachada con relación hueco/vano alta con una orientación sur o sureste sin sombrear. Disminuye en gran medida la demanda energética de las viviendas siempre y cuando la composición de los cerramientos transparente sea correcta (transmitancia y factor solar de los vidrios).

El factor de forma penaliza a las geometrías más complejas (gran número de esquinas, carpinterías cercanas a esquinas, voladizos etc). En ocasiones, el factor de forma limita en gran medida la solución constructiva de los puentes térmicos, limitando en gran medida la solución constructiva que permita obtener un valor de transmisión térmica lineal bajo.

7. AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Vasco por destinar fondos a la rehabilitación energética integral y fomentar la reducción de emisiones a través de la promoción y ayuda a la construcción sostenible. Y por habernos dado la oportunidad de hacer pública esta guía.

A todos los vecinos de las Comunidades de Propietarios que se han lanzado a ejecutar una rehabilitación energética integral a modo de pioneros en esta nueva era de construcción sostenible

A los fabricantes de aislamientos, materiales de construcción sostenible e instalaciones eficientes.

Al equipo de Luz y Espacio que ha colaborado en la redacción de esta guía: Mark Beston (Arquitecto), Adan Hernando (Ingeniero), Maribel García (Arquitecta Técnica), Javier Malave (Arquitecto Técnico) y Iker Moya (Arquitecto).

A los arquitectos redactores de los proyectos del Programa REVIVE 2012, que han servido de casos de estudio en esta guía, los cuales se muestran en el Capítulo 3 y 4:

- REHABILITACIÓN INTEGRAL DE LA ENVOLVENTE EN EDIFICIO DE VIVIENDAS C/ Lepanto nº 5, ARRIGORRIAGA.
Pablo Prieto Sainz, Roberto J. Plaza Castrillo
- PROYECTO DE REHABILITACIÓN INTEGRAL CON CRITERIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ACCESIBILIDAD, Plaza Corazón De María, 2 – 9, BILBAO.
UTE ARCAIN - ROMARATE: M^a Victoria Morrás Zuazo, Francisco García Ruiz, Pedro M^a. Sacristán González, Josu Romarate Erviti, Estibaliz Uribarri Bilbao
- REFORMA DE EDIFICIO EN EIBAR, Txaltxa zelai kalea, 2, EIBAR
Iñaki Ansola Uriguen
- REHABILITACION DEL BARRIO DE MAKATZENA, ARRASATE-MONDRAGÓN.
LKS INGENIERÍA, S.COOP., Garbiñe Errasti, Joxe Oleaga
- REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y ACCESIBILIDAD DE EDIFICIO C/ Cuadrilla Laguardia Rioja Alavesa Nº 2, 4, 6 VITORIA-GASTEIZ
IMV ARQUITECTOS Ismael Martínez Villa, LUZ Y ESPACIO Ramón Ruíz-Cuevas Peña
- REHABILITACIÓN INTEGRAL DE EDIFICIO “PLAN REVIVE 2012”, C/ Ixpilla Nº 2, ZARAUTZ
Marta Hernández Ruiz, Francisco Rodríguez Lobariñas

A la empresa Rehabilitaestudio por la documentación aportada.

8. BIBLIOGRAFÍA.

CAPITULOS 1 y 2.

