

ESTUDIO MYES. MÁQUINAS Y EQUIPOS SINGULARES PARA PROCESOS CONSTRUCTIVOS. REHABILITACIÓN DE ENVOLVENTES DE EDIFICIOS

José Luis Alapont Ramón¹, Rafael Emilio Marín Tolosa¹, José Mené Roche², Benjamín Bentura Aznarez³

¹ IRP-UPV, Instituto de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la Universitat Politècnica de València.

² ITAINNOVA, Instituto Tecnológico de Aragón

³ ANMOPYC, Asociación Española de Fabricantes de Maquinaria de Construcción, Obras Públicas y Minería.

Autor de contacto: José Luis Alapont Ramón

RESUMEN: *El Instituto de Restauración del Patrimonio ha llevado a cabo el estudio «Máquinas y Equipos Singulares para procesos constructivos (MYES). Rehabilitación de envolventes de Edificios», en coordinación con el Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA) y la Asociación Española de Fabricantes de Maquinaria de Construcción, Obras Públicas y Minería (ANMOPYC), con la colaboración de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC).*

La iniciativa surge del propósito de impulsar la I+D+i en el sector de la construcción y rehabilitación, cuyo objetivo reside en la identificación de mejoras de los procesos constructivos para generar proyectos de innovación, mediante la colaboración de empresas de la PTEC, fabricantes de maquinaria, equipos auxiliares y materiales, Centros Tecnológicos y Universidades.

Basado en la metodología Delphi, el proyecto se ha estructurado en tres fases: la búsqueda de necesidades e incidencias; la identificación de soluciones y alternativas; y la identificación de las temáticas de interés con el objetivo de plantear proyectos de innovación.

En el estudio se han identificado una serie de posibilidades de mejora que han derivado en un conjunto de propuestas de innovación agrupadas por temas de interés, entre los que destacan los equipos y maquinaria teleoperada y robotizada para diagnóstico e intervención, las soluciones al desconocimiento inicial de las envolventes, el desarrollo de sistemas constructivos innovadores, la búsqueda de métodos para resolución de encuentros y puntos singulares o la optimización de los medios auxiliares para minimizar las molestias a usuarios.

El siguiente paso consiste en convertir dichas propuestas en proyectos de innovación con los que desarrollar nuevas máquinas, equipos auxiliares, materiales y sistemas o la mejora de los mismos.

PALABRAS CLAVE: Rehabilitación, envolventes, Plataforma Tecnológica Española de la Construcción, maquinaria, medios auxiliares, MYES.

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo tiene su origen en la participación activa del IRP en la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC). Ésta nace en 2004 para satisfacer las demandas de las empresas constructoras españolas así como las aspiraciones sociales, a semejanza de otros sectores y en sintonía con su homóloga europea, con el fin de elevar la competitividad a través de la investigación, el desarrollo y la innovación en I+D+i, con la participación de todo el sector de la construcción y bajo el liderazgo industrial, para contribuir a su desarrollo tecnológico.

Actualmente, está formada por casi 90 miembros entre empresas constructoras, asociaciones empresariales, universidades, centros de investigación y centros tecnológicos, además de miembros invitados de la Administración (Adif, Cedex, CDTI, MINECO, Puertos del Estado).

El Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA), como miembro coordinador del Grupo de Trabajo de Procesos de Construcción dentro de la PTEC, lanza en

enero de 2014 el estudio “Máquinas y equipos singulares para los procesos constructivos”, con la colaboración de la Asociación Española de Fabricantes de Maquinaria de Construcción, Obras Públicas y Minería (ANMOPYC).

MYES se ha estructurado en dos Paquetes, uno sobre Ingeniería Civil, centrado en la Ejecución de Túneles, y otro sobre edificación, en torno a la Rehabilitación de Envolventes de Edificios, considerando básicamente los residenciales, en condiciones de ineficiencia y obsolescencia de uso, aunque en el estudio se trata de detectar muy brevemente otras posibles alternativas de innovación en rehabilitación en las que exista interés por parte de los participantes.

Está liderado y coordinado desde el IRP, Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València.

El Paquete se ha desarrollado en tres fases, aunque inicialmente se plantearon dos. En este artículo se presentan los resultados de las dos primeras fases.

1.1. Escenario de actuación

Dentro del sector de la Construcción, la rehabilitación de edificios es uno de los procesos constructivos más complejos e impredecibles. En este caso se trata de actuaciones sobre su envolvente, que es la parte más castigada por ser la que está permanentemente expuesta, y por tanto la más deteriorada.

De las diversas fases que incluye la obra de edificación, y, dentro de ésta, la rehabilitación, es en la ejecución donde se ha centrado el interés de este estudio, ya que es la influencia en la racionalización del proceso constructivo (industrialización, estandarización, automatización...) de la maquinaria y medios empleados lo que interesa revisar.

Ello no significa que el resto de fases no tenga una participación trascendental en el proceso constructivo.

Los estudios previos nos dan información vital acerca del soporte sobre el que se trabajará y que recibirá los nuevos sistemas para mejorar sus prestaciones, de modo que su profundo y fiel conocimiento nos dará las claves para escoger las soluciones adecuadas tanto de los sistemas como de los medios y maquinaria a emplear.

Es evidente también, que es del proyecto, bien fundamentado en la información obtenida, del que obtienen esas soluciones, y que cuanto mayor grado de definición y precisión descriptiva ofrezca, mayores garantías de éxito en la ejecución se obtienen.

Por último, no es menos importante en la vida útil de un edificio, al que se le ha dotado de renovadas prestaciones,

la conservación y el mantenimiento de éste, en aras a prolongar su buen servicio en el tiempo, a un coste razonable. Muchos de los procesos a desarrollar en esta fase participan del empleo de maquinaria y medios similares a los necesarios durante la ejecución.

