

La investigación e innovación técnica en una Escuela de Arquitectura

RESUMEN. En el sector de la edificación, en comparación con otros sectores económico-productivos de la sociedad, se aprecia que los avances tecnológicos y las técnicas de producción industriales se van incorporando con lentitud, lo cual explica en parte su lento desarrollo global. Esto es debido, fundamentalmente, a las crisis económicas profundas que el sector experimenta cíclicamente, y a la falta de actividades continuadas de investigación. Dentro de este ámbito, en el Departamento de Edificación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra se ha elaborado un protocolo para el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar y optimizar las prestaciones de los cerramientos de fachadas, contribuyendo también a la sostenibilidad de los recursos materiales y ambientales y a la disminución de los costes finales de los edificios y los derivados de su estado en servicio.

PALABRAS CLAVE: Investigación, Desarrollo, Innovación, Edificación, Fachadas, Sostenibilidad, Protocolo.

ABSTRACT. Compared with other productive economic sectors of society, the building sector shows that technological and industrial production techniques are incorporated slowly, which explains in part the slow overall development. This is due mainly to the deep economic crisis that the sector experience cyclically, and the lack of continued research activities. Within this area, the Construction Science Department of the School of Architecture at the University of Navarra has developed a protocol for the development of new technologies to improve and optimize the performance of facade systems, contributing at the same time to the sustainability of material and environmental resources, and the reduction of the final costs of buildings and the costs derived from its service stage.

KEYWORDS: Research, Development, Innovation, Building, Façade, Sustainability, Protocol.

Iñaki Esteban Valencia

Universidad de Navarra. Escuela de Arquitectura. Dpto. de Edificación.
Campus Universitario s/n. 31080. Pamplona.
iesteban@alumni.unav.es
948425600 Ext.2751

Joaquín Torres Ramo

Universidad de Navarra. Escuela de Arquitectura. Dpto. de Edificación.
Campus Universitario s/n. 31080. Pamplona.
jtorram@unav.es
948425600 Ext.2751

Germán Ramos Ruiz

Universidad de Navarra. Escuela de Arquitectura. Dpto. de Edificación.
Campus Universitario s/n. 31080. Pamplona.
gramrui@unav.es
948425600 Ext.2751

Marina Vidaurre Arbizu

Universidad de Navarra. Escuela de Arquitectura. Dpto. de Edificación.
Campus Universitario s/n. 31080. Pamplona.
mvidaurre@unav.es
948425600 Ext.2751

Miguel Ángel Gutiérrez Fernández

Universidad de Navarra. Escuela de Arquitectura. Dpto. de Edificación.
Campus Universitario s/n. 31080. Pamplona.
mgutierrez@unav.es
948425600 Ext.2740

Biografía

Iñaki Esteban Valencia. Arquitecto por la ETS de Arquitectura de la Universidad de Navarra en 2008, en la actualidad desarrolla su tesis doctoral sobre comportamiento térmico de cerramientos de fachadas en el Departamento de Edificación de la misma Universidad, dentro de una línea de investigación relacionada con los sistemas constructivos de cerramientos de fachada innovadores.

Joaquín Torres Ramo. Arquitecto por la ETS de Arquitectura de la Universidad de Navarra en 2002 y doctor por la misma Universidad en 2008 con una tesis relacionada con los cerramientos de fachada innovadores. Es profesor ayudante del Departamento de Edificación especializado en restauración monumental y autor del Plan de Actuación Fortificaciones de Pamplona y la Restauración de la Fachada de la Catedral.

Germán Ramos Ruiz. Arquitecto por la ETS de Arquitectura de la Universidad de Navarra en 2002 y doctor por la misma Universidad en 2008 con una tesis relacionada con los sistemas constructivos de cerramientos de fachada innovadores. Es profesor ayudante del Departamento de Edificación, coordinador de Actividades Culturales Técnicas de la ETSAUN y colaborador con el estudio de ingeniería Lauquiegui.

Marina Vidaurre Arbizu. Arquitecta en 2002 por la ETS de Arquitectura de la Universidad de Navarra y doctora por la misma Universidad en 2008 con una tesis relacionada con los sistemas constructivos de cerramientos de fachada innovadores. Es profesora ayudante del Departamento de Edificación, coordinadora de RE revista de Edificación y trabaja en el Departamento de Innovación de ah asociados.