PUBLICACIONES / NORMATIVA / CASOS DE ESTUDIO / BASES DE DATOS

- BRAUNGART, MICHAEL Y McDONOUGH, WILLIAM; CRADLE TO CRADLE (DE LA CUNA A LA CUNA). REDISEÑANDO LA FORMA EN QUE HACEMOS LAS COSAS.
- HERNÁNDEZ AJA, AGUSTÍN; ANÁLISIS URBANÍSTICO DE BARRIOS DESFAVORECIDOS; CATÁLOGO DE ÁREAS VULNERABLES ESPAÑOLAS.
- JOURDA, FRANCOISE-HELENE. PEQUEÑO MANUAL DEL PROYECTO SOSTENIBLE.
- MOSTAEDI, ARIAN; ARQUITECTURA SOSTENIBLE (LOWTECHHOUSES)
- MUÑOZ HIDALGO, MANUEL; CURSO PATOLOGIA DE LA EDIFICACION ENFOCADO PARA LA I.T.E.
- NEILA GONZALEZ; JAVIER. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN UN ENTORNO SOSTENIBLE
- LOVELOCK, JAMES. LA TIERRA SE AGOTA (EL ÚLTIMO AVISO PARA SALVAR NUESTRO PLANETA)
- OLGAY, VICTOR; ARQUITECTURA Y CLIMA (MANUAL DE DISEÑO BIOCLIMATICO PARA ARQUITECTOS URBANISTAS)
- REA, WILLIAM J.; OPTIMUM ENVIRONMENTS FOR OPTIMUM HEALTH & CREATIVITY; M.D.
- RIFKIN, JEREMY; LA CIVILIZACIÓN EMPÁTICA; LA CARRERA HACIA UNA CONCIENCIA GLOBAL EN UN MUNDO EN CRISIS;
- SASKIA SASSEN; LA CIUDAD GLOBAL: NUEVA YORK, LONDRES, TOKIO
- SIMMS, ANDREW Y SMITH, JOE; DISFRUTA LA VIDA SIN CARGARTE EL PLANETA (claves para vivir bien en tiempos de crisis); Los libros del lince, 2009
- YANEZ, GUILLERMO; ARQUITECTURA SOLAR (ASPECTOS PASIVOS, BIOCLIMATISMO E ILUMINACION NATURAL)
- VV AA. CONTEMPORARY GREN PREFAB, INDUSTRIALIZED & KIT ARCHITECTURE; INSTITUTO MONSA DE EDICIONES
- VV AA. GUIA DEL HABITAT ECOLOGICO INFORMACIÓN ESENCIAL PARA UNA CONSTRUCCIÓN MENOS CONTAMINANTE. ECOHABITAR.
- VV AA. MANUAL DE BUENAS PRACTICAS AMBIENTAL; LA AGENDA LOCAL 21 EN ACCIÓN; IHOBE/GOBIERNO VASCO
- VV AA. GUIA DE EDIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA LA VIVIENDAD; EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAIS VASCO; GOBIERNO VASCO
- VV AA. GUIA SECTORIALES DE ECODISEÑO; IHOBE/GOBIERNO VASCO
- VV AA. GUIAS DE EDIFICACIÓN AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE; IHOBE /GOBIERNO VASCO

- VV AA. GUIA DE EDIFICACION SOSTENIBLE PARA LA VIVIENDA EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DEL PAIS VASCO. SERVICIO CENTRAL DE PUBLICACIONES GOBIERNO VASCO.
- VV AA. HOJA DE RUTA DE EDIFICACION SOSTENIBLE DEL PAIS VASCO. GOBIERNO VASCO.
- VV AA. ARQUITECTURA Y URBANISMO SOSTENIBLE. (arquitectura bioclimática y energías renovables); CEA
- VV AA. GUIAS DE EDIFICACION AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE. IHOBE
- VV AA. FUNDAMENTOS TÉCNICOS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS; MINISTERIO DE FOMENTO E INSTITUTO PAR LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO
- VV AA. AGENDA 21 VITORIA-GASTEIZ HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE; BOLETIN 2013 AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ.
- VV AA. GUIA DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL DE LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS EN EUSKADI; MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL DE LOS EDIFICIOS.
- VV AA. MANUAL PARA QUE DEJES DE TIRAR ENERGÍA; SLOW ENERGY
- VV AA. NUEVOS DESARROLLOS URBANOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES; EVE ENTE VASCO DE LA ENERGIA. GOBIERNO VASCO
- VV AA. GUÍA TÉCNICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DE LOS EDIFICIOS; SOLUCIONES DE AISLAMIENTO CON VIDRIOS Y CERRAMIENTOS; MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO
- VV AA. MANUALES R; ORIENTACION PARA LA INTERVENCIÓN EN EDIFICIOS EXISTENTES
- VV AA. GUIA DE LA RENOVACIÓ ENERGETICA D'EDIFICES D'HABITATGES. GENERALITAT DE CATALUNYA (DEP. DE MEDI AMBIENT I HABITATGE)
- VV AA. GUIA DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS; COMUNIDAD DE MADRID
- LEY 4/2019, de 21 de febrero, de Sostenibilidad Energética de la Comunidad Autónoma Vasca
- “GREEN NEW DEAL” artículo de Jeremy Rifkin