No obstante la ejecución, como se ha indicado, es el eje vertebrador de este estudio.

Concretando en los procesos de rehabilitación de la envolvente arquitectónica, éstos afectarán fundamentalmente a las cubiertas, fachadas y huecos de los edificios, aunque también lo harán en una cierta medida, directa o indirectamente, a las instalaciones, la estructura, etc.

Esas tres grandes áreas (cubiertas, fachadas y huecos) son las que se tratan en el estudio, por su evidente y directa trascendencia en la renovación de la envolvente, complementadas por un capítulo mixto que se ocupa de ciertos procesos específicos que afectan a una o varias de éstas tres, pero que, por su concreción y problemática particularmente novedosa y diferenciada, se evalúan aparte.

Como es sabido, las obras de edificación están afectadas e influidas por aspectos comunes a todas ellas, que son determinantes para su adecuado desarrollo y satisfactoria conclusión. Entre ellos podemos citar:

- Planificación de obra
- Equipos y medios auxiliares
- Seguridad y Salud
- Control de calidad
- Gestión de Residuos

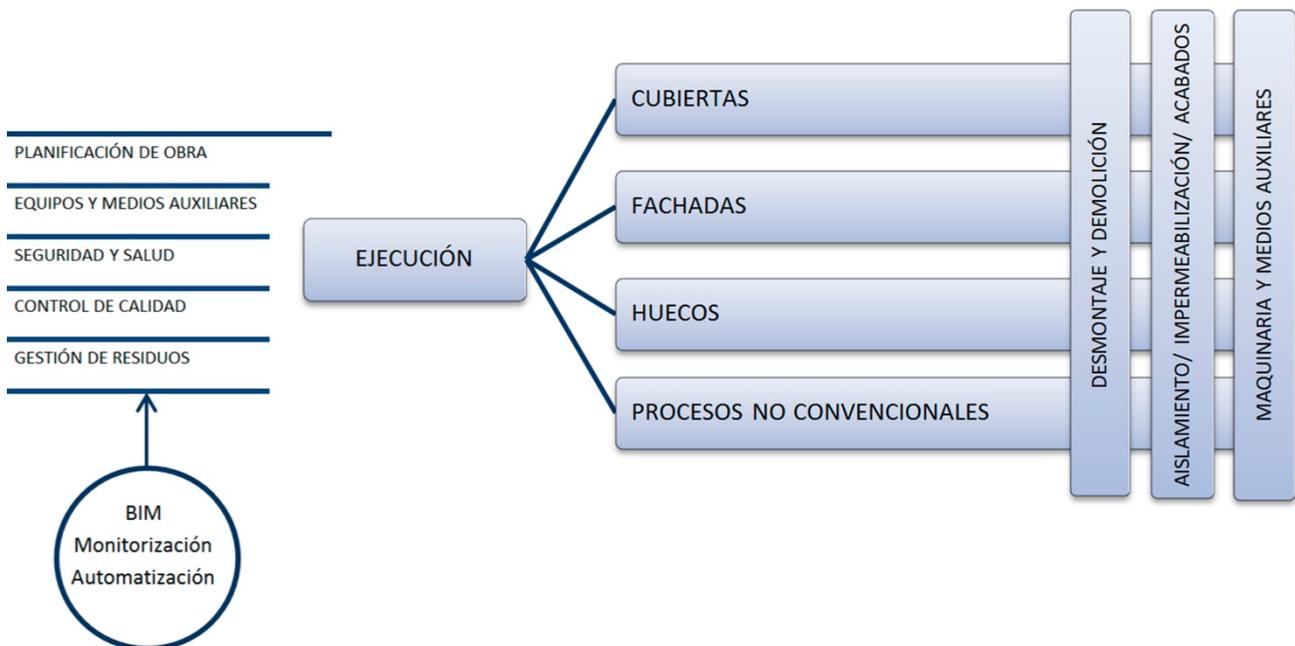


Figura 1. Fase de Ejecución en envolventes de edificios

De nuevo, su influencia a lo largo de la ejecución condicionará el éxito del proceso del que se trate. Debe pues considerarse implícito en el desarrollo de este estudio la necesaria participación de estos aspectos de la obra. Se considera además, que éstos pueden mejorar ostensiblemente si se introducen otros aspectos innovadores en su implementación, como la metodología BIM, LEAN, o la monitorización y automatización de ciertos procesos para garantizar seguridad y calidad en su desarrollo y fin.

Por otra parte, la rehabilitación, más aún cuando se realiza en edificios ocupados, es muy sensible a cualquier operación, pero en especial a las de demolición y desmontaje, por lo que merecen especial atención a su desarrollo, dificultades y posibles mejoras en la ejecución.

En la actualidad la rehabilitación debe perseguir la mejora sustancial de la eficiencia energética y confort, por lo que la intervención en el refuerzo del aislamiento e impermeabilización de la envolvente y sus componentes debe ser objetivo prioritario, además de las posibilidades de acabado.

Todo ello deberá ser puesto en obra a través de los adecuados medios y maquinaria específicos para estos procesos, cuya posible mejora es finalmente el objetivo de este trabajo.