Miguel Ángel Gutiérrez Fernández. Arquitecto por la ETS de Arquitectura de la Universidad de Navarra en 1976 y doctor por la misma Universidad en 1988 con una tesis relacionada con la orientación y metodología de la investigación experimental en el ámbito de la edificación. Director del Departamento de Edificación, es experto en materiales de construcción, ensayos y patologías de la edificación.

La investigación e innovación técnica en una Escuela de Arquitectura

En el Sector de la Edificación, en comparación con otros sectores económico-productivos de la sociedad, se aprecia que los avances tecnológicos y las técnicas de producción industriales se van incorporando con lentitud, lo cual explica en parte su lento desarrollo global. Esto es debido, fundamentalmente, a las crisis económicas profundas que el sector experimenta cíclicamente y a la falta de actividades continuadas de investigación, que son la base para la creación de las innovaciones tecnológicas necesarias para progresar y resolver los problemas que se van planteando.

Dentro de este ámbito, en el Departamento de Edificación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra se ha elaborado un protocolo de investigación cuyo objetivo es el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar y optimizar las prestaciones de los cerramientos de fachadas, contribuyendo también a la sostenibilidad de los recursos materiales y ambientales y a la disminución de los costes finales de los edificios y los derivados de su estado en servicio.

Nuevas circunstancias que condicionan el desarrollo del Sector de la Edificación

La figura tradicional de los diversos tipos de agentes que intervienen en el proceso de edificación (promotores, arquitectos, empresas constructoras y de fabricación de productos para la construcción de edificios, etc.) deben adaptarse progresivamente a los grandes cambios que se han producido y a los que se seguirán produciendo en la sociedad en general y en el Sector de la Edificación en particular.

Entre las circunstancias nuevas a tener en cuenta para fijar las bases de un desarrollo real con futuro de las actividades de todos estos agentes, destacan:

– La existencia de un nuevo entorno económico y social requiere adaptarse acertadamente a una coyuntura complicada de cambios que requieren enfrentarse a retos nuevos. El modelo de negocio inmobiliario tradicional no

es repetible en el futuro. Ha mantenido una gestión del conjunto del proceso de edificación muy deficiente, está obsoleto y su utilización ya no sirve ahora y no tiene sentido reavivarlo. Se necesita desarrollar un modelo de negocio inmobiliario nuevo, que hay que definir con una visión y un enfoque también nuevos del conjunto del proceso productivo inmobiliario.

– La disminución notable de los recursos financieros para las actividades de promoción y construcción de edificios exigirá un aprovechamiento óptimo en todo el proceso de edificación de los recursos económicos disponibles en cada caso. A partir de ahora, los soportes financieros nuevos serán más exigentes y es necesaria una nueva visión del proceso productivo inmobiliario que permita conseguir una reducción notable de los costes actuales de estas actividades,

– La necesidad de conocimientos técnicos, tecnológicos y económicos más amplios que en el pasado para emprender con solvencia profesional el proceso para desarrollar los proyectos de los edificios. El incremento y avance disperso de los conocimientos y recursos técnicos y tecnológicos disponibles tanto el Sector de la Edificación como en otros sectores productivos industriales (industrias químicas, industrias mecánicas, electrónica, informática, etc.) aporta numerosas innovaciones que generan nuevas y mayores posibilidades técnicas y tecnológicas para los proyectistas, pero al mismo tiempo hacen que la complejidad de los proyectos aumente.

– El gran incremento de normativas de ámbito nacional, de la UE e internacionales relacionadas con la edificación, y del nivel de las exigencias definidas en ellas.

– La libre circulación de productos y profesionales entre los países de la UE y una globalización cada vez mayor de los conocimientos, de los mercados y de las actividades productivas, comerciales y financieras.

– Las importantes responsabilidades legales (civiles y penales) de los arquitectos y demás agentes que intervienen en el proceso de edificación (judicialización de las reclamaciones, seguros obligatorios, etc.).

– La necesidad de una mejora del conjunto del proceso de edificación para el desarrollo de proyectos empresariales inmobiliarios mediante una visión integral completa, que englobe todas las actividades necesarias con nuevos agentes para realizarlas y gestionarlas (equipos de arquitectos con diferentes perfiles profesionales que se complementen, project management, diseño constructivo, protección contra incendios, estructuras, gestión de energías e instalaciones, etc.).