CAPITULO 3.

BIBLIOGRAFÍA CASOS DE ESTUDIO

- Proyecto de ejecución y Dirección de Obra Rehabilitación Energética y Accesibilidad de edificio
C/ Cuadrilla de Laguardia 2, 4, 6, Vitoria-Gasteiz
Arquitectos: ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y ENERGÍA LUZ Y ESPACIO

- Rehabilitación integral de la envolvente en edificio de viviendas
c/ LEPANTO nº 5. 48480 ARRIGORRIAGA
Arquitectos: PABLO PRIETO SAINZ Y ROBERTO J. PLAZA CASTRILLO

- Proyecto de rehabilitación integral con criterios de eficiencia energética y accesibilidad
PLAZA CORAZÓN DE MARÍA, 2 – 9. BILBAO
Arquitectos: M.V. MORRAS ZUAZO – FRANCISCO GARCÍA

- Reforma de edificio
c/ TXALTA ZELAI nº 2 EIBAR
Arquitectos: IÑAKI ANSOLA

- Rehabilitación del barrio de Makatzena.
c/ MAKATXENA Nº2 ARRASATE-MONDRAGÓN
Arquitectos: GARBIÑE ERRASTI – JOXE OLEAGA (LKS)

- Rehabilitación integral de edificio
c/ IXPILLA Nº 2, ZARAUTZ.
Arquitectos: MARÍA HERNANDEZ RUIZ

BIBLIOGRAFÍA / BASES DE DATOS

- *Immowelt AG*
<https://www.bauen.de>
- *Certificados energéticos*
<https://www.certificadosenergeticos.com>
- *Linzmeier Bauelemente GmbH*
<http://www.energie-fachberater.de>
- *Generador de precios de la construcción, España, CYPE Ingenieros, S.A.*
<http://www.generadordeprecios.info/>
- *Base precios Instituto de la Construcción de Castilla y León*
<http://www.basedeprecios.com/>
- *Base de precios del Gobierno Vasco*
<http://www.euskadieuprecios.com/>
- *Jorge Fernández Cerámicas S.A.*
<http://www.jorgefernandez.es>
- *Biohaus Goierri S.L.*
<http://www.biohaus.es>

BIBLIOGRAFÍA / FIGURAS

- (1)<https://es.wikipedia.org/wiki/Accesibilidad>
- (2)http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/portal_social/index/assoc/msan0131.dir/msan0131.pdf
- (3)<http://www.euskadi.eus/informacion/programa-de-ayudas-en-materia-de-accesibilidad-a-ayuntamientos-y-entidades-locales-menores-y-entidades-privadas-con-fines-sociales-de-utilidad-publica/web01-s2oga/es/>
- (4)http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/cvpa_normativa/es_ncvpa/adjuntos/guia_normativa_cvpa_2015.pdf

BIBLIOGRAFIA/NORMATIVA AUTONÓMICA

- *Guía de aplicación de la normativa técnica vigente en materia de accesibilidad en la Comunidad Autónoma del País Vasco (julio 2012)*
- *LEY 20/1997, de 4 de diciembre, para la Promoción de la Accesibilidad.*
- *DECRETO 68/2000, de 11 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación.*
- *Anejos del Decreto 68/2000 de Desarrollo de la Ley de Accesibilidad del País Vasco.*
- *DECRETO 42/2005, de 1 de marzo, de modificación del Decreto por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación.*
- *LEY 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo.*