Recientemente finalizados o todavía en curso, existen diversos proyectos sobre la rehabilitación y la envolvente de edificios, cuya temática tiene que ver con el enfoque ofrecido aquí. Entre ellos cabe destacar:

- Proyecto 3DCONS (2015-2019, CIEN): Persigue introducir las tecnologías de impresión 3D en la industria de la construcción, para la automatización de trabajos en la construcción, rehabilitación y restauración de edificios¹.
- Proyecto BRIMEE (2013-2017, FP7): Desarrollo de nueva generación de materiales de aislamiento para mejorar la eficiencia energética de los edificios sin emitir sustancias nocivas y que actúa como un amortiguador para los contaminantes interiores².
- Proyecto RETROKIT (2012-2016, FP7): Consiste en la rehabilitación energética de edificios de viviendas de los años 50-70, con el mínimo perjuicio hacia el usuario reduciendo costes y tiempos de ejecución, mediante módulos prefabricados multifuncionales, modulares, de bajo coste y fácil instalación³.
- Proyecto BASSE (2013-2016, RFSR): El objetivo del proyecto es el desarrollo de una fachada activa basada en principios biométricos, mediante

paneles 'sándwich' metálicos que se comportarán como una piel cuya temperatura se autorregule gracias a la circulación de un fluido⁴.

- Proyecto iNSPiRe (2012-2016, FP7): Consiste en la rehabilitación de edificios con la mejora de la envolvente a la que se incorporan sistemas de generación de energía renovable y desarrollo de instalaciones de iluminación eficientes, mediante paquetes industrializados⁵.
- Proyecto REFAVIV (2013-2015, Mineco): Desarrolla estudios de rehabilitación energética de fachadas de viviendas sociales deterioradas en grandes ciudades españolas, aplicando productos innovadores nacionales (DIT) y europeos (DITE), subvencionado por el Ministerio de España⁶.
- Proyecto NEW solutions 4 OLD housing (2011-2015, LIFE+): Pretende el desarrollo de una metodología para la rehabilitación de viviendas sociales, creando un modelo adaptado para "reconvertirlas" en viviendas sostenibles⁷.
- Proyecto 3ENCULT (2010-2014, FP7): Busca desarrollar soluciones activas y pasivas en conservación y mejora de la eficiencia energética incluyendo productos disponibles, así como nuevos productos⁸.
- Proyecto SHERIFF (2011-2014, INNPACTO): Sistema Híbrido y Económico de Rehabilitación Integral Flexible de Fachadas, que optimiza el sistema SATE⁹.
- Proyecto SIREIN+ (2011-2014, INNPACTO): Desarrolla soluciones para la rehabilitación de huecos, estudiando tanto premarcos como carpinterías¹⁰.
- Proyecto ELIH-MED (2011-2014, Programme MED): Mejora de la eficiencia energética y para reaccionar contra la pobreza energética en viviendas sociales en la vertiente mediterránea¹¹.

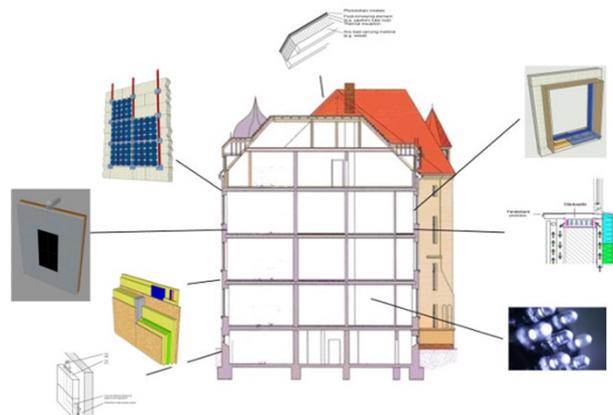


Figura 2. Proyecto RETROKIT. Propuesta rehabilitación energética.

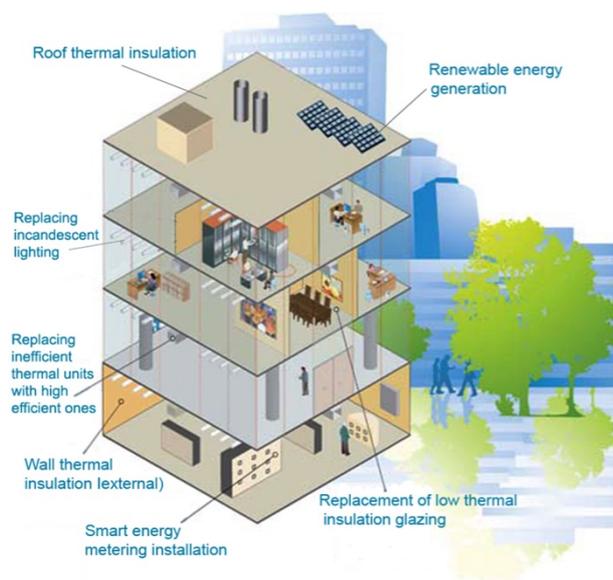


Figura 3. Proyecto ELIH-MED. Propuesta intervención edificio.



Figura 4. Ejemplos de rehabilitación energética. Cubierta inclinada, Panel prefabricado de cubierta. Imperquezada S.L.



Figura 5. Rehabilitación energética. Sistema SATE.



Figura 6. Jardín vertical de bajo mantenimiento en Rubí. Barcelona.

2. OBJETIVOS

La iniciativa MYES Rehabilitación de Envolventes surge del propósito de impulsar la I+D+i en el sector, y su objetivo es la identificación de posibles mejoras de los procesos constructivos para generar proyectos de innovación, mediante la colaboración de empresas de la PTEC, fabricantes de maquinaria, equipos auxiliares y materiales, Centros Tecnológicos y Universidades.

El estudio se orienta fundamentalmente a los edificios residenciales, dado que existe un gran parque de viviendas en situación de obsolescencia, sobre todo en cuanto a su eficiencia energética se refiere.