Para ello, es necesario ser capaces de mejorar el contenido y el grado de definición de los proyectos de ejecución por parte de los proyectistas ya que, en cada caso, es el patrón de referencia para todas las actividades del proceso (define el objeto de promoción, de contratación de la ejecución y

dirección de las obras de construcción, y de venta y responsabilidad civil) y, paralelamente por parte de los promotores inmobiliarios se deberá asumir su mayor coste.

Estado actual de la investigación aplicada en el Sector de la Edificación

El desarrollo tecnológico del sector es muy irregular y todavía suele ser necesario emplear en muchas de las fases de construcción de los edificios procedimientos artesanos que son muy lentos y exigen gran cantidad de operaciones manuales. Esta situación condiciona el conjunto del proceso de construcción de los edificios, alarga los periodos de ejecución y encarece su coste final.

Evidentemente, en el Sector de la Edificación se ha producido en los últimos cincuenta años un cambio tecnológico notable en comparación con las etapas anteriores de esta actividad, pero se observa que su desarrollo no ha ido al ritmo de otros sectores productivos, que ya han pasado de una situación de organización artesanal (operaciones manuales) a una situación de organización industrial (operaciones de montaje de componentes fabricados en instalaciones industriales).

En el Sector de la Edificación se dan simultáneamente ambas situaciones en proporciones muy diferentes, dependiendo mucho de las del proceso de proyecto y construcción de cada tipo de edificio y de las condiciones de funcionamiento durante su periodo de servicio. A la par, este desigual desarrollo tecnológico de las actividades que componen el sector, entorpece su desarrollo tecnológico global debido a que todas ellas están relacionadas entre sí, lo que hace que camine más lentamente en su desarrollo tecnológico que otros sectores ya industrializados.

El proceso de edificación actual, si bien se apoya en tecnologías ya maduras, está sometido a fuertes presiones externas que aumentarán con el paso del tiempo: la situación económica general, la legislación oficial (leyes, normas, reglamentos, ordenanzas, etc.), los precios de las energías, la innovación tecnológica, la competencia extranjera que se intensificará desde la UE como consecuencia de la aplicación progresiva de las diversas Directivas, las mayores exigencias de los usuarios, etc.

Cuanto mayor sea el grado de industrialización conseguido en los procesos de construcción utilizados en la edificación, las fases de proyecto y de construcción serán más técnicas, normalizables y controlables. La adopción de procedimientos de construcción más racionales permite reducir mucho el número de las operaciones que se realizan en obra y, por consiguiente, disminuirá también el número de operarios que actualmente es necesario que intervengan en las obras y serán más claras las responsabilidades de cada persona o equipo que haya tomado parte en el proceso.

Esto implica también una necesidad mayor de personal más cualificado en las oficinas para estudios técnicos, en los laboratorios de investigación y de control, y en obra. Este cambio progresivo de la organización y características del proceso de edificación requerirá un nuevo enfoque y la reorganización del personal dedicado a actividades tradicionales, principalmente en las actividades relacionadas con los proyectos, el control y la investigación.

También se deberá tener en cuenta que es esencial y muy provechoso buscar, conocer, asimilar y dominar las tecnologías y los progresos significativos que se logren en otros campos (química, física, electrónica, automática, ingenierías, aplicaciones informáticas, etc.) que permitan potenciar las soluciones utilizadas en el proceso de edificación y en su sistema investigador.

La investigación será el medio y el motor para que el Sector de la Edificación, que tiene gran repercusión social, se pueda reconvertir y adecuar a las necesidades actuales y futuras. Esto permitiría superar el retraso tecnológico que se tiene con respecto a los sectores industriales que han sabido utilizar los avances científicos para superar sus problemas.

Actividades de investigación sobre cerramientos de fachada

Los cerramientos de fachada son uno de los elementos constructivos de los edificios más complejos, lo cual, permite que en su ámbito existan grandes posibilidades de alcanzar innovaciones importantes. De ellos dependen la imagen de los edificios, una parte importante de su coste total y las condiciones del ambiente interior cuando los edificios están en servicio.