BIBLIOGRAFIA/NORMATIVA ESTATAL

- *LEY 49/1960, de 21, de julio de propiedad horizontal, reformada por la Ley 8/1999 de de abril. (Última modificación: 27 de junio de 2013)*
- *REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.*
- *REAL DECRETO 1417/2006, de 1 de diciembre, por el que se establece el sistema arbitral para la resolución de quejas y reclamaciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad por razón de discapacidad.*
- *REAL DECRETO 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.*
- *REAL DECRETO 1494/2007, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.*
- *ORDEN PRE/446/2008, de 20 de febrero, por la que se determinan las especificaciones y características técnicas de las condiciones y criterios de accesibilidad y no discriminación establecidos en el Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo.*
- *INSTRUMENTO de Ratificación de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, hecho en Nueva York el 13 de diciembre de 2006 (La presente Convención entró en vigor de forma general y para España el 3 de mayo de 2008 de conformidad con lo establecido en el Artículo 45 de la misma).*

- Orden VIV/ 561 / 2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- DA CTE-DB SUA Adecuación efectiva de las condiciones de accesibilidad en edificios existentes. Publicado por el Ministerio de Fomento (versión diciembre 2016)
- Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.
- Real Decreto 1276/2011, de 16 de septiembre, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad.
- Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

CAPITULO 5.

BIBLIOGRAFÍA / PUBLICACIONES

- Rifkin, Jeremy; “GREEN NEW DEAL” Artículo publicado en El País el 13-10-19.
- Fernández Bravo, Catalina; CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO SOSTENIBLE POTENCIADOS POR LA DOMÓTICA. Aplicación de un prototipo de vivienda domo-sostenible; Máster Laboratorio de la Vivienda Sostenible del Siglo XX

<https://upcommons.upc.edu/handle/2099/15221>

- Dr. Mo-Yuen Chow; At the Forefront of Energy Management

<https://www.engineeringonline.ncsu.edu/2018/07/11/dr-mo-yuen-chow-at-the-forefront-of-energy-management/>

- CEDOM - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE DOMÓTICA E INMÓTICA; Procedimiento para la certificación energética de edificios con domótica o inmótica

<http://www.cedom.es/sobre-domotica/certificacion-energetica>

- SIMOTICA; Norma UNE-EN:15232:2014

<http://www.simotica.com/norma-une-en152322014/>

- CEDOM - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE DOMÓTICA E INMÓTICA; Instalaciones Domóticas - Cuaderno de buenas prácticas para promotores y constructores (2.ª ed.)

<http://www.cedom.es/sobre-domotica/publicaciones/instalaciones-domoticas-cuaderno-de-buenas-practicas-para-promotores-y-constructores>

- Estrategias para construir Edificios de Energía Casi Nula en la vivienda pública de Euskadi

<https://www.construible.es/comunicaciones/estrategiasconstruir-edificios-energia-casi-nula-vivienda-publica-euskadi>

- Domótica y Automatización aplicada en Edificios de Energía Casi Nula

<https://www.construible.es/comunicaciones/domotica-automatizacion-aplicada-edificios-energia-casi-nula>

- Querol León, Oscar; Aportación de la Domótica e Inmotica en la Certificación Energética de Viviendas y Edificios

<https://www.construible.es/comunicaciones/aportacion-domotica-inmotica-certificacion-energetica-viviendas-edificios>

- Rehabilitación integral con domótica a la carta

<https://www.elmundo.es/economia/vivienda/2017/09/22/59c39277e2704e38068b4640.html>

- Fachadas solares, lo último en edificios inteligentes; EL MUNDO

<https://www.elmundo.es/economia/vivienda/2017/06/20/5948c777e5fdea267a8b45bd.html>

- Vivienda inteligente - Calidad de vida · Seguridad · Eficiencia; EIBA s.c

<http://www.casadomotica.es/imagenes/La%20Vivienda%20Inteligente.pdf>

- La Fachada Dinámica 4.0 - El primer control energético del edificio; SOMFY

https://service.somfy.com/downloads/bui_v4/la-fachada-dinamica-40_2018.pdf

- Edificios energéticamente eficientes: ¡qué gran negocio!; SOMFY

<https://www.somfy.es/proyectos/por-que-elegir-protecciones-solares-dinamicas-/protecciones-solares-dinamicas>

- Shadows management (gestión de sombras en las fachadas)

<https://www.casadomo.com/comunicaciones/shadows-management-gestion-sombras-fachadas>

- SEDICAL

<https://www.sedical.com/sistemas-de-automatizacion-de-edificios>

- Smappee. Dispositivo domótico que controla la luz, el agua y la calefacción.

<https://intersynergia.com/smappee-dispositivo-domotico/>

9. LISTADO de ILUSTRACIONES.

CAPITULO 0.

- FIGURA 0.1..... EL HOMBRE NATURAL
FIGURA 0.2..... TIPICA COCINA (1959)
FIGURA 0.3..... EL HOMBRE URBANITA DENTRO DE LA ESTRUCTURA DOMINÓ DE LC.
FIGURA 0.4..... IMAGEN IMAGINATIVA DE LA VIVIENDA DEL SIGLO XXI

CAPITULO 1.

- FIGURA 1.1.DIBUJO DEL AUTOR. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).
FIGURA 1.2..... DIBUJO DE IÑAKI CERRAJERÍA.
FIGURA 1.3..... FOTOGRAFÍA DE NUEVA YORK EN 1954 DE THOMAS STRUTH.
FIGURA 1.4. CROQUIS DE RAMÓN RUIZ-CUEVAS, SECCIÓN EDIFICIO TIPO Y SUS DEFICIENCIAS.
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

CAPITULO 2.

- FIGURA 2.1. CROQUIS DE RAMÓN RUIZ-CUEVAS, SECCIÓN EDIFICIO TIPO Y ENVOLVENTE REHABILITADA.
(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)
FIGURA 2.2. CROQUIS DE RAMÓN RUIZ-CUEVAS, SECCIÓN EDIFICIO TIPO Y SUS USOS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)
FIGURA 2.3..... CROQUIS DE RAMÓN RUIZ-CUEVAS, SECCIÓN EDIFICIO TIPO REHABILITADO ENERGÉTICAMENTE MEDIANTE SISTEMAS ACTIVOS Y SISTEMAS PASIVOS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

CAPITULO 3.

- FIGURA 3.1EJECUCIÓN AISLAMIENTO EXTERIOR SATE CON EPS (FUENTE: LUZ Y ESPACIO)
FIGURA 3.2 EJECUCIÓN AISLAMIENTO EXTERIOR F.V.
CON MW (FUENTE: SCHULZFOTO / FOTOLIA.DE)
FIGURA 3.3 EJECUCIÓN AISLAMIENTO INSUFLADO CÁMARA (FUENTE: CERTIFICADOS ENERGÉTICOS)
FIGURA 3.4 ACTUACIÓN INTERIOR CUBIERTA CON AISLAMIENTO MW. (FUENTE: LUZ Y ESPACIO)
FIGURA 3.5 ACTUACIÓN EXTERIOR CUBIERTA CON AISLAMIENTO PIR. (FUENTE: LINZMEIER BAUELEMENTE GMBH)
FIGURA 3.6 ACCESIBILIDAD UNIVERSAL (FUENTE: WIKIMEDIA COMONS)
FIGURA 3.7..... FOTOGRAFÍA DESNIVEL EN PLANTA BAJA (FUENTE LUZ Y ESPACIO)
FIGURA 3.09 FOTOGRAFÍAS DE RAMPAS (FUENTE: LUZ Y ESPACIO)
FIGURA 3.10 FOTOGRAFÍAS DE SALVAESCALERAS Y ELEVADOR (FUENTE: ATELIER 32 / LUZ Y ESPACIO)
FIGURA 3.11FOTOGRAFÍAS DE FOSO DE ASCENSOR EN EL TERRENO (FUENTE: TEKNOGROUP / LUZ Y ESPACIO)
FIGURA 3.12..... FOTOGRAFÍAS DE FOSO DE ASCENSOR CON SÓTANO (FUENTE: REHABILITAESTUDIO)
FIGURA 3.13..... FOTOGRAFÍAS DE ACCESO SÓTANO (FUENTE:LUZ Y ESPACIO/REHABILITAESTUDIO)
FIGURA 3.14 FOTOGRAFÍAS DE CASETÓN ASCENSOR (FUENTE:DE FRÍAS INSTALACIONES /TEGOLA PIZARRAS)
FIGURA 3.15 FOTOGRAFÍAS DE ACCESO BAJO CUBIERTA (FUENTE:TEKNOGROUP / LUZ Y ESPACIO)

FIGURA 3.16.....	FOTOGRAFÍAS DE ASCENSOR EN HUECO DE ESCALERA (FUENTE: LUZ Y ESPACIO / REHABILITAESTUDIO)
FIGURA 3.17	FOTOGRAFÍAS DE ASCENSOR EXTERIOR (FUENTE: TEKNOGROUP)
FIGURA 3.18.....	FOTOGRAFÍAS DE ESCALERAS EXTERIOR (FUENTE: TEKNOGROUP)
FIGURA 3.19	FOTOGRAFÍAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (FUENTE: REHABILITAESTUDIO/TEKNOGROUP)
FIGURA 3.20	FOTOGRAFÍAS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA (FUENTE: REHABILITAESTUDIO)
FIGURA 3.21	FOTOGRAFÍAS DE INSTALACIONES SANEAMIENTO DE AGUA (FUENTE: TEKNOGROUP)
FIGURA 3.22.....	FOTOGRAFÍAS DE INSTALACIONES DE GAS (FUENTE: TEKNOGROUP)
FIGURA 3.23	FOTOGRAFÍAS DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN (FUENTE: TEKNOGROUP)
FIGURA 3.22	ASEO ACCESIBLE (FUENTE: CONDICIONES ACCESIBILIDAD EDIFICACIONES DECRETO 68/2000)

CAPITULO 4.

FIGURA 4.1.	(FUENTE: GOBIERNO VASCO)
FIGURA 4.2.	(FUENTE: GOBIERNO VASCO)
FIGURA 4.3.	(FUENTE: GOBIERNO VASCO)
FIGURA 4.4.	(FUENTE: GOBIERNO VASCO)
FIGURA 4.5.	(FUENTE: GOBIERNO VASCO)
FIGURA 4.6.	(FUENTE: GOBIERNO VASCO)
FIGURA 4.7.	(FUENTE: PROPIA)

CAPITULO 5.

FIGURA 5.1.....	CROQUIS DE EDIFICIO DOMOTIZADO (FUENTE: PROPIA)
FIGURA 5.2.....	CROQUIS DE I.O.T. : EL INTERNET DE LAS COSAS (FUENTE: PROPIA)
FIGURA 5.3.	TIPOS DE DOMOTIZACIÓN (FUENTE: CEDOM)
FIGURA 5.5.	SEGMENTACIÓN POR TIPO DE CLIENTE. (FUENTE: CEDOM)
FIGURA 5.6.....	ILUSTRACIÓN ACERCA DE IOT
FIGURA 5.7.....	VOLUMEN DE FACTURACIÓN (FUENTE CEDOM)
FIGURA 5.8.	TIPOS DE DOMOTIZACIONES (FUENTE: BTICINO)
FIGURA 5.9.....	TIPOS DE BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (FUENTE: BTICINO)
FIGURA 5.10.....	CLASE ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN. (FUENTE: CEDOM)
FIGURA 5.11.	GRADOS DE CONTROL (FUENTE: SIMOTECA/UNE-EN 15232)
FIGURA 5.12.	PROCESO ESQUEMATIZADO DE CÁLCULO (FUENTE: CEDOM/ UNE-EN 15232)
FIGURA 5.13.	LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN MEJORAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA(FUENTE: SIMOTECA/UNE-EN 15232)
FIGURA 5.14.	ESQUEMA DE CONTROL SOLAR AUTOMÁTICO EN EDIFICIOS. (FUENTE: SOMFY)
FIGURA 5.15.	EDIFICIO PASARELA DE ROMERA Y RUIZ ARQUITECTOS. (FUENTE: CASADOMO)
FIGURA 5.16.	EDIFICIO PASARELA DE ROMERA Y RUIZ ARQUITECTOS. (FUENTE: CASADOMO)
FIGURA 5.17.....	EDIFICIO PASARELA DE ROMERA Y RUIZ ARQUITECTOS. (FUENTE: CASADOMO)

- FIGURA 5.18. ...SISTEMAS COORDINADOS PARA OPTIMIZAR LA LUZ NATURAL EN LOS EDIFICIOS. (FUENTE: SOMFY)
- FIGURA 5.19. EL PRIMER ECCN DE VIVIENDA PÚBLICA DEL GOBIERNO VASCO EN PORTUGALETE. (FUENTE: EL MUNDO)
- FIGURA 5.20. VIVIENDA UNIFAMILIAR EN VALLDOREIX, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BARCELONA, REALIZADA POR LA EMPRESA G9 ARQUITECTURA I GESTIÓ (FUENTE: DOMINTELL)
- FIGURA 5.21. FUNCIONAMIENTO DEL MURO TROMBE DOMOTIZADO (FUENTE: DOMINTELL)_TOC23423653
- FIGURA 5.22. FUNCIONAMIENTO DE LOS POZOS CANADIENSES REGULADOS POR SISTEMAS DOMÓTICOS (FUENTE: DOMINTELL)
- FIGURA 5.23. INTERFACES DE THINKNX. (FUENTE: THINKNX.COMS)
- FIGURA 5.24. IMAGEN EJEMPLO DEL MANEJO REMOTO DEL USO DE UNA VIVIENDA. (FUENTE; CERTIFICADOSENERGETICOS)
- FIGURA 5.25. .. ESQUEMA EJEMPLO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CLIMATIZACIÓN POR ZONAS. (FUENTE: AIRZONE)
- FIGURA 5.26. ...TORRES AL BAHAR (FUENTE: [HTTPS://ES.WIKIARQUITECTURA.COM/EDIFICIO/TORRES-AL-BAHAR/](https://es.wikiarquitectura.com/edificio/torres-al-bahar/))
- FIGURA 5.28. KIEFER TECHNIC SHOWROOM (FUENTE: ARCHITONIC.COM)
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=ran4ldwjw2w](https://www.youtube.com/watch?v=ran4ldwjw2w)
- FIGURA 5.29. THEME PAVILION (FUENTE: [HTTP://WWW.SOMA-ARCHITECTURE.COM/](http://www.soma-architecture.com/))
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=c2_h8pegmhw](https://www.youtube.com/watch?v=c2_h8pegmhw)
- FIGURA 5.30. SLIDING HOUSE. (FUENTE: [HTTP://DRMM.CO.UK](http://drmm.co.uk))
[HTTP://DRMM.CO.UK/PROJECTS/VIEW.PHP?P=SLIDING-HOUSE](http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=sliding-house)
- FIGURA 5.31. THEME PAVILION (FUENTE: [HTTPS://WWW.E-ARCHITECT.CO.UK](https://www.e-architect.co.uk))
- FIGURA 5.32. Q1, THYSSENKRUPP QUARTER ESSEN. (FUENTE: PLATAFORMAARQUITECTURA.CL)
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=j7txnijdkqu](https://www.youtube.com/watch?v=j7txnijdkqu)