3. METODOLOGÍA

La metodología llevada a cabo en el presente estudio parte de su estructuración en tres fases:

- Una primera fase que ha consistido en la búsqueda de necesidades e incidencias, como oportunidades de mejora para los procesos constructivos.
- Una segunda fase de identificación de soluciones y alternativas, priorizando las oportunidades de mejora para solventar las carencias y problemas detectados en la fase anterior.
- Una tercera fase para identificar las temáticas de interés y crear grupos de trabajo desde los que plantear proyectos de innovación.

Para analizar cada una de las fases, el procedimiento de trabajo se ha basado en la metodología Delphi, la cual consiste en la búsqueda de un consenso generado por la discusión entre expertos, mediante un proceso iterativo en el que se elaboran diversos cuestionarios, reiterando los conceptos a examen en distintos formatos, para depurar progresivamente las conclusiones obtenidas hasta llegar al resultado final. Adaptando dicha metodología a este proyecto, se reiteran ciertas cuestiones a lo largo de reuniones y encuestas, cambiando el formato de las mismas y la dinámica de evaluación, para ajustarlas en lo posible a la evolución de los resultados y los intereses del grupo participante.

El primer paso fue realizar una Vigilancia Tecnológica del Estado del Arte de los procesos de construcción a estudiar. A partir de aquí, se inició con una primera reunión en la que se pusieron en común los aspectos a tratar y el Estado del Arte, debatiendo y opinando sobre ello los asistentes. En base a ésta se elaboró un primer cuestionario para priorización de áreas de estudio.

A continuación se revisó el cuestionario y se programó una nueva reunión para identificar dentro de esas áreas, las posibilidades de mejora que cada experto podía detectar. Ello generó a su vez otro cuestionario, cuyos resultados se debatieron en una tercera reunión, y así sucesivamente hasta aproximarse al resultado buscado.

Cada fase aprovechó lo aprendido de los resultados procedentes de las reuniones de expertos y cuestionarios especializados anteriores. El proceso se esquematiza en los siguientes diagramas:

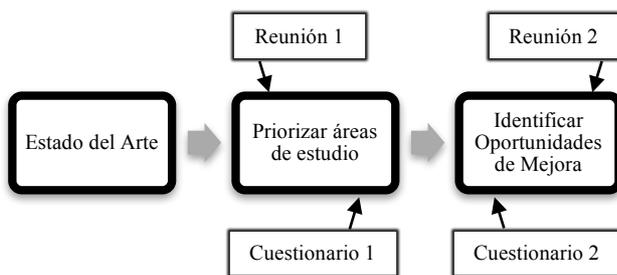


Figura 7. Esquema Fase I. Oportunidades de mejora

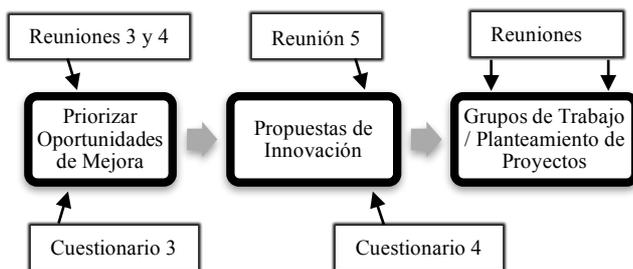


Figura 8. Esquema Fase II Priorización de Oportunidades de Mejora y Fase III Propuestas de Innovación.

4. RESULTADOS

Entre los resultados parciales o provisionales de las distintas fases, hubo algunos que se revisaron o incluso desestimaron, pues no era posible extraer conclusiones válidas para el avance. En cualquier caso, en los informes que se han ido generando, se han recopilado datos, elaborado gráficas y obtenido conclusiones que podrían ser de utilidad futura.

4.1. Resultado Fase I. Oportunidades de Mejora

La Vigilancia Tecnológica del Estado del Arte de los procesos de construcción se concretó en las técnicas y métodos de trabajo más relevantes en función de su empleo actual y futuro, rentabilidad, problemática, etc.

Para ello se elaboraron dos cuestionarios:

- El primero tenía como objeto depurar la vigilancia tecnológica para focalizar el estudio, priorizando las técnicas más importantes y descartando las menos relevantes u obsoletas por desuso y/o avance tecnológico.
- El segundo buscaba encontrar las posibles incidencias, averías e imprevistos más o menos habituales durante la rehabilitación de envolventes de edificios, mediante las diferentes técnicas contempladas.

En los gráficos 1, 2 y 3 se identifican las respuestas ofrecidas por los expertos para cada técnica o proceso, donde se identifica la escasa información que se obtuvo en varios casos, frente a otros donde se acusan diferencias más significativas.

4.2. Resultado Fase II. Priorización de Oportunidades de Mejora

Finalizada la primera fase e identificadas una serie de Oportunidades de Mejora, se procedió a abordar la Fase II, en la que se priorizaron éstas, tratando de buscar respuesta a las necesidades identificadas.

Se debía afinar y depurar la información, localizando de forma más específica, la posible innovación en una selección más restrictiva de procesos, en cuya elaboración se ha considerado deberían participar tanto fabricantes de maquinaria y equipos como de materiales y productos, además de los centros de investigación y las empresas constructoras.