En el ámbito de las actividades de investigación relacionadas con la edificación, en el Departamento de Edificación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra se trabaja en una línea de investigación científica y técnica, de ámbito conceptual y experimental, orientada al desarrollo de sistemas constructivos industrializados de cerramientos de fachada innovadores técnicamente, y en la organización de un equipo de doctores formados en este campo.

En una primera fase se ha creado el soporte de conocimientos específicos de diversa índole necesarios para guiar las actividades de I+D+i en este campo de los cerramientos de fachada. También se ha profundizado en el conocimiento de las características y comportamiento físico de los cerramientos de fachada y de sus componentes en diversas circunstancias según los tipos de edificios y según las condiciones de construcción y de servicio.

En una segunda fase, con el soporte de estos recursos y conocimientos, actualmente se trabaja en la definición de un proyecto de investigación

dirigido al desarrollo de un sistema constructivo nuevo de cerramiento de fachada completo, con un nuevo enfoque de soluciones constructivas que permita el estudio y diseño de los cerramientos de edificios de diversos tipos.

Para ello, previamente se ha elaborado un programa y modelo de proceso sistematizado de investigación, específico para desarrollar innovaciones técnicas y tecnológicas en el campo de los cerramientos de fachada. Esto ha hecho necesario descender al análisis detallado de todos los aspectos relacionados con su diseño, su construcción y su estado de servicio, que puedan condicionar o repercutir en el proceso de investigación y en sus resultados y, después, ascender definiendo las fases específicas del proceso de investigación y los aspectos comunes e interrelaciones existentes entre ellos para llegar a soluciones adecuadas y útiles en estas actividades.

Modelo de Protocolo para guiar las actividades de investigación aplicada en el campo de los cerramientos de fachada

Son múltiples los procedimientos de abordar el desarrollo del proceso de investigación aplicada al desarrollo de cerramientos de fachada. Es un proceso multidisciplinar, que requiere seguir una metodología de trabajo (global y de detalle) que guíe esta actividad del equipo de investigación, que sea adecuada a las cualidades de los componentes del equipo y a las características y circunstancias de cada proyecto según sean su naturaleza y su escala.

La metodología de trabajo seguida deberá servir para que la definición de la solución conceptual, formal y funcional (adecuación a las condiciones de utilización previstas) que se adopte en cada caso sea coherente y construible (viable en sus aspectos, técnicos, tecnológicos y económicos) y para que, cuando el cerramiento de fachada proyectado ya esté construido, pueda utilizarse duraderamente con seguridad y con unos costes de servicio y de conservación adecuados a las posibilidades de sus clientes, propietarios y usuarios, y sea respetuoso con su entorno y con las circunstancias sociales y culturales de su época.

En el proceso de elaboración y desarrollo de cada proyecto de investigación es necesario utilizar de forma creativa diversas disciplinas interrelacionadas entre sí, que requieren la utilización de conocimientos y habilidades muy variados y extensos, tanto de carácter teórico como práctico.

Para guiar los trabajos de definición progresiva (estudio, análisis, diseño y evaluación de las soluciones concretas) de cerramientos de fachadas de diferentes tipos, es de gran utilidad disponer de un modelo de proceso sistematizado que integre los diversos factores y circunstancias a tener en cuenta y valorar cualitativa y cuantitativamente, y para identificar todos los

aspectos que en cada caso concreto puedan afectar a los cerramientos de fachadas y a los edificios de los que forman parte en la fase de proyecto y en las de ejecución y de servicio y, así, considerarlos e interrelacionarlos a tiempo y en el orden lógico en el que se necesitan normalmente en las etapas que se siguen en este proceso.

Este modelo de proceso sistematizado, proporciona una idea general estructurada del conjunto de fases y actividades del proyecto de investigación, y facilita su comprensión y aplicación. Permite guiar la elaboración del programa de necesidades relacionadas con los diversos tipos de edificios objeto de desarrollo derivadas de los condicionantes, requisitos y exigencias de diversas clases (técnicas, urbanísticas, legales, económicas, etc.) a tener en cuenta como consecuencia de su ubicación, de las condiciones de uso previstas y de sus características constructivas, teniendo en cuenta las necesidades humanas, sociales, legales y económicas actuales.

Este programa de necesidades constituye la base para definir las características técnicas y de otras clases de cada tipo de cerramiento de fachada concreto y de sus partes y componentes y, a partir de él y en aproximaciones sucesivas, pasar al diseño conceptual y gráfico de las soluciones constructivas concretas.

La secuencia recomendable de las fases a seguir en este proceso (que también servirá para demostrar la fiabilidad de los resultados obtenidos), es la siguiente:

– Elaboración del programa de necesidades concretas relacionadas con los diversos tipos de cerramientos de fachada y con el edificio completo. Para ello será necesario conocer y disponer de:

- Las características del medio físico exterior del edificio según las características de su entorno y su ubicación geográfica, y del medio físico interior según las condiciones de utilización previstas.
- Las acciones y solicitaciones de naturaleza física, mecánica, biológica, química y electroquímica que recibirán los edificios durante su construcción y cuando estén en servicio.
- Las condiciones de salubridad y de bienestar de los usuarios a conseguir en el interior de los edificios en función de sus características constructivas y de sus instalaciones.
- Los condicionantes de diversa naturaleza a tener en cuenta en cada solución, considerando en cada caso su simultaneidad, y las interrelaciones y servidumbres entre ellos.
- La definición de los objetivos y niveles de prestaciones a conseguir en el comportamiento esperado de los cerramientos de fachada completos y de cada una de sus partes y componentes, en función de los requisitos obligatorios derivados de las reglamentaciones de

obligado cumplimiento que definen las prestaciones mínimas a conseguir (LOE, CTE y otras reglamentaciones obligatorias) y de los requisitos voluntarios de mejora de este nivel mínimo de sus prestaciones que se hayan previsto en cada caso.

- La definición y cuantificación de las exigencias en forma de condiciones concretas de diversa naturaleza que deben reunir el diseño y los componentes utilizados en cada solución adoptada, para que en cada caso puedan alcanzar los niveles de prestaciones fijados para satisfacer los requisitos obligatorios y voluntarios que garanticen el comportamiento esperado, y para asegurar su adecuación al uso previsto, su seguridad y su durabilidad durante la fase de ejecución y durante el tiempo que se haya previsto que estén en servicio los edificios construidos.

– Proceso de diseño conceptual y gráfico de las soluciones constructivas:

- Definición de las especificaciones técnicas de las soluciones concretas propuestas definiendo cualitativa y cuantitativamente el conjunto de características y propiedades (técnicas y de otras clases) de los edificios completos y de sus partes y componentes que permitan satisfacer los requisitos y exigencias ya definidos.

- Diseño gráfico de las soluciones técnicas concretas definiendo sus características formales y dimensionales, y las relacionadas con su aspecto visible.

– Procedimientos de análisis y evaluación de autocontrol para la justificación y demostración de la validez e idoneidad de las soluciones (constructivas) técnicas y formales adoptadas, y del cumplimiento de los requisitos y exigencias que se han definido para los cerramientos de fachadas completos y para sus partes y componentes que afecten a las etapas de su existencia (proyecto, fabricación y construcción, uso y eliminación).

- Análisis basados en fundamentos físico-químicos aplicados a la construcción para estimar la validez de los datos utilizados en la elaboración del programa de necesidades y en la elaboración de las especificaciones técnicas para el diseño conceptual y gráfico de las soluciones concretas adoptadas.

- Análisis basados en fundamentos físico-químicos aplicados a la construcción para valorar el nivel de las prestaciones técnicas y de otras clases alcanzado en las soluciones técnicas y formales concretas adoptadas.

- Valoración de la repercusión que tiene el nivel de prestaciones alcanzado en las soluciones concretas adoptadas en los cerramientos de fachadas en el comportamiento esperable de cada edificio según sus circunstancias concretas (durabilidad, consumos,

costes de construcción y de explotación, comportamiento e influencia en el resto del edificio o de otros elementos, etc.).

– Propuesta de corrección de las deficiencias observadas y/o mejora u optimización de sus prestaciones, y/o posibilidad de plantear otras soluciones alternativas.

En el desarrollo inicial de los proyectos de investigación no es necesario hacer una aplicación en toda su extensión de la totalidad del modelo de proceso descrito para su desarrollo. Mediante la aplicación progresiva y reiterada de las diversas fases del modelo se va alcanzando, en aproximaciones sucesivas, un grado de concreción cada vez mayor de las soluciones técnicas y formales de los cerramientos de fachadas objeto de desarrollo.

El seguimiento de un proceso de trabajo sistematizado permite comprobar que los pasos que se van dando para la definición progresiva de las soluciones técnicas y formales adoptadas durante el diseño conceptual y gráfico de los cerramientos de fachada, siguen un proceso fiable y permiten hacer un análisis y evaluación de su validez e idoneidad y aplicar acciones para su corrección o mejora.

A continuación, se incluyen dos cuadros en los que se describen gráficamente el protocolo y la línea de investigación para el desarrollo de cerramientos de fachada:

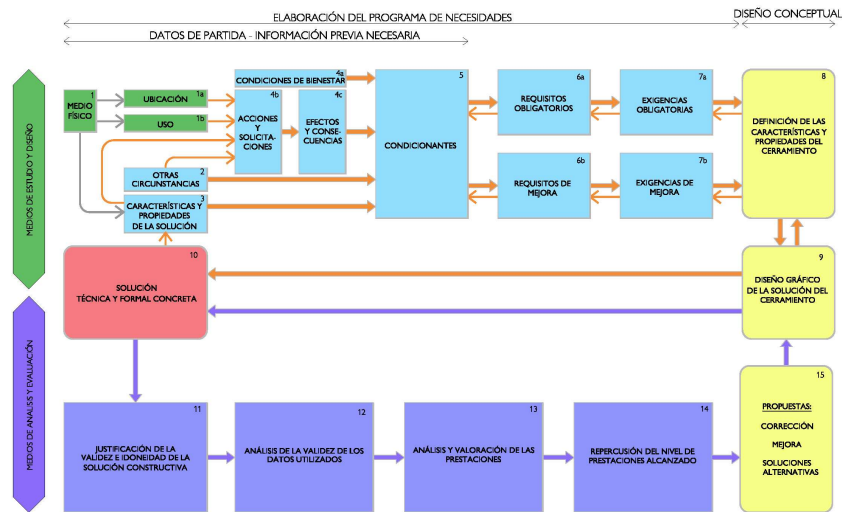


Fig.1. Esquema general del protocolo planteado.

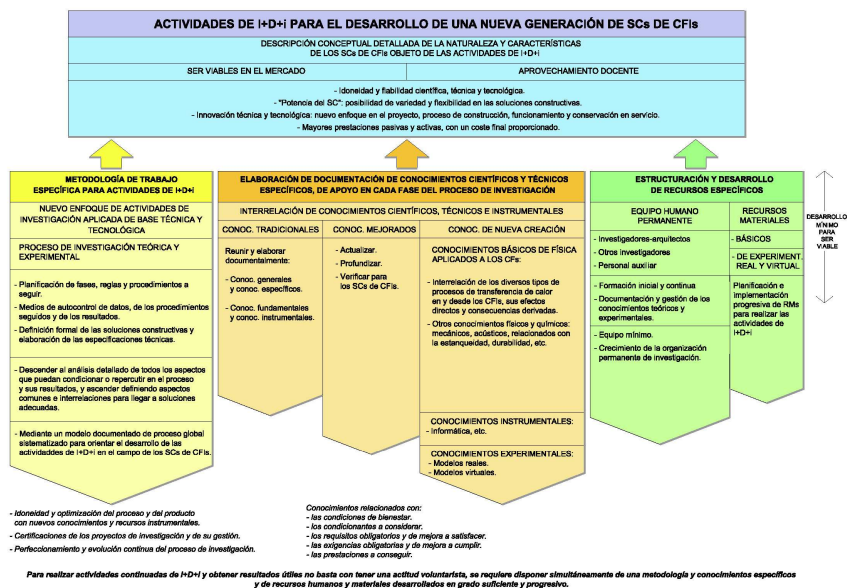


Fig.2. Esquema general de organización de la línea de investigación.

Ejemplos de actividades de investigación relacionadas con la aplicación de la metodología presentada

Mediante la aplicación del protocolo se ha llevado a cabo el estudio y evaluación de cerramientos de fachada de 3 edificios existentes de diferentes características, como la Sede Regional de EDF (Electricité de France) en Burdeos (Foster and Partners), el Centro de Danza Contemporánea Laban en Londres (Herzog & de Meuron) o la Embajada de los Países Bajos en Berlín (OMA-Rem Koolhaas). Se han evaluado las soluciones constructivas de sus cerramientos de fachada, analizando sus ventajas e inconvenientes, y proponiendo posibles soluciones alternativas de mejora en algunos de los casos.

Por otro lado, la documentación elaborada en este proceso de investigación están siendo empleados como base para el desarrollo de una serie de Documentos Técnicos de Apoyo Docente para las asignaturas del Departamento de Edificación dentro del grado de Arquitectura y del grado de Ingeniería de Edificación, consiguiendo de este modo un aprovechamiento docente de las actividades de investigación realizadas.

Además, en la actualidad se está llevando a cabo un proyecto de investigación: *Análisis de herramientas de simulación del comportamiento energético de los edificios para el estudio de sistemas constructivos de cerramientos de fachada innovadores*, que permitirá averiguar cuáles son las herramientas más adecuadas tanto para conocer el comportamiento de los mismos, como para analizarlos. Mediante la comparación de los resultados obtenidos de cada uno de ellos y de la posibilidad de combinarlos entre sí, se pretende analizar su utilidad real y su fiabilidad en el estudio y simulación del comportamiento de los cerramientos de fachada.

En relación con este proyecto, también se está desarrollando una tesis doctoral en la que se investiga sobre los diversos aspectos técnicos relacionados con el comportamiento térmico de los cerramientos de fachada, que dependen conjuntamente de diferentes fenómenos físicos relacionados con las variaciones de temperatura y con los procesos de transferencia de calor que tienen lugar en ellos.

Conclusiones

El desarrollo de este modelo aplicado a las actividades de investigación teórica y experimental, permite disponer de una guía para el desarrollo de tecnologías nuevas que permitan mejorar y optimizar las prestaciones técnicas, tecnológicas, económicas y medioambientales de los cerramientos de fachadas de los edificios, contribuyendo también a la sostenibilidad de los recursos materiales y ambientales y a una disminución de los costes finales de los edificios, su uso y su mantenimiento.

El empleo del protocolo permite plantear unos criterios de diseño que tengan en cuenta la influencia de los diferentes aspectos que pueden afectar al funcionamiento, comportamiento y durabilidad de los cerramientos de fachada para poder definir soluciones constructivas que mejoren la respuesta de los mismos.

La metodología de investigación desarrollada hace posible un aprovechamiento docente de las actividades de investigación desarrolladas dándoles de este modo un valor añadido que refuerza la idea de investigación universitaria.

La investigación en las Escuelas de Arquitectura presenta ventajas significativas frente a la investigación en empresas privadas, que necesitan conseguir que estas actividades tengan para ellas una rentabilidad económica a corto plazo, lo cual, dificulta una planificación y desarrollo en el tiempo de la investigación para que se generen nuevas tecnologías específicas de la edificación, que contribuyan a un progreso global del sector y a solucionar las necesidades de la sociedad en este campo.

Bibliografía

ANGULO, C. y GARGÍA, M. A. 1995, *Información Estadística en Ciencia, Tecnología e Innovación*, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.

ESTEBAN, J. 2000, *Innovación en construcción, Informes sobre el sistema español de innovación*. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.

ESTEBAN, J. 2003, *Tecnología e Innovación en España*. Informe Cotec 2003, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.

MARTÍN, J. A. 1997, *Prospectiva tecnológica: una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países*, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.

AA.VV. 2005, *Proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data - Oslo Manual, The measurement of scientific and technological activities*, OCDE.

AA.VV. 2002, *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, OCDE.

AA.VV. 1995, *Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T (the "Canberra Manual")*, OCDE.

Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción (DPC). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 11 de febrero de 1989, núm. L 40, p.12.

Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 4 de enero de 2003, núm L 1, p.65.

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 18 de julio de 2002, núm. L189, p.12.

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de ordenación de la edificación. Boletín Oficial del Estado, de 6 de noviembre de 1999, núm. 266.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, de 28 de marzo de 2006, núm. 74, págs. 11816 - 11831.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Boletín Oficial del Estado, de 29 de agosto de 2007, núm. 207, págs. 35931 - 35984.

AENOR. *Gestión de la calidad. Directrices para la calidad en la gestión de proyectos*. UNE 66904-6. Madrid: AENOR, 2000.

AENOR. *Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i*. UNE 166002. Madrid: AENOR, 2006

AENOR. *Gestión de la I+D+i: Requisitos de un proyecto de I+D+i*. UNE 166001. Madrid: AENOR, 2006