

Tesis Doctoral

Programa de Doctorado en Arquitectura

Rehabilitación residencial para favorecer la implementación de políticas de envejecimiento activo: Herramientas y estrategias para el diagnóstico, la toma de decisiones multicriterio y la gestión integral.

Housing renovation to provide the implementation of active ageing policies: Tools and strategies for diagnosis, multi-criteria decision support, and integral management.

Autor: **Antonio José Serrano Jiménez**

Directoras: **Ángela Barrios Padura**
Profesora Titular de Universidad

Marta Molina Huelva
Profesora Contratada Doctora

Departamento de Construcciones Arquitectónicas I
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Tesis doctoral:

Rehabilitación residencial para favorecer la implementación de políticas de envejecimiento activo: Herramientas y estrategias para el diagnóstico, la toma de decisiones multicriterio y la gestión integral.

Housing renovation to provide the implementation of active ageing policies: Tools and strategies for diagnosis, multi-criteria decision support, and integral management.

Autor: Antonio José Serrano Jiménez
Directoras: Ángela Barrios Padura
Marta Molina Huelva
Tutora: Ángela Barrios Padura

El tribunal propuesto para juzgar el Proyecto de Tesis Doctoral está compuesto por los siguientes miembros:

Eugenio Arbizzani
Margarita de Luxán García de Diego
José Antonio Corraliza Rodríguez
M^a del Pilar Mercader Moyano
Luz Fernández Valderrama

Habiendo realizado el depósito en:

Sevilla, septiembre de 2019.

A mi familia, compañeros, amigos, y sobre todo, a mi padre.

RESUMEN

El continuo aumento de la población urbana mundial, la inversión de la pirámide demográfica y la progresiva obsolescencia del parque residencial edificado, con amplias necesidades de renovación arquitectónica, conforman tres de los principales desafíos que arquitectos y urbanistas deben afrontar en el siglo XXI a través de la renovación y adaptación del tejido residencial existente en las ciudades, que consecuentemente garantice la calidad de vida de una población cada vez más envejecida.

Existe una línea de investigación científica emergente que, desde la arquitectura, demanda nuevos mecanismos y fórmulas para el estudio de la idoneidad y viabilidad de las intervenciones de rehabilitación residencial, desde sus diferentes disciplinas de influencia, como promueve en España la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

La tesis doctoral pretende contribuir a la optimización de los procesos de regeneración urbana con el diseño, desarrollo y aplicación de nuevas herramientas, procedimientos y estrategias para promover una gestión efectiva y sostenible de la rehabilitación residencial, considerando los diferentes tipos de actuaciones, desde la adecuación residencial en actuaciones que faciliten la accesibilidad y movilidad, a las medidas de eficiencia energética que garanticen el confort, promoviendo propuestas de rehabilitación satisfactorias para los residentes y el conjunto de agentes implicados, especialmente en las personas mayores, favoreciendo el concepto de “envejecer en casa”.

La investigación ha permitido identificar, clasificar y cuantificar el impacto de los principales factores influyentes en la rehabilitación residencial, desde el proceso previo, durante y posterior al desarrollo de las obras, poniendo de manifiesto la necesidad de integrar valoraciones multidisciplinares, integrando disciplinas como la Psicología Ambiental, la Sociología o la Economía, en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones de las propuestas. Además, se establecen mecanismos para garantizar la viabilidad integral de las actuaciones de rehabilitación, teniendo en cuenta la influencia del comportamiento de los ocupantes, a través de estrategias o niveles de intensidad según las diferentes circunstancias socioeconómicas.

El ámbito de estudio de la investigación se ha extendido a un contexto internacional, con estancias de investigación en universidades de Portugal y Suecia, países del sur y del norte Europa, lo que ha servido para desarrollar estudios comparativos e identificar particularidades, similitudes y diferencias en el desarrollo de la investigación.

Los resultados obtenidos incorporan aportaciones de gran utilidad a nivel técnico, social e institucional desde una perspectiva autonómica, nacional y europea, garantizando la idoneidad y viabilidad de los programas rehabilitación arquitectónica y regeneración urbana, y demostrando la utilidad de integrar en la arquitectura nuevas disciplinas que permitan obtener un diagnóstico exhaustivo y un diseño de propuestas satisfactorio. Las conclusiones de la investigación incorporan implicaciones para el desarrollo e implementación de las políticas de vivienda y ciudad, promoviendo la eficacia de los programas de rehabilitación arquitectónica y regeneración urbana desde los ámbitos de la arquitectura y otras disciplinas afines.

Los principales avances y resultados de la tesis han sido publicados en artículos científicos de revistas indexadas de primer nivel internacional, con un alto factor de impacto.

Palabras clave: Rehabilitación residencial; Regeneración urbana integrada; Envejecimiento activo; Investigación multidisciplinar; Evaluación multicriterio; Construcción sostenible; Gestión de la renovación residencial.

SUMMARY

The continuous increase of the world's urban population, the reversal of the demographic pyramid, and the progressive obsolescence of the built environment with its major requirements for building renovation, form three of the principal challenges faced by architects and urban planners in the 21st century through the renovation and adaptation of existing urban housing stock, which consequently ensures the quality of life of an increasingly ageing population.

In architecture, this emerging research topic demands new mechanisms and formulae for the evaluation of the suitability and viability of housing renovation proposals, as promoted by Law 8/2013 in Spain, on urban refurbishment, regeneration, and renovation.

This research aims to contribute towards the optimization of urban regeneration processes in the design, development, and application of new tools, procedures, and strategies for the promotion of the effective and sustainable management of housing renovation. To this end, a variety of actions are considered, including residential adequacy, mobility needs, and energy-efficiency measures that guarantee comfort, in order to provide satisfactory renovation proposals for residents and all agents involved, especially the elderly, thereby promoting the "ageing at home" concept.

This work enables the identification, classification, and quantification of the impact of the main influential factors in housing renovation to cover the previous, ongoing, and post processes of the renovation work, thereby highlighting the need to develop multidisciplinary assessments that integrate Environmental Psychology, Sociology, and Economics in decision-support systems for the design of renovation proposals. Furthermore, mechanisms are established to guarantee the integral feasibility of the renovation actions, which take the influence of the occupants' behaviour into account, through strategies or intensity levels according to their socio-economic circumstances.

The scope of the research has been extended to an international context with case studies carried out in Portugal and Sweden, countries in southern and northern Europe, which provide a base for comparative studies and the identification of particularities, similarities, and differences in the development of research.

The results obtained incorporate contributions of great utility at a technical, social, and institutional level from autonomic, national, and European perspectives by ensuring the feasibility and suitability of the building renovation and urban regeneration programs, and by demonstrating the usefulness of integrating new disciplines into architecture, thereby allowing an exhaustive diagnosis and satisfactory renovation proposals to be attained. The conclusions of this research include implications for the development and implementation of both housing and city policies, and promote the effectiveness of housing renovation and urban regeneration programs from the fields of architecture together with other related disciplines.

The main findings of the research have been published in several scientific articles by indexed journals of the first international level, with high impact factors.

Keywords: *Housing renovation; Integrated urban regeneration; Active ageing; Multidisciplinary research; Multi-criteria assessment; Sustainable construction; Housing renovation management.*

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España a través del contrato predoctoral para la “Formación del Profesorado Universitario” (FPU) obtenido en concurrencia competitiva en la convocatoria 2015 (FPU2015/00070), desarrollado en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

Además, en este apartado me gustaría agradecer y dedicar este trabajo a todas las personas y entidades que han contribuido y ayudado, de una forma o de otra a lo largo de los últimos años, para que esta tesis doctoral sea hoy una realidad.

A mis hermanos, mis sobrinos, y en general, mi familia, que han comprendido la utilidad de este trabajo de investigación y me ha ayudado en todo momento con apoyo y aprecio, y a mis amigos de Baena y de Sevilla, que me han ayudado a desarrollar este trabajo con un buen ambiente de gentileza y simpatía.

A mis compañeros de trabajo, Francisco Jesús Lizana, Alberto Vilches, Gianluca Stasi, Rosa Ana Jiménez, Irene García o Jara Rivero, entre otros, con quien he intercambiado experiencias e impresiones para seguir avanzando en mi investigación, así como con otros muchos profesores y compañeros del departamento de Construcciones Arquitectónicas I y a Lesley Burridge por la revisión de las publicaciones escritas en inglés.