A continuación se recogen simplificadaamente las posibles líneas de innovación apuntadas:

- Adosar módulos compactos en huecos: incorporar al proceso de diseño y producción los medios específicos para su montaje, que podría llegar en ciertos casos hasta el “automontaje”.
- Crear espacios encapsulados, como “cajas de trabajo”, de dimensiones reducidas a las necesidades de la maquinaria automatizada, donde los residuos y emisiones queden controlados.
- Compatibilizar medios auxiliares con la permanencia de los usuarios del edificio: Uso de “Climbing Robots”, donde el robot sigue un desplazamiento autónomo, o soluciones robotizadas sobre guías, en vertical y horizontal. La aplicabilidad dependerá de las condiciones de la envolvente a tratar.
- Sistemas de proyección: Utilizar tecnología robótica montada bien sobre medios auxiliares existentes con desplazamiento en vertical y horizontal en fachadas, o bien sobre guías especialmente diseñadas a tal

- efecto, cuyas dimensiones, cargas admisibles y condiciones de seguridad son muy diferentes a los medios tradicionales.
- La fabricación a medida, al poder disponer de información completa y precisa de la geometría de la envolvente como solución para los sistemas panelados o por piezas, que evite problemas en remates y encuentros.
 - La inspección visual inicial básica en los estudios previos, podría realizarse en detalle y extendida a la totalidad de la intervención, con la ayuda de drones dotados de cámaras que recopilasen mediante teleoperación, la información filmo y fotográfica necesaria, incluso termográfica, que quedaría archivada para su consulta.

- La robótica de desplazamiento autónomo, junto con las técnicas de inspección no destructivas o mínimamente invasivas, puede ser aplicada en equipos y maquinaria de diagnóstico innovadores.
- En sistemas con montaje de subestructuras, utilizar la perfilera como sistema de guiado para medios robotizados, tanto para montaje como para comprobación.

La Tabla 1 muestra el grado de priorización (únicamente el máximo, por encima de 8 sobre 10) en el que se incluyen algunos de los procesos analizados. Los procesos por debajo de esta baremación no se muestran en la tabla.

Mejoras Habitabilidad - Eficiencia energética

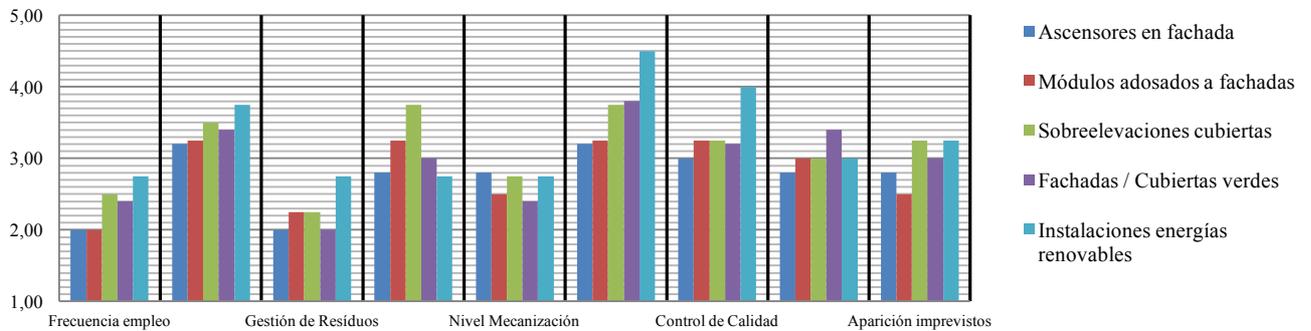


Gráfico 1. Comparativa de Mejoras Habitabilidad y Eficiencia energética.

Priorización oportunidades de mejora. Cubiertas

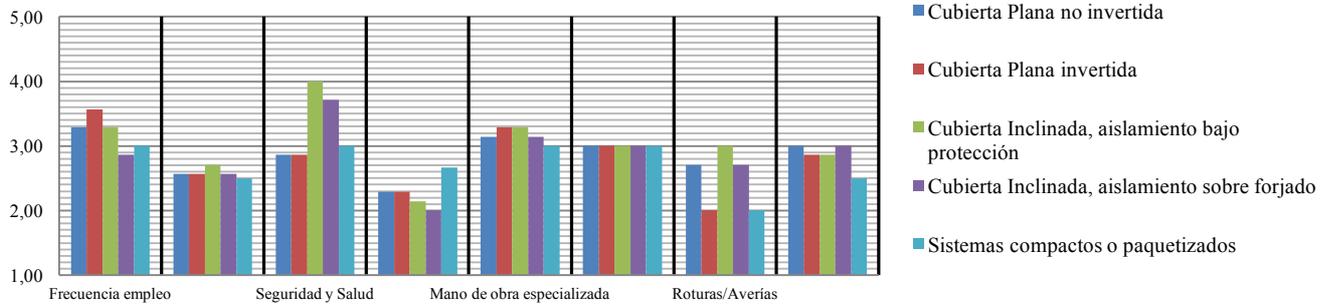


Gráfico 2. Comparativa de Ejecución. Aislante-Impermeabilización-Acabados. Cubiertas.

Priorización oportunidades de mejora. Fachadas

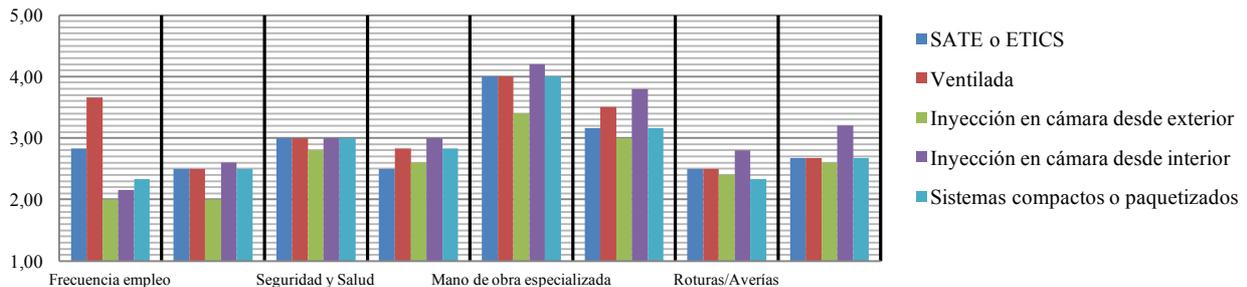


Gráfico 3. Comparativa de Ejecución. Aislante-Impermeabilización-Acabados. Fachadas.

Tabla 1. Priorización Propuestas de Innovación (Nivel máximo)

PROCESOS NO TRADICIONALES	Instalación de Energías Renovables	10,0
FACHADAS. SISTEMAS SATE	Molestia usuarios. Medios auxiliares excesivos. Puntos singulares, encuentros	9,7
FACHADAS. SISTEMAS SATE	Fijación Aislamiento	9,7
CUBIERTA INCLINADA	Desconocimiento soporte. Riesgo caída, desprendimiento material. Instalaciones existentes	8,7
PROCESOS NO TRADICIONALES	Módulos Compactos en Huecos. Mejora Habitabilidad y Accesibilidad	8,7
FACHADAS. CÁMARAS VENTILADAS	Montaje Subestructura	8,3
CUBIERTAS PLANA	Aislamiento	8,0
FACHADAS. CÁMARAS VENTILADAS	Fijación Aislamiento	8,0
PROCESOS NO TRADICIONALES	Protecciones solares. Fijas, móviles, practicables	8,0
PROCESOS NO TRADICIONALES	Sistemas innovadores (Muros trombe, acristalamientos, almacenamiento energía, etc.)	8,0

4.3. Resultado Fase III. Formación de Grupos de Trabajo.

A través de la Encuesta nº 4 se pretendió identificar las propuestas de innovación de interés entre los participantes, para crear grupos de trabajo que plantearan posibles proyectos. Las líneas para propuestas de innovación tratadas en la encuesta son:

1. Molestias a los usuarios:
 - 1.1 Mecanismos y sistemas para evitar la interferencia entre la obra y el usuario del edificio durante la misma.
 - 1.2 Presencia prolongada de medios auxiliares.
2. Resolución de encuentros, remates y puntos singulares:
 - 2.1 Aislamiento en cubiertas y fachadas.
 - 2.2 Protección y acabado en cubiertas y fachadas.
 - 2.3 Colocación y sellado de carpinterías.
3. Desconocimiento estado inicial de la envolvente:
 - 3.1 Información sobre la envolvente.
4. Aislamiento:
 - 4.1 Sistemas de fijación.
 - 4.2 Sistemas de proyección.
5. Revestimientos y acabados en fachadas (continuos y discontinuos):
 - 5.1 Montaje de subestructuras.
 - 5.2 Acabados en sistemas con cámara trasventilada.
 - 5.3 Sistemas SATE.
6. Preparación / mejora del soporte:
 - 6.1 Cerramiento deteriorado.
 - 6.2 Instalaciones existentes.

7. Trabajos en altura:
 - 7.1 Seguridad personal.
 - 7.2 Caída de materiales y desprendimientos.
8. Desarrollo de sistemas innovadores:
 - 8.1 Módulos compactos en huecos.
 - 8.2 Protecciones Solares.
 - 8.3 Muros Trombe.
 - 8.4 Energías Renovables.
 - 8.5 Fachadas y Cubiertas Verdes.
9. Otros grupos de interés

Los encuestados pudieron valorar cada propuesta de innovación de la siguiente manera:

- El interés en participar en ella (1: Poco, 2: Medio, 3: Mucho).
- El grado de implicación (EM: Expertos en la materia; T: Técnicos de desarrollo; E: Soporte económico, M: Medios-técnicos).

Los resultados obtenidos de esta fase tal como se planteó, no alcanzaron el nivel de precisión deseado, por lo que se elaboró un nuevo cuestionario, reinterpretando dichos resultados, simplificando y depurando al máximo las opciones, con el fin de obtener ideas concretas alrededor de las cuales organizar grupos de trabajo para definición de propuestas.

A partir de aquí se detectaron cuatro posibles áreas de interés:

1. Resolución de encuentros, remates y puntos singulares.
2. Estado inicial de la envolvente.
3. Desarrollo de sistemas innovadores.
4. Compatibilidad entre medios auxiliares y permanencia de usuarios.

En cada una de estas áreas, se redefinieron distintas líneas de desarrollo, dentro de las cuáles a su vez, deducidos de los estudios ya realizados, se propusieron aspectos concretos sobre los que trabajar, como punto de partida para la formación de Grupos de Trabajo en torno a futuras propuestas.

En el momento de elaborar este artículo se está desarrollando esta última parte, por lo que no es posible presentar todavía resultados de la Fase III.

5. CONCLUSIONES

La rehabilitación de edificios es una tarea compleja y difícil. Si al hecho de actuar sobre construcciones existentes, añadimos la presencia del usuario durante la obra, el problema se agrava. Existe una gran interacción entre las distintas fases del proceso, desde la toma de datos, pasando por el proyecto, hasta la ejecución y el mantenimiento. No obstante, es necesario acotar el problema, por lo que en el estudio se ha considerado exclusivamente la ejecución en la obra de rehabilitación de la envolvente de edificios, fundamentalmente residenciales. Por otro lado, la ejecución de una obra es siempre diferente de un caso a otro, influida por multitud de factores no predecibles. Se ha tratado de identificar oportunidades de mejora a nivel general, lo que habrá que adaptar después a cada caso.

A raíz de los resultados obtenidos de las diversas reuniones y cuestionarios, tanto de la Fase I. Oportunidades de Mejora, como de la Fase II. Propuestas de Innovación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La tendencia futura apunta hacia las soluciones integradas o compactas, la prefabricación a medida y la integración de nuevos elementos (renovables, protecciones solares, vegetación) por lo que además de los sistemas constructivos, tanto los medios como la maquinaria y equipos a emplear deberán adaptarse a esta circunstancia.
- En la actualidad, los procesos convencionales de intervención en cubiertas se consideran en general, salvo la reparación de humedades, correctamente resueltos, tendiendo más a buscar las mejoras en sistemas para fachadas, concretamente las trasventiladas y los SATE o ETICS, en detrimento de los de inyección en cámara o por el interior. Sobre los huecos la tendencia es más al doblado que a la sustitución o modificación.
- La mayor parte de las incidencias se producen por una falta de conocimiento amplio y preciso del estado de la envolvente a rehabilitar, así como por la enorme influencia de la mano de obra en los procesos actuales, sin que por el momento se haya

avanzado demasiado en su solución. Por tanto será necesario mejorar y desarrollar técnicas, equipos y medios para reconocimiento al nivel exigido.

- Desde esta perspectiva, las necesidades de mejora identificadas se localizan en la interfaz entre la obra existente y la renovadora. Más en los sistemas de fijación y los encuentros o remates, dado que la obra original y su estado actual son muy deficientes e irregulares. Se requiere mucho trabajo manual y presencia de medios auxiliares, surgiendo además problemas de seguridad, teniendo en cuenta también la presencia del usuario en obra. Será necesario adaptar sistemas actuales y desarrollar “sistemas enlace” o preparatorios para resolver esta cuestión, reorientando además los procesos, maquinaria y medios hacia el trabajo en entornos habitados.
- Las oportunidades de mejora detectadas se resumen en las siguientes líneas:
 - o Minimización de molestias (acústicas, polución, vistas, inseguridad...).
 - o Interferencia medios auxiliares con usuarios.
 - o Ejecución de remates y puntos singulares.
 - o Aislamiento y subestructuras: fijación, sellado, puentes térmicos.
 - o Sistemas para reconocimiento del soporte.
 - o Preparación y mejora de la envolvente original.
 - o Rendimiento y aplicación de revestimientos y acabados (continuos y discontinuos).
 - o Seguridad en altura y plano inclinado.

Interesaría por otra parte, al margen de la maquinaria y los equipos singulares, mejorar la organización y gestión del proceso completo, la prescripción de sistemas acertada y coherente, en base a un buen conocimiento previo, introduciendo las TICs y la metodología BIM en rehabilitación.

Finalmente, es imprescindible para llevar a cabo este tipo de innovación, la colaboración entre todos los agentes implicados en ella. Las Empresas Constructoras, los Centros Tecnológicos y Universidades, junto a los Fabricantes, tanto de Productos como de Maquinaria y Medios auxiliares, deben esforzarse por colaborar en la mejora de los procesos constructivos analizados para obtener resultados que aporten innovación al mercado.

Además, cabe destacar que el análisis de la información, gráficas y tablas generadas en el estudio ha servido de herramienta de apoyo para crear los grupos de trabajo a partir de las cuales se definirán los proyectos de interés a desarrollar. El paso posterior deberá ser pues, la toma de contacto entre los interesados con el propósito de ir planteando los posibles proyectos.

En definitiva, se han identificado y priorizado una serie de posibilidades de mejora que deriven en un conjunto de propuestas de innovación y una serie de grupos de trabajo alrededor de dichas temáticas. Se ha establecido un punto de partida, así como unas líneas de trabajo en las que investigar, desarrollar e innovar para conseguir optimizar este proceso constructivo. Queda pendiente convertir dichas propuestas en proyectos de innovación.

El interés de esta iniciativa reside en la colaboración entre empresas constructoras, fabricantes, centros tecnológicos y universidades. Es necesaria la participación de todos de una forma consensuada para mejorar los procesos constructivos.

AGRADECIMIENTOS

ITAINNOVA e IRP-IPV invitaron a participar en el proyecto MYES Rehabilitación de Envolventes de Edificios a todos los miembros del Grupo de Trabajo de Procesos de Construcción de la PTEC, así como a otras entidades con amplia experiencia en el sector.

Como resultado de dicha invitación, han colaborado en el estudio las siguientes entidades pertenecientes a la PTEC:

ITAINNOVA (Coordinador), AEICE, ANMOPYC, AITEMIN, CIAC, CIEMAT, CYPE Ingenieros, DRAGADOS, EUROESTUDIOS, FCC, GEOCISA, IETcc, IVE, SACYR Construcción, Saint Gobain, TECNALIA, LSI-UPM, giSCI-UPM, Vías y Construcciones.

Además, se ha contado con la colaboración de empresas fabricantes:

KERABEN, ULMA, REHABI-LI-TAR

Finalmente, agradecer el apoyo técnico de los investigadores UPV: Begoña Serrano y Juan Ignacio Cuadrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV., (2010). “La ventana modular aplicada en la rehabilitación” en *sb10mad Sustainable Building Conference*. Madrid.

AA.VV., (2008) *Guía Rehabimed para la rehabilitación de edificios tradicionales. Una aproximación integral al edificio*. [En línea]. Barcelona, disponible en: http://www.rehabimed.net/Publicacions/Metode_Rehabimed/Metode_RehabiMed/ES/II.RehabilitacionElEdificio.pdf

AA.VV., (2008) *Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas*. Madrid, Comunidad de Madrid.

Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas, (2005) *Ventanas: Manual de producto*. Madrid: AENOR.

AIPEIX., (2014) *Fachada Ventilada aislada con poliestireno extruido (XPS)*. [En línea]. Barcelona, disponible en: http://www.aipex.es/panel/uploads/descargas/manual_fachadaVent_2014.pdf

Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado, ATEPA., (2010). *Libro blanco del Poliuretano proyectado. Guía de ventajas y soluciones de espuma rígida de poliuretano proyectado para aislamiento térmico, acústico e impermeabilización, conforme al CTE*. [En línea]. Madrid, disponible en: <http://www.atepa.org/PUR.pdf>

AVEN., (2011) *Datos Energéticos de la Comunidad Valenciana*. [En línea]. Generalitat Valenciana, disponible en: http://www.aven.es/attachments/datos_energeticos_2011.pdf

CMHC, C., (2001) *Service Life of Multi-Unit Residential Building Elements and Equipment*. [En línea]. Ontario, Canadá, disponible en: <http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/62595.pdf>

Departamento de construcción de la ETSAV, (1987) *Patología de fachadas urbanas*. Valladolid. Universidad de Valladolid.

EURONIT Fachadas y Cubiertas, (2010) *Sistemas de Revestimiento para Fachadas Ventiladas y Ligeras. Manual técnico. Instalación & Planificación*. [En línea]. Valladolid, disponible en: http://www.euronit.es/descargas/Manual_de_Fachadas_Ventiladas_HD.pdf

Bento Fernández, M, ITeC, (2010) “Los sistemas de cerramiento de fachadas ventiladas y el CTE” en *Revista Conarquitectura n° 35*. Madrid, pp, 73-83.

IDEA, (2012) *Guía IDAE: Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios*. [En línea]. Madrid, disponible en:

http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12300_Guia_SATE_A2012_accesiblesedan_df06746b.pdf

IVE, Serrano Lanzarote, B., (2011) *Catálogo de Soluciones Constructivas de Rehabilitación. Generalitat Valenciana*. [En línea]. Valencia, disponible en:

http://www.five.es/descargas/archivos/Regenera/01_Catalogo_soluciones_constructivas_rehabilitacion.pdf

KALCIP®, (2010) *Productos y aplicaciones, componentes del sistema y accesorios*. Kalzip Spain S.L. [En línea]. Madrid, disponible en:

http://www.kalzip.com/PDF/es/E-Kalzip_Productos-y-Aplicaciones.pdf

KNAUFF, (2010) *El libro blanco de la Rehabilitación Energética de Edificios*. [En línea]. Disponible en: http://www.knauf.es/images/knauf/actualidad/publicaciones/Libro%20Blanco/HTML/libro_blanco.html

KNAUFF Insulation, (2010) *Rehabilitación energética de edificios. Soluciones de aislamiento térmico*. [En línea]. Madrid, disponible en:

http://www.knaufinsulation.es/sites/es.knaufinsulation.net/files/Cat_Rehabilitacion_ET.pdf

Montero Fernández de Bobadilla, E., (2007) *Manual Básico. Fachadas ventiladas y aplacados. Requisitos constructivos y estanqueidad*. Murcia. Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transporte de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Rosa Roca, N., (2012) *Manual de prevención de fallo: Estanqueidad en fachadas*. [En línea]. Murcia. COAATIE Región de Murcia, disponible en: [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=9715&IDTIPO=246&RASTRO=c191\\$m456,36303](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=9715&IDTIPO=246&RASTRO=c191$m456,36303)

Rubio del Val, Juan, (2011). “Rehabilitación Urbana en España (1989-2010). Barreras actuales y sugerencias para su eliminación” en *Informes de la Construcción n° 63*. Madrid.

Ruiz Palomeque, Luis Gerardo y Rubio del Val, Juan, (2006) *Nuevas propuestas de Rehabilitación Urbana en Zaragoza. Estudio de Conjuntos Urbanos de Interés*. Zaragoza. Sociedad Municipal Zaragoza vivienda. Gobierno de Aragón.

Sociedad Municipal Zaragoza vivienda (2010) *Programa municipal de rehabilitación de conjuntos urbanos edificados entre 1945-1965*. Sociedad Municipal Zaragoza vivienda. Gobierno de Aragón.

Tejedor Bielsa, Julio, (2013) *Rehabilitación y regeneración urbana en España. Situación Actual y Perspectivas*. Instituto Aragonés de Administración Pública, Comunidad Autónoma de Aragón.

ULMA Architectural Solutions, (2013) *Fachadas Ventiladas*. [En línea]. Guipúzcoa, disponible en: http://www.ulmaarchitectural.com/mediafiles/documentos/ventiladas/ULMA_Dossier_Fachadas_Ventiladas.pdf

Villegas, L; Lombillo, C; Hoppe, C; Silió, D., (2007). “Los estudios previos en la rehabilitación de construcciones del patrimonio construido”, en *Congresso Construção, 3.º Congresso Nacional, Coimbra*. Portugal, Universidad de Coimbra.

WEBER, Margarita de Luxan, *Manual de Rehabilitación y Habilitación Eficiente en Edificación*. [En línea]. Guipúzcoa, disponible en: www.weber.es/fileadmin/user_upload/02_Pdf_s/12_Bibliotecna_Tecnica_Weber/Weber_Manual_de_rehabilitacion_y_habilitacion_eficiente_en_edificacion.pdf

NOTAS ACLARATORIAS

¹ <http://www.3dcons.com/>

² <http://www.brimee.eu>

³ <http://www.retrokitproject.eu/>

⁴ <http://www.emvs.es/Innovacion/Paginas/BASSE.aspx>

⁵ <http://www.inspirefp7.eu>

⁶ <http://www.emvs.es/Innovacion/Paginas/RETROKIT.aspx>

⁷ <http://www.newsolutions4oldhousing.eu/>

⁸ <http://www.3encult.eu/>

⁹ <http://www.emvs.es/Innovacion/Paginas/SHERIFF.aspx>

¹⁰ <http://www.emvs.es/Innovacion/Paginas/SIREIN.aspx>

¹¹ <http://www.elih-med.eu/>