A Luisa Lima, supervisora de mi estancia en el Instituto Universitário de Lisboa, y a Liane Thuvander y Paula Femenías, supervisoras de mi estancia en la Universidad Tecnológica de Chalmers, que me dieron la posibilidad de internacionalizar esta investigación y me atendieron y guiaron de la mejor forma posible en sus centros de trabajo en Portugal y Suecia.

A todos los residentes, asociaciones de vecinos, empresas constructoras o entidades de la administración, que a lo largo de este trabajo han participado aportando datos y material, intercambiando impresiones, y valorando en todo momento la utilidad de esta investigación.

A Ángela Barrios y Marta Molina, directoras de mi tesis, que me han permitido desarrollar este trabajo con una actitud responsable y motivadora. Solo tengo palabras de agradecimiento por tantos buenos consejos y por toda la confianza depositada en mí, motivos por los que siempre tendré un buen recuerdo de esta etapa junto a vosotras.

A Ana, mi compañera más especial, que ha sido mi principal apoyo día a día y quien mejor ha conocido los éxitos y fracasos de este trabajo, gracias por todo el cariño que me has mostrado y por saber apreciar el valor y el esfuerzo de cada avance en esta etapa vivida juntos.

Para finalizar, quiero dedicar estas últimas líneas para agradecer a mi madre y a mi padre todo el trabajo y esfuerzo que han hecho por mí a lo largo de sus vidas. Hoy puedo decir que estoy muy orgulloso de la educación y de los valores que me habéis transmitido con vuestra personalidad. A ti mamá, valorar tu capacidad de comprensión, generosidad y bondad que quizás pocas veces se te reconoce pero que siempre te caracteriza. A ti papá, que pusiste tu punto final a mitad de camino de este trabajo, quiero dedicarte cada una de las palabras de este documento y espero que, allá donde estés, te sientas orgulloso de este trabajo, por haberme generado el interés y la necesidad de mejorar la calidad de vida de las personas con movilidad reducida en sus hogares, algo que tú sufriste.

Mis disculpas a aquellas personas u organizaciones que, por olvido, no aparezcan entre estas líneas, con toda seguridad vuestro nombre está en mi corazón. Un fuerte abrazo.

ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

La tesis doctoral que se presenta sigue la modalidad de entrega basada en el **compendio de artículos científicos**, lo que implica que los avances y principales resultados de la investigación han contado con el rigor y el respaldo científico necesario su publicación y difusión internacional. Estos artículos han sido publicados en revistas científicas indexadas en el primer cuartil del indicador “Journal Citation Report” (JCR), considerado como el principal indicador de calidad según los organismos de evaluación de la actividad investigadora en el área tecnológica.

La tesis doctoral presenta publicados **cuatro artículos científicos en revistas internacionales de alto impacto** como “Sustainable Cities and Society” y “Journal of Cleaner Production”, revistas de referencia situadas en el **cuartil Q1 del índice JCR** anteriormente mencionado, donde en todos ellos el doctorando ha sido el primer autor y las directoras de tesis aparecen como autoras.

Además, otros estudios de la investigación se han publicado en **un artículo científico** en la revista bilingüe “Psychology”, **indexada en el cuartil Q2 del indicador SJR**, y otros han sido evaluados y aceptados en Congresos Internacionales como “XIV Psicamb 2017” en Évora (Portugal), “12th SDEWES 2017” en Dubrovnik (Croacia) o “Sustainable Built Environment 2019” en Helsinki (Finlandia). Por último, **dos artículos científicos** desarrollados en el marco de esta tesis doctoral se encuentran **actualmente en evaluación en dos revistas indexadas en el cuartil Q1 del indicador JCR**, sumándose a los estudios anteriormente mencionados y publicados.

Teniendo en cuenta estos avances, los resultados de la tesis doctoral se han organizado en diferentes secciones y subsecciones que articulan las diferentes publicaciones, en el estado final en el que fueron aceptadas, junto a estudios específicos de la tesis doctoral, siguiendo una secuencia lógica para establecer **un hilo argumental común que engloba el tema de investigación abordado en la tesis doctoral**. Respecto al formato de organización y presentación, previo a cada artículo o comunicación se ha redactado **una breve reseña** que presenta el tema de investigación desarrollado, la originalidad y contribución al conocimiento y los principales resultados y conclusiones alcanzados, con el fin de transmitir al lector un primer avance en cada publicación e introducirlo al documento definitivo tal y como ha sido publicado.

Pese a variar el formato convencional de presentación, **la tesis doctoral se presenta como un documento de conjunto** que presenta los principales apartados del método científico desde una perspectiva general, con una introducción y presentación del problema a desarrollar en la investigación, un estado del arte que atiende a las diferentes líneas temáticas que emergen afines al tema, la definición de los objetivos fundamentales y su alcance, la metodología llevada a cabo y las herramientas empleadas en el conjunto de estudios y, además de los resultados ya mencionados, unas conclusiones generales que unifican el conjunto de estudios y cierran el documento con las principales implicaciones y posibles futuras oportunidades de investigación.

En cuanto al idioma de redacción, dada la trascendencia social que tiene el tema abordado en la investigación, sobre la optimización y gestión de los entornos urbanos construidos para favorecer la calidad de vida en las personas mayores, se ha decidido que el cuerpo principal de esta tesis sea redactado en Castellano. En cualquier caso, las principales publicaciones de esta tesis doctoral han sido redactadas y publicadas en inglés, siguiendo sus directrices de internacionalización. Así pues, se presenta un documento general en idioma castellano en el que se intercalan las diferentes publicaciones en inglés, lo que va a permitir una posibilidad de ser difundido en el ámbito nacional e internacional por la presencia de ambos lenguajes.

LISTADO DE PUBLICACIONES

Se presentan a continuación los **artículos y comunicaciones** desarrollados a lo largo de la tesis doctoral, según orden en el que se presentan en este documento. El doctorando ha sido el primer autor en todos los documentos que a continuación se citan:

- **ARTÍCULO 1:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Ángela Barrios-Padura & Marta-Molina Huelva (2018). “Sustainable building renovation for an ageing population: Decision support system through an integral assessment method of architectural interventions”. *Sustainable Cities and Society* nº39, 144-154, Elsevier. DOI: 10.1016/j.scs.2018.01.050.
 - **ARTÍCULO 2:** **Antonio Serrano-Jiménez**, María Luísa Lima, Ángela Barrios-Padura & Marta Molina-Huelva (2019). “Integrated urban regeneration based on an interdisciplinary experience in Lisbon”. *Psycology*, Taylor & Francis Online. DOI: 10.1080/21711976.2019.1643660. *Fecha de aceptación 8 de julio de 2019.*
 - **ARTÍCULO 3:** **Antonio Serrano-Jiménez**, María Luísa Lima, Marta Molina-Huelva & Ángela Barrios-Padura (2019). “Promoting urban regeneration and aging in place: APRAM – An interdisciplinary method to support decision-making in building renovation”. *Sustainable Cities and Society* nº47, 101505, Elsevier. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101505.
 - **ARTÍCULO 4:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Ángela Barrios-Padura & Marta Molina Huelva (2017). “Towards a feasible strategy in Mediterranean building renovation through a multidisciplinary approach”. *Sustainable Cities and Society* nº32C, 532-546, Elsevier. DOI: 10.1016/j.scs.2017.05.002.
 - **ARTÍCULO 5:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Jesús Lizana, Marta Molina-Huelva & Ángela Barrios-Padura (2019). “Decision-support method for profitable residential energy retrofitting based on energy-related occupant behaviour”. *Journal of Cleaner Production* nº222, 622-632, Elsevier. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.089.
 - **ARTÍCULO 6:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Paula Femenías, Liane Thuvander & Ángela Barrios-Padura. “Suitable renovation strategies for the housing stock: A multi-criteria decision-support method for housing owners”. *Artículo actualmente en segunda revisión en revista indexada.*
 - **ARTÍCULO 7:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Jesús Lizana, Marta Molina-Huelva & Ángela Barrios-Padura. “Overcoming barriers towards a healthier housing stock: Indoor CO₂ measurements in apartments occupied by the elderly”. *Artículo actualmente en revisión en revista indexada.*
-
- **CONGRESO 1:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Paula Femenías & Liane Thuvander (2019). “Multidimensional evaluation of tenants’ temporal relocation during a renovation: A comparison between two case studies from Sweden”. *Sustainable Built Environment (SBE) Helsinki (Finlandia).*
 - **CONGRESO 2:** **Antonio Serrano-Jiménez**, Marta Molina-Huelva, Ángela Barrios-Padura (2015). “The status of the Andalusian residential building stock with the new requirements arising from the ageing of population”. *Obsolescence and renovation congress” (AMPS) Sevilla (España).*

ÍNDICE

RESUMEN / SUMMARY.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	11
ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN.....	13
Listado de publicaciones.....	15
ÍNDICE.....	16
Índice de figuras.....	18
Índice de abreviaturas.....	20
1. INTRODUCCIÓN.....	23
1.1. Objeto y contexto.....	23
2. ESTADO DEL ARTE.....	27
2.1. Tejido urbano y parque residencial.....	28
2.2. Situación demográfica.....	30
2.3. Gestión integral y toma de decisiones multicriterio en la rehabilitación.....	34
2.4. La rehabilitación energética y el comportamiento del ocupante.....	35
2.5. La situación andaluza en relación al envejecimiento de la población.....	38
3. OBJETIVOS Y ALCANCE.....	39
3.1. Objetivos / Objectives.....	39
3.2. Alcance.....	43
4. METODOLOGÍA.....	45
4.1. Ámbito de aplicación y localizaciones de estudio.....	50
4.1.1. Barrios residenciales seleccionados.....	52
4.1.2. Contexto de las estancias internacionales.....	61
4.2. Inspección y diagnóstico.....	67
4.2.1. Planificación de las visitas a los barrios residenciales.....	68
4.2.2. Fichas de inspección y evaluación.....	69
4.2.3. Medición in situ de la calidad ambiental en ambientes interiores.....	73
4.3. Encuestas a los residentes.....	74
4.4. Valoración económica.....	78
4.5. Evaluación energética de las medidas de rehabilitación.....	80
4.6. Métodos y estrategias para la toma de decisiones y la gestión integral.....	82
5. RESULTADOS.....	85
5.1. Diagnóstico.....	86
5.1.1. Fichas de inspección.....	88
5.1.2. Encuestas.....	91
5.1.3. Principales medidas de rehabilitación “Amigables con los mayores”.....	94
5.1.4. Confort y calidad ambiental en viviendas ocupadas por los mayores.....	100
5.2. Índice de idoneidad multidisciplinar en la rehabilitación residencial.....	102
5.2.1. Artículo 1: Sustainable building renovation for an ageing population: Decision-support system through an integral assessment method of architectural interventions. <i>Sustainable Cities and Society</i> (39) 144-154.....	105

5.3. Interdiscipliniedad entre la Arquitectura y la Psicología Ambiental	121
5.3.1. Experiencia desarrollada en el “Bairro das Estacas” de Lisboa	122
5.3.1.1. Artículo 2: Integrated urban regeneration based on an interdisciplinary experience in Lisbon <i>Psycology / XIV Congreso Internacional PSICAMB. Évora (Portugal)</i>	125
5.3.2. Método APRAM para la toma de decisiones usando una valoración interdisciplinar .	157
5.3.2.1. Artículo 3: Promoting urban regeneration and aging in place: APRAM – an interdisciplinary method to support decision-making in building renovation. <i>Sustainable Cities and Society (47) 101505</i>	159
5.4. Gestión integral y toma de decisiones en la rehabilitación energética	181
5.4.1. Estrategia de viabilidad mediante niveles de intervención y paquetes de actuación .	182
5.4.1.1. Artículo 4: Towards a feasible strategy in Mediterranean building renovation through a multidisciplinary approach. <i>Sustainable Cities and Society (32) 532-546</i>	185
5.4.2. Sistema de toma de decisiones para una rehabilitación energética rentable	205
5.4.2.1. Artículo 5: Decision-support method for profitable residential energy retrofitting based on energy-related occupant behaviour. <i>Journal of Cleaner Production (222)622-632</i>	207
5.5. La toma de decisiones en estrategias de rehabilitación desde la perspectiva sueca	223
5.5.1. El dilema de realojar o mantener a los inquilinos durante las obras	225
5.5.1.1. Congreso 1: Multidimensional evaluation of tenants’ temporal relocation during a renovation: A comparison between two case studies from Sweden. <i>Sustainable Built Environment (SBE) - Helsinki (Finlandia)</i>	227
5.5.2. Estrategia de rehabilitación mediante un sistema evaluación multicriterio	241
5.5.2.1. Artículo 6: Suitable renovation strategies for the housing stock: A multi-criteria decision-support method for housing owners. <i>Artículo en revisión en revista indexada</i>	243
5.6. Discusión final.....	271
6. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS	275
7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	283
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	285
9. ANEXOS.....	293
9.1. Congreso 2: AMPS Sevilla.....	295
9.2. Fichas de inspección y evaluación	313
9.3. Formulario de encuestas.....	321
9.4. Fichas cumplimentadas en las localizaciones de estudio.....	325
9.5. Respuestas obtenidas en encuestas en Sevilla y Baena	351
9.6. Artículo 7: Overcoming barriers towards a healthier housing stock: Indoor CO₂ measurements in apartments occupied by the elderly. <i>Artículo en revisión en revista indexada</i>	363

ÍNDICE DE FIGURAS

Se presenta a continuación el índice de las figuras, imágenes y esquemas que aparecen en la tesis doctoral. Todas las figuras han sido elaboradas, producidas o tomadas por el autor, salvo en casos donde se ha citado la fuente en el pie de imagen.

1. Personas mayores en entornos urbanos y residenciales construidos	24
2. Estrategias de rehabilitación residencial ante la convergencia de ambos procesos	25
3. Barrios residenciales construidos en la segunda mitad del siglo XX	27
4. Evolución de la construcción de vivienda España en el siglo XX	29
5. Carencias básicas en la accesibilidad de edificios residenciales plurifamiliares	30
6. Proporción de población mayor en Europa	31
7. Inversión de la tendencia demográfica y previsión a medio plazo	31
8. Entornos urbanos de barrios residenciales utilizados por personas mayores	32
9. Espacios reducidos donde residen las personas mayores	33
10. Envoltente característica del tejido residencial y variación de uso según los ocupantes	37
11. Comunicación en el Congreso “Obsolescence and Renovation AMPS”	38
12. Esquema gráfico sobre condicionantes e intenciones de la investigación	39
13. Esquema general de las principales fases metodológicas desarrolladas	45
14. Esquema gráfico sobre las tres escalas o ámbitos de actuación	46
15. Tipología residencial plurifamiliar de referencia en la segunda mitad del siglo XX	50
16. Situación en Andalucía de los casos de estudio seleccionados.....	52
17. Imagen aérea del caso de estudio “Manzanas cuadradas”	53
18. Imágenes generales de las “Manzanas cuadradas”	53
19. Planta distribución de la vivienda tipo en “Manzanas cuadradas”	54
20. Imagen aérea del caso de estudio “Bloques lineales”	55
21. Imágenes generales de los “Bloques lineales”	55
22. Planta de distribución del edificio referencia en el bloque lineal	56
23. Imagen aérea del caso de estudio “Santo Tomás de Aquino”	57
24. Imágenes generales del caso de estudio “Santo Tomás de Aquino”	57
25. Planta de distribución de la vivienda tipo en “Santo Tomás de Aquino”	58
26. Imagen aérea del caso de estudio “Magistrado Eguilaz”	59
27. Imágenes generales del caso de estudio “Magistrado Eguilaz”	59
28. Planta de distribución del edificio referencia en “Magistrado Eguilaz”	60
29. Situación de las ciudades europeas donde se ha desarrollado la investigación	61
30. Barrios residenciales en entornos urbanos de Lisboa y Gotemburgo, en Portugal y Suecia	62
31. Imagen aérea del caso de estudio “Bairro das Estacas”	63
32. Imágenes generales del caso de estudio “Bairro das Estacas”	63
33. Planta de distribución de las tipologías de referencia en el “Bairro das Estacas”	64
34. Vista aérea y distribución de los barrios “Kyrkbyn” (izquierda) y “Näverlursgatan” (derecha)	65
35. Sistema de aislamiento por el exterior en “Kyrkbyn” y acceso al edificio de referencia	66
36. Fachada del edificio referencia en “Näverlursgatan” y acceso al interior rehabilitado	66
37. Visitas de inspección y mediciones realizadas en diferentes casos de estudio	67
38. Interfaz y aspecto de la ficha de inspección y evaluación en su diseño original.....	69
39. Imágenes de las visitas e inspecciones acompañado por algunos residentes	72
40. Caracterización demográfica de cada caso de estudio previo a entregar las encuestas	73
41. Presentación de la encuesta online por cada barrio e interfaz online en “Qualtrics”	74

42. Escrito informativo tipo que acompaña a la encuesta entregada en “Manzanas cuadradas”	75
43. Preparación previa de las encuestas y escritos informativos en los sobres de entrega	76
44. Modelo de simulación energética utilizado en “CALENER” del edificio referencia	79
45. Esquema gráfico de los paquetes de rehabilitación energética diseñados	80
46. Equipos de medición en salón y dormitorio de la vivienda seleccionada para su medición	83
47. Estudio del soleamiento y representación del espacio público existente en Lisboa.....	86
48. Estudio de los recorridos principales y secundarios desde el edificio referencia.....	87
49. Esquema del diagnóstico realizado en los barrios según los intereses de estudio.....	87
50. Estado de conservación del mobiliario urbano en el “Bairro das Estacas” de Lisboa	88
51. Representación del estado de conservación y daños existentes en las fachadas de los edificios	89
52. Estudio de la accesibilidad y movilidad interior en el estado actual de las viviendas tipo.....	90
53. Ejemplo de encuesta cumplimentada por persona mayor en “Manzanas cuadradas”	91
54. Información de los resultados del diagnóstico a algunos residentes	93
55. Eliminación del escalón de acceso y elevador de escalones para el acceso interior.....	95
56. Comprobación de las dimensiones en rampas y cabinas de ascensor en edificios residenciales.....	96
57. Sustitución de bañera por plato de ducha con suelo enrasado.....	98
58. Propuestas de adaptación del interior de viviendas a las necesidades de personas mayores.....	99
59. Esquema metodológico de la medición del ambiente interior en ambientes residenciales	100
60. Distribución y usos de las tres viviendas seleccionadas para llevar a cabo la medición.....	101
61. Niveles de dióxido de carbono en el dormitorio durante la medición de primavera.....	101
62. Esquema metodológico del estudio de idoneidad de las medidas amigables con los mayores	102
63. Relación del beneficio total y el coste de inversión según localización y tipos de actuación	103
64. Cartel de la exposición de los resultados y presentación en el acto en “Bairro das Estacas”	121
65. Esquema del proceso de diagnóstico llevado a cabo en el “Bairro das Estacas”	122
66. Preparación de las encuestas y repuestas de los residentes del “Bairro das Estacas”	123
67. Esquema explicativo del método APRAM que integra las disciplinas arquitectónica y psicosocial....	157
68. Salida gráfica del grado de prioridad arquitectónica y los índices psicosociales	158
69. Salida gráfica de los resultados de los cuatro factores psicosociales según edad de población	158
70. Diferente tratamiento de la envolvente térmica según los ocupantes	181
71. Esquema de la estrategia de rehabilitación energética según niveles de intervención	182
72. Valoración del beneficio energético, económico y social en cada uno de los paquetes de acción	183
73. Relación beneficio y coste total de inversión en cada uno de los paquetes de acción.....	183
74. Esquema metodológico del método de estudio de la viabilidad de la rehabilitación energética	205
75. Comportamiento energético y económico de las medidas pasivas según cada escenario.....	206
76. Comportamiento energético y económico de las medidas activas según cada escenario.....	206
77. Imagen general de los barrios “Kyrkbyn” y “Näverlursgatan” en la ciudad de Gotemburgo	223
78. Reparto de encuestas y reuniones con las entidades propietarias de los barrios piloto	224
79. Presentación de la comunicación en Congreso “SBE19” celebrado en Helsinki	225
80. Esquema metodológico desarrollado en la comparativa de Gotemburgo	226
81. Esquema metodológico del sistema de toma de decisiones desde la perspectiva del promotor	241
82. Evaluación multicriterio en función del beneficio o impacto de cada una de las estrategias	242
83. Recuperación de la inversión en la rehabilitación según estrategia	242

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<i>a</i>	Año de operación
A-F	Age-Friendly
Ach/h	Renovación de aire por hora
AP	Paquete de acción
APRAM	Método de evaluación arquitectónica y psicoambiental de rehabilitación
B4	Zona climática específica
BR	Dormitorio principal
C_f	Flujo de efectivo anual
CD	Régimen puerta cerrada
CO-M	Metodología de coste óptimo
CO ₂	Dióxido de carbono (ppm)
COP	Coficiente de rendimiento-Potencia calorífica
CS	Caso de estudio
CTE	Código Técnico de la Edificación
DHW	Agua caliente sanitaria
DOE	Departamento de Energía
ED	Demanda energética (kWh/m ² a)
EEM	Medida de eficiencia energética
EER	Coficiente de rendimiento-Potencia frigorífica
EIFS	Sistema de aislamiento térmico exterior
EPBD	Directiva de Eficiencia Energética en Edificios
EPC	Sistemas de certificación energética
EPS	Aislamiento de poliestireno expandido
ES	Ahorro energético (kWh/m ² a)
EU	Unión Europea
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
HP	Bomba de calor
HVAC	Calefacción, ventilación y aire acondicionado
IC	Coste de inversión (€)
IEA	Agencia Internacional de la Energía
IECA	Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
IMSERSO	Instituto de Mayores y Servicios Sociales
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPREM	Indicador Público de Renta de Efectos Múltiples
JCR	Factor de impacto “journal citation report”
LCC	Coste del ciclo de vida
LI	Nivel de intervención
LPG	Gas licuado de petróleo - bombona
LR	Salón
MC	Coste de mantenimiento (€/año)
MW	Lana mineral
N0	Estado energético inicial del edificio referencia
NPV	Valor Actual Neto (€)

OD	Régimen puerta abierta
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAi	Índice de apego al lugar
PBP	Periodo de reinversión
P	Permeabilidad en ventanas
PEC	Consumo de energía primaria (kWh/m ² a)
ppm	Partes por millón en volumen (Dióxido de carbono)
RH	Humedad relativa (%)
RI	Incremento de la renta de alquiler (%)
RSi	Índice de satisfacción residencial
SATE	Sistema de aislamiento térmico exterior
SHGC	Coefficiente de ganancia solar
SJR	Factor de impacto "Scimago Journal Rank"
SNi	Índice de necesidades sociales
<i>r</i>	Tasa de descuento
T ^a	Temperatura (°C)
TB	Puente térmico
U	Transmitancia térmica (W/m ² K)
UC	Coste unitario (€/ud.)
WHO	Organización Mundial de la Salud
WPI	Índice de voluntad de participación
XPS	Poliestireno extruido
α	Absortividad solar

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO Y CONTEXTO

El proceso de regeneración y renovación urbana en las ciudades del siglo XXI es uno de los principales desafíos a escala mundial para mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas (European Commission, 2017; World Health Organization, 2015). Informes emitidos por Naciones Unidas (United Nations, 2013) advierten sobre el **reto que supone afrontar la regeneración urbana en el tejido residencial existente de una manera eficiente y sostenible**, que permita que los edificios se adapten a las nuevas demandas demográficas del siglo XXI y a los actuales requisitos normativos para promover una mayor calidad de vida en ambientes interiores y exteriores de los entornos construidos (European Commission, 2017; Riera Pérez, Laprise, & Rey, 2018).

El crecimiento y la expansión de las ciudades a lo largo de la segunda mitad del siglo XX supuso el desarrollo de nuevas tipologías residenciales, en barrios de alta densidad urbana compuestos por edificios plurifamiliares que tenían un carácter principalmente funcional, con un gran número de viviendas que presentaban espacios reducidos y una gran compartimentación. Actualmente, estas viviendas permanecen habitadas sin cumplir con requisitos normativos actuales de habitabilidad, seguridad y confort (European Commission, 2018; Ruza et al., 2014; Santangelo & Tondelli, 2017). Así pues, **la evolución tipológica de la arquitectura residencial ha derivado a una actual obsolescencia en el parque residencial edificado y una necesidad progresiva de renovación arquitectónica** (Kovacic, Summer, & Achammer, 2015; Weinsziehr, Grossmann, Gröger, & Bruckner, 2017).

Políticas y estrategias urbanas europeas alertan sobre el creciente envejecimiento de los edificios residenciales, afirmando que más del 40% del tejido residencial existente en Europa supera los 50 años de antigüedad (Eurostats, 2017), y por consiguiente incumplen gran parte de los requisitos básicos establecidos en el siglo XXI. Además, de acuerdo a las previsiones demográficas, se cuantifica que el 75% de los edificios necesarios para el año 2050 ya están construidos en la Unión Europea (European Parliament, 2016). Hoy en día la mayoría de estos edificios residenciales **requieren acciones de rehabilitación, adaptación y adecuación a diferentes niveles de intensidad y en diferentes tipologías de actuación**, lo que justifica la demanda de una evaluación integral de los procedimientos efectivos de toma de decisiones en la renovación de edificios para lograr los objetivos principales de la regeneración urbana (Bolis, Morioka, & Sznalwar, 2017; International Energy Agency, 2017).

En España, el 60% de los 26 millones de viviendas fueron construidas con anterioridad a 1980, es decir, siete millones de viviendas tienen una antigüedad superior a 50 años (INE, 2013). Además, más del 90% de los edificios residenciales anteriores a 1980 **incumple algún criterio fundamental de habitabilidad, seguridad y accesibilidad establecido en la normativa actual** (Bosch, 2008a; Gobierno de España, 2007; WWF. Climate Strategy & Partners, 2012), de hecho el 55% de edificios de tres o más plantas carecen de ascensor (Ruiz, Hernández, & Carmen Hidalgo, 2011).

Otro de los retos mundiales más importantes del siglo XXI es el de **atender las consecuencias del envejecimiento demográfico**, especialmente acusado en Europa y en los principales países desarrollados del mundo, existiendo en los últimos años un crecimiento exponencial en el

número de personas mayores con la expectativa de que el 34% de la población mundial tenga más de 60 años para el año 2050 ("World Population Data," 2018). En España, los estudios demográficos prevén que en 2050 la población mayor de 65 años represente más de un tercio de la población, alrededor de 18 millones de personas, creciendo exponencialmente la proporción de personas de más de 80 años, sobre todo en mujeres. Además, la población mayor española, **en un 95%, manifiesta su preferencia a permanecer en el propio hogar durante la vejez** (Ceapat-Imsero, 2014; De-Vicente, Garcia, & Vicente, 2013).

En estas circunstancias, las políticas urbanas, sociales y de salud promueven el concepto de "**envejecer en casa**" o "**envejecimiento en el lugar**", que promueve una mayor calidad de vida de las personas en su entorno residencial habitual a través de propuestas de regeneración que adapten y mejoren las condiciones de vida interiores y exteriores (Bosch, 2008b; Gillear, Hyde, & Higgs, 2007; Mestheneos, 2011). El panorama ideal es que **el ocupante viva el mayor tiempo posible de forma autónoma, socialmente integrado, en su barrio y en su casa**, en el hábitat que ha forjado a lo largo de su vida y en el que ha disfrutado de sus experiencias (Figura 1) (Causapié, Balbontín, Porras, & Mateo, 2011).

Los principales problemas del tejido residencial existente, desde un diagnóstico técnico, se pueden estructurar en tres grupos bien diferenciados: **problemas de accesibilidad y movilidad; necesidades de regeneración del estado de conservación y rehabilitación energética;** y **las dificultades de accesibilidad económica de los promotores, propietarios y/o residentes** (Alonso, Consuegra, & Lucas, 2013; Caputo & Pasetti, 2015; Couch, Fraser, & Percy, 2008). Además, existe un problema generalizado de **salubridad en ambientes interiores de las viviendas**, con concentraciones de dióxido de carbono por encima de los niveles de salud recomendados y niveles permanentes de discomfort higrotérmico, fundamentalmente debido a una mala calidad de la envolvente térmica y a la deficiente ventilación, lo que complejiza aún más la renovación arquitectónica (Canha, Lage, Candeias, Alves, & Almeida, 2017).

Se parte que **la rehabilitación de los edificios residenciales es la solución más directa y optimizada para afrontar esta situación**, partiendo de la premisa de que con **unas simples intervenciones**, agrupadas en diferentes niveles de intensidad, **se puede conseguir una amplia mejora** en el modo de habitar, en la movilidad interior e incluso un mejor acondicionamiento y garantía del confort interior frente a las condiciones exteriores, consiguiendo a su vez un ahorro económico al reducir la demanda energética o la propia reducción de trastornos y afecciones a la salud (Femenías, Mjörnell, & Thuvander, 2018; Jefatura del Estado, 2013; Luxán, Sánchez-Guevara, Román, Barbero, & Gómez, 2017).



Figura 1: Personas mayores en entornos urbanos y residenciales construidos.

La investigación que presenta la tesis doctoral pretende responder a las políticas urbanas, sociales y económicas de regeneración urbana y envejecimiento desde la arquitectura, **generando herramientas y estrategias para el diagnóstico, la gestión integral y la toma de decisiones en la rehabilitación residencial a través de diferentes enfoques multidisciplinares**, partiendo de un **diagnóstico cualitativo y cuantitativo de la situación actual del parque residencial, enfocada y ajustada a cada barrio residencial, que permita promover actuaciones de rehabilitación efectivas y viables para cada contexto socioeconómico, y satisfactorias para los residentes y el conjunto de agentes implicados, especialmente en las personas mayores**, introduciendo mecanismos e implicaciones de gran utilidad para abordar los retos urbanos y sociales del siglo XXI.



Figura 2: Estrategias de rehabilitación residencial ante la convergencia de ambos procesos.

La tesis doctoral tiene su origen en la participación como investigador contratado en el Proyecto de Investigación titulado: “**(RE)Programa: (Re)habilitación+(Re)generación+(Re)programación**. El reciclaje y la gestión sostenible del parque edificado andaluz. Gestión de entornos habitables desde criterios de envejecimiento activo, género y habitabilidad urbana” (Barrios, González, Mariñas, & Molina, 2015), financiado por la Agencia de Obra pública de la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía con fondos FEDER y dirigido por la directora de tesis Ángela Barrios Padura, que contó con un presupuesto 362.860,40€, finalizando en junio de 2015. El proyecto buscaba diseñar herramientas de gestión y financiación para la regeneración, el reciclaje, la rehabilitación y la adecuación de edificios y entornos urbanos, habitados en un alto porcentaje por personas mayores o que en un futuro cercano llegarán a serlo. El planteamiento del proyecto, enfocado en aquellas personas mayores, con un nivel socioeconómico medio, que viven en barrios residenciales construidos en el siglo XX que requieren obras de adaptación, adecuación y rehabilitación ha servido para **sentar las bases de esta investigación y desarrollar nuevas estrategias y procedimientos desde una perspectiva multidisciplinar a través de diversos estudios** que mejoren el diseño, la ejecución de las obras y que permitan procesos efectivos de regeneración en los entornos residenciales construidos y un aumento en la calidad de vida de las personas que lo habitan.

El ámbito geográfico nacional definido en un origen de la investigación se ha extendido al ámbito internacional a lo largo del desarrollo de la tesis doctoral, desarrollando **nuevas experiencias y estudios en Portugal y Suecia**, países del sur y del norte de Europa, alcanzado un total de nueve meses en tres estancias internacionales de investigación, tanto en el Instituto Universitario de Lisboa (ISCTE) bajo la supervisión de Luisa Lima, Catedrática en el departamento de Psicología Social, con amplia experiencia investigadora en procesos de participación social y envejecimiento, como en dos ocasiones en la Universidad Tecnológica de Chalmers en Gotemburgo, bajo la supervisión de Liane Thuvander, Profesora Titular en el Departamento de Arquitectura e Ingeniería Civil, con múltiples estudios relativos a la rehabilitación residencial, los procesos de evaluación multicriterio y metodologías para la toma de decisiones.

2. ESTADO DEL ARTE

El arquitecto japonés Toyo Ito, uno de los arquitectos más innovadores e influyentes de las últimas décadas en la Arquitectura moderna, al recibir el premio Pritzker en 2013 afirmó en su discurso que en la actualidad se necesitan “*edificios en los que la gente se sienta cómoda y circule con libertad*”. Este testimonio consolida la tendencia en el siglo XXI de una creciente demanda de la arquitectura funcional, que establezca soluciones para mejorar el bienestar de las personas ante los fenómenos adversos (Burgess & Morrison, 2016; Gehl, 2013).

El diseño y la construcción de edificios residenciales, así como el proceso de regeneración y renovación de los ya existentes, deben considerar que el modo de habitar de las personas evoluciona con el paso del tiempo, siendo preciso tener en cuenta las necesidades y deseos de las personas, así como con las exigencias normativas en relación al programa del edificio, el diseño de sus espacios y la configuración de los sistemas constructivos (Álvarez et al., 2015).

Otras cuestiones que varían según cada contexto de aplicación, como el clima, las variables demográficas, las políticas residenciales, el modelo de familia, la tecnología, tienen una incidencia directa en el modo de habitar del ciudadano y han de considerarse en el diagnóstico de la situación actual a la hora de afrontar un proyecto de arquitectura (Kabisch & Grossmann, 2013; Kytä, Broberg, Haybatollahi, & Schmidt-Thomé, 2016).

El conocimiento de la realidad actual nos lleva a considerar un problema importante: los barrios residenciales que provocaron el crecimiento de las ciudades en el siglo XX están en un proceso continuo de deterioro y obsolescencia, y en la actualidad el sector de población mayor no dispone de un hábitat residencial adecuado a sus necesidades (del Barrio, Sancho, Herranz, & Díaz, 2012), siendo creciente el número de personas que diariamente se enfrentan a dificultades relevantes en los entornos residenciales donde desarrollan su día a día (Campo, Mingueza, & Hernandez, 2011; De-Vicente et al., 2013).



Figura 3: Barrios residenciales construidos en la segunda mitad del siglo XX.

2.1. TEJIDO URBANO Y PARQUE RESIDENCIAL

El crecimiento y la expansión de las ciudades europeas en la segunda mitad del siglo XX, principalmente debido al aumento de la población y el éxodo del campo a la ciudad, provocó la creación de nuevos barrios sociales con una gran densidad de viviendas que daban respuesta a la gran demanda residencial surgida (European Commission, 2017). El diseño de estos edificios plurifamiliares en este período de expansión se concibió como el resultado de una mera división de áreas según los diferentes usos de las habitaciones sin atender a las circunstancias sociales y económicas de cada entorno (Causapié et al., 2011; Sabater & Maldonado, 2014).

Estrategias políticas a nivel mundial, y especialmente a nivel europeo, identifican como uno de los desafíos urbanos más importantes del siglo XXI el de afrontar una regeneración sostenible de los entornos residenciales construidos a través de la renovación del parque edificado (European Commission, 2017). En la actualidad, el 40% de los edificios residenciales en la Unión Europea se construyeron antes de 1960, y casi el 84% del total superan los 20 años de antigüedad (Eurostats, 2017). Los informes europeos advierten sobre la obsolescencia y el deterioro de los edificios residenciales construidos en la segunda mitad del siglo XX, que han pasado a ser un gran número de barrios residenciales obsoletos que consumen energía de manera ineficiente e incumplen en gran parte de los requisitos mínimos de habitabilidad, seguridad, confort y energía establecidos normativas del siglo XXI (Aksoezen, Daniel, Hassler, & Kohler, 2015; Ferrante, 2014; United Nations, 2013).

El concepto de regeneración urbana va más allá del concepto de rehabilitación y comprende un sistema de cambios y transformaciones en ciudades actuales que permitan dar respuesta a la crisis funcional de la ciudad, donde entra en juego la obsolescencia creciente de su edificación y el riesgo de pobreza en la población (Fernández-Valderrama, Martín-Mariscal, & Ureta-Muñoz, 2017; Martín-Consuegra, Alonso, & Frutos, 2015). Estrategias políticas presentadas por la Unión Europea consideran fundamental llevar a cabo una regeneración urbana que considere las diferentes circunstancias socioeconómicas existentes en cada contexto de aplicación (European Commission, 2017, 2018; Guimarães, Nunes, Barreira, & Panagopoulos, 2016).

Varios estudios recientes han evaluado el proceso de regeneración urbana teniendo en cuenta las perspectivas reales de sus ocupantes y el impacto socioeconómico de diferentes estrategias de rehabilitación (Santangelo & Tondelli, 2017; Tadeu et al., 2016). Otros estudios, como el desarrollado por Singh et al. (2013), han generado nuevos protocolos de acción que incluyen demandas sociales de los residentes mediante encuestas participativas. Recientemente, Monzón y López-Mesa (2018) y Riera Pérez et al. (2018) han resaltado la necesidad de implementar herramientas o métodos que introduzcan indicadores multidisciplinares para respaldar el proceso de toma de decisiones en la renovación de edificios.

En España, el 60% de los 26 millones de viviendas existentes en España fueron construidas con anterioridad a 1980, estimándose que, en la actualidad, más de siete millones superan los 50 años de antigüedad (Figura 4) (Cuchí & Sweatman, 2013; De-Luxán & Gómez, 2012; INE, 2013). De hecho, entre los años 1960 y 1980 se construyó el gran grueso del último siglo, siendo anterior a las normativas de confort térmico y la colocación de materiales con propiedades aislantes en la envolvente térmica del edificio (Presidencia del Gobierno, 1979), y hoy día estos edificios representan más de un tercio del actual del tejido residencial en España (INE, 2013). En este sentido, más del 90% de los edificios residenciales anteriores a 1980 incumple algún criterio fundamental de habitabilidad, confort y seguridad establecido en la normativa actual.

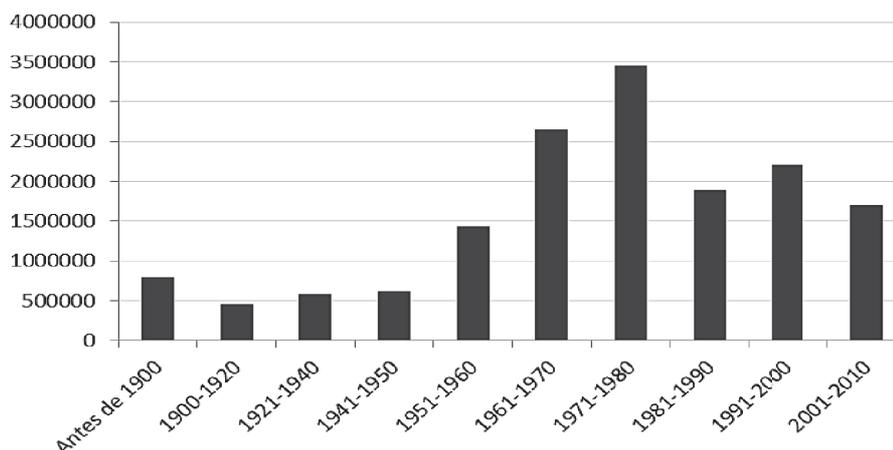


Figura 4: Evolución de la construcción de viviendas en España en el siglo XX. (De-Luxán & Gómez, 2012; INE, 2013).

Analizando el conjunto de políticas y estrategias nacionales de actuación, el marco socioeconómico actual y los retos medioambientales, actualmente se prioriza la rehabilitación frente a la demolición y obra nueva como vía más adecuada para afrontar los cambios residenciales y otorgar a las viviendas de unas condiciones dignas y adecuadas (Cuchí & Sweatman, 2013; Luxán et al., 2017). Además, cada vez se promueve aún más el concepto de rehabilitación parcial, posibilitando el desarrollo de operaciones puntuales que posibiliten la mejora o ajuste puntual en aquellas ocasiones de mayor necesidad (Fernández-Valderrama, Frutos-Lozano, Prieto-Peinado, Ureta, & Rovira, 2011).

En España, el principal impulso a la rehabilitación a nivel legislativo se dio con la creación de la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas (Jefatura del Estado, 2013), que pretende la optimización de la rehabilitación del tejido residencial y muestra intención de considerar los aspectos sociales y económicos de los usuarios en el diseño y desarrollo de las intervenciones, aunque no realiza una profunda valoración de factores sociales o económicos influyentes como la edad, la economía, la predisposición o el impacto generado durante el proceso constructivo.

Uno de los aspectos que más influyen en las condiciones de vida de los residentes y que más carencias presentan en el tejido residencial existente es la accesibilidad en los edificios residenciales. Estudios recientes demuestran que en un 60% de los hogares españoles ha ocurrido un accidente durante el último año, siendo de ellos un 80% de caídas por incumplimiento de los requisitos mínimos de movilidad, influyendo considerablemente la edad y las limitaciones físicas de sus ocupantes (Arbizzani, Civiero, & Mangiatordi, 2018; Campo & Minguez, 2012). Además, diversas organizaciones e informes aseguran que, en la actualidad, en torno al 50% de los edificios existentes de tres o más plantas destinados a viviendas carecen de ascensor (Defensor del pueblo andaluz, 2010; Frías, Queipo, & García, 2013; INE, 2013). Según la guía informativa “Obras y adaptaciones de accesibilidad en comunidades de propietarios”, editada por el CERMI (Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad) (Cermi, 2011), la accesibilidad es una obligación de las comunidades de propietarios por medio de las obras, instalaciones o reformas que resulten necesarias para poder garantizarla a todos los ciudadanos, especialmente a aquellos que superen los 60 años de edad.

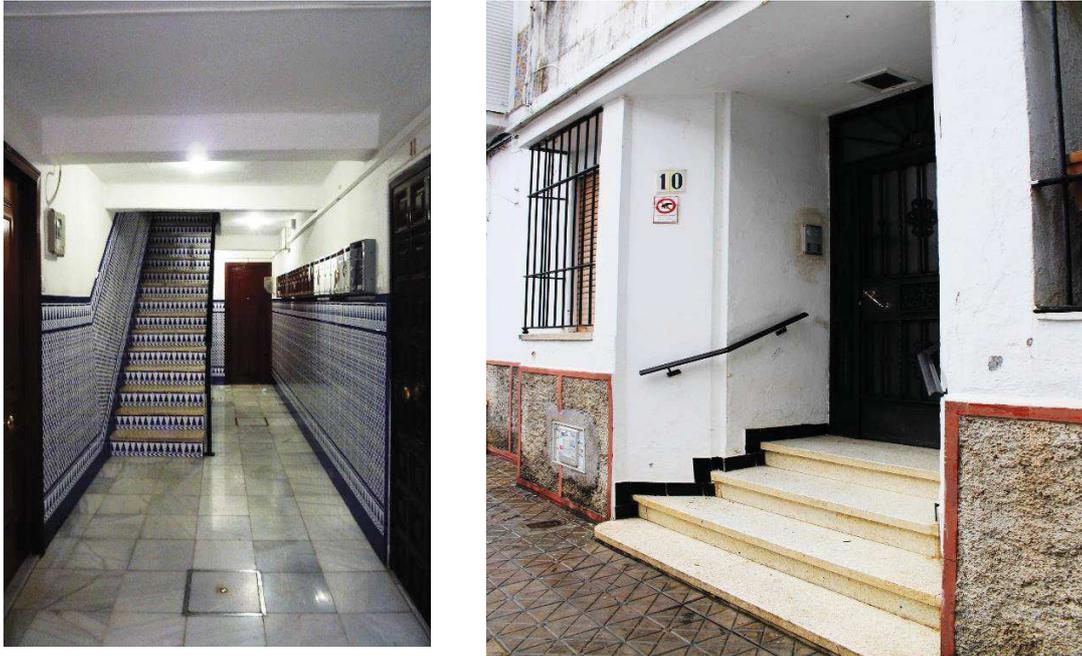


Figura 5: Carencias básicas en la accesibilidad de edificios residenciales plurifamiliares.

2.2. SITUACIÓN DEMOGRÁFICA

Otro de los principales desafíos globales del siglo XXI definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es abordar, de manera eficiente y sostenible, las nuevas demandas sociales y económicas que surgen del envejecimiento de la población mundial. Estrategias políticas han incorporado en sus desafíos el concepto de envejecimiento activo (“active ageing” o “active aging”), definido por la OMS como *“el proceso de optimización de las oportunidades de salud, participación y seguridad con el fin de mejorar la calidad de vida a medida que las personas que envejecen”*, que permita a las personas *“realizar su potencial de bienestar físico, social y mental a lo largo de todo su ciclo vital y participar en la sociedad de acuerdo con sus necesidades, deseo y capacidades, mientras les proporciona protección, seguridad y cuidados adecuados cuando se necesitan asistencia”* (Causapié et al., 2011). Así pues, a lo largo del siglo XXI surge la necesidad promover un envejecimiento activo desde la arquitectura, junto con todas las disciplinas que influyen en la gestión integral de los entornos residenciales construidos (Vázquez & Salazar-Martínez, 2010).

Este desafío debe tener en cuenta que, para 2050, el número de personas mayores de 65 años en todo el mundo será cuatro veces mayor que el número actual (World Health Organization, 2015). Además, según la Unión Europea (European Union (UE), 2015), el envejecimiento de la población es mucho más pronunciado en Europa, donde la edad promedio de la población es de 42 años, siendo la más alta del mundo y en donde el número de personas mayores de 65 años se ha duplicado en los últimos 30 años, esperándose que, para 2050, el porcentaje de personas mayores supere el 30% de la población total en Europa (Zaidi et al., 2017).

Prácticamente todos los países europeos están experimentando un envejecimiento progresivo en su población, si bien algunos están haciéndolo más rápido que otros. Países como Italia, Alemania, Grecia, Portugal o Suecia se sitúan en la cabeza de la lista de países con mayor proporción de personas mayores de 65 años, superando o rondando el 20% de la población (Figura 4). En el caso de España, el porcentaje de población mayor está por debajo de la media

Europea, con una situación intermedia, pero con una previsión mucho más alarmante que en el resto, pues existe un gran grueso de su población en edades inmediatamente inferiores a 65 años, por lo que el proceso de envejecimiento que sufre en la actualidad ha empezado a manifestarse mucho más tarde que en otros países europeos (European Union (UE), 2015). Puede afirmarse que existen dos tendencias diferentes de envejecimiento en los países europeos, aquellos que poseen una previsión de aumento en su población total y por tanto el porcentaje de población mayor será equilibrado y países en declive demográfico, donde sí se verá un incremento extremado del envejecimiento (García & Rodríguez, 2015).

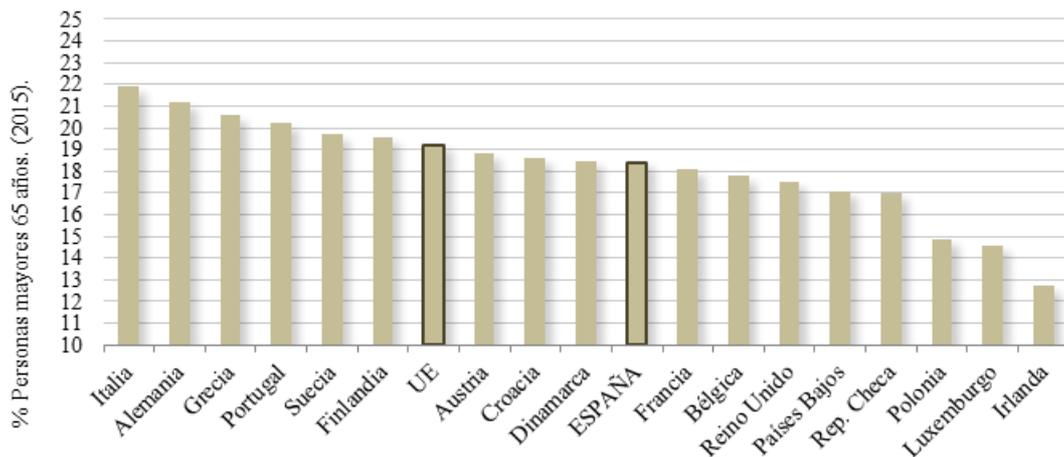


Figura 6: Proporción de población mayor en Europa (European Union (UE), 2015; García & Rodríguez, 2015).

Según los últimos datos obtenidos en España de 2018, la población total supera la cifra de 46 millones de personas, de las que casi 9 millones son personas mayores de 65 años, lo que supone una proporción del 19,1% sobre el total. Según la proyección establecida del Instituto Nacional de Estadística, entre el año 2050 y 2060 podrían alcanzarse los 14 millones de personas mayores de 65 años en España, lo que representaría un 30% del total (Abellán et al., 2019). Se evidencia un ascenso continuo en la proporción de mayores en nuestra población, y se asegura que será aún mayor en los próximos años si observamos la evolución prevista y la inversión natural de la pirámide poblacional española (Figura 5) (Instituto Nacional de Estadística, 2013).

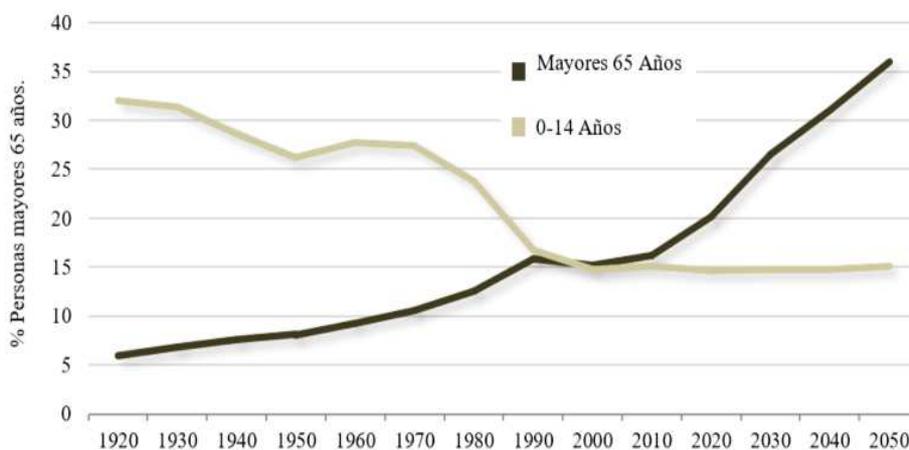


Figura 7: Inversión de la tendencia demográfica y previsión a medio plazo (Abellán et al., 2019; INE, 2013).

La obsolescencia del parque residencial edificado está vinculada al envejecimiento de la población, como un proceso paralelo y en progresivo aumento, donde paradójicamente son principalmente las personas mayores las que pasan gran parte de su tiempo diario en viviendas más antiguas y deficientes, incluso sin algunos servicios básicos (Vauclair, Lima, Abrams, Swift, & Bratt, 2016; Vázquez & Salazar-Martínez, 2010). Los beneficios obtenidos al renovar y adaptar edificios residenciales a los requisitos normativos actuales están destinados a todos los grupos de la población, sin embargo, las personas mayores adquieren mayor relevancia por su vulnerabilidad física y el beneficio e impacto social generado al abordar las acciones de renovación (Fernández-Portero, Alarcón, & Barrios-Padura, 2017; Kovacic et al., 2015). En este sentido, el "Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud" de la OMS publicado en 2015, insta a los gobiernos a formular políticas que apoyen las reformas en las viviendas, y el acceso a sistemas de apoyo para el diseño y la selección de acciones (World Health Organization, 2015).

La renovación del parque de viviendas es también un reto para los agentes sociales. Las políticas sociales europeas promueven "Envejecer en casa" o el "Envejecimiento en el lugar" (European Commission, 2012; Mestheneos, 2011), para garantizar la calidad de vida de las personas mayores en sus entornos residenciales habituales, por lo que es necesario generar procedimientos eficaces y mecanismos optimizados en la regeneración urbana para apoyar las acciones de rehabilitación, con beneficios sociales y económicamente viables, permitiendo entornos urbanos amigables con la edad, conceptualmente conocido como "age-friendly environments" (Ruza et al., 2014; Sixsmith & Sixsmith, 2008; Van Dijk, Cramm, Van Exel, & Nieboer, 2015).

En España, estudios realizados demuestran que el entorno residencial no es adecuado a las características físicas del individuo ni a sus limitaciones en la medida que este envejece, dado el alto número de caídas y accidentes que se registran anualmente (Álvarez et al., 2015; De-Vicente et al., 2013). Sin embargo, más del 90% de las personas mayores encuestadas en algunos estudios afirman que desearían vivir en sus hogares de toda la vida en lugar de mudarse a residencias tuteladas a otra tipología residencial (Pujol, Abellán, Pérez, & Ramiro, 2014). Estos datos demuestran una gran voluntad de las personas mayores a permanecer en sus viviendas, pero son distintas las formas de vivir y de opinar, incluso las distintas formas de envejecer, lo que complejiza aún más el estudio de las personas mayores en la concepción de su vivienda y su entorno habitable, y más aún en cuanto a sus preferencias y opiniones en el proceso de rehabilitación residencial (Arbizzani & Mangiatordi, 2018; Gilleard et al., 2007).



Figura 8: Entornos urbanos de barrios residenciales utilizados por personas mayores.

Para el sector de la arquitectura y la construcción surge un importante desafío de desarrollar nuevos mecanismos y protocolos para seleccionar medidas de rehabilitación que promuevan “envejecer en casa” o el "envejecimiento en el lugar" y evaluar el impacto y los beneficios introducidos, así como abordar el proceso de renovación en barrios residenciales utilizando aproximaciones multidisciplinares (Green, Mora, Figueroa, Waintrub, & Ortúzar, 2017). Además, con un amplio conocimiento técnico de la arquitectura y los procesos de construcción, es necesario incluir metodologías de participación ciudadana, a través de encuestas o entrevistas, que permitan tener en cuenta variables psicosociales relativas al proceso de rehabilitación residencial, así como consideraciones económicas que permitan valorar la viabilidad de las propuestas (Kabisch & Grossmann, 2013).

Aunque las políticas medioambientales han contribuido en gran medida a promover la renovación energética de los edificios residenciales, sigue existiendo la necesidad de promover un tipo de rehabilitación que mejore los entornos residenciales y satisfagan las necesidades de habitabilidad, seguridad y accesibilidad específicas de las personas mayores y garantizar así el concepto del “envejecimiento en el lugar” (Ibarloza, Malles, Ibarloza, & Heras-Saizarbitoria, 2018; Kovacic et al., 2015; Stieß & Dunkelberg, 2013). Este tipo de rehabilitación residencial, complementario a la rehabilitación energética, juega un papel importante en la mejora de la calidad de vida de las personas mayores y por tanto resulta necesario promover mecanismos de análisis y estrategias de acción que mejoren su bienestar en los entornos residenciales existentes (Boyle & Thomson, 2016; Roders & Straub, 2015; Van Steenwinkel, Dierckx de Casterlé, & Heylighen, 2017).

Por último, hay que tener en cuenta que las dificultades de financiación de las obras de rehabilitación en edificios de viviendas ocupadas por personas mayores son muy elevadas, pues se trata de un sector social que generalmente percibe una pensión mínima, que les limita a llevar un ritmo de vida sin excesos económicos y que incluso dificulta acometer simples labores de mantenimiento, lo que favorecen el deterioro progresivo de los inmuebles y sus entornos (Martínez & Mateo, 2008; Zapata, 2012). Es necesario desarrollar mecanismos de ajuste al nivel económico de cada población en las estrategias de acción a llevar a cabo en la rehabilitación residencial, promoviendo actuaciones parciales que suponga un gran beneficio y sean favorables dentro de los márgenes de accesibilidad económica que presente la población (Alonso et al., 2013; International Energy Agency, 2017; Vilches, Barrios Padura, & Molina Huelva, 2017).

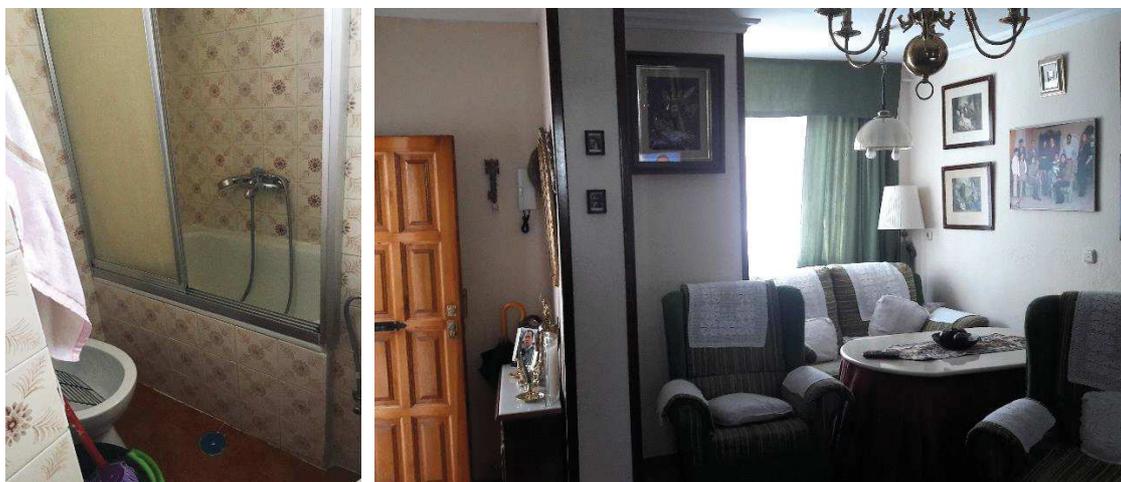


Figura 9: Espacios reducidos donde residen las personas mayores.

2.3. GESTIÓN INTEGRAL Y TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIO EN LA REHABILITACIÓN

Existe una línea de investigación emergente que, siguiendo el reto de promover una regeneración urbana sostenible, se centra en desarrollar procedimientos que ayuden a mejorar el diagnóstico, la evaluación y el apoyo a la toma de decisiones en la rehabilitación de edificios (Pombo, Rivela, & Neila, 2016). Las aportaciones de estas investigaciones permiten llevar a cabo, según diferentes enfoques multidisciplinares y desde una perspectiva integral, soluciones eficientes y exitosas en la renovación de edificios residenciales que tengan en cuenta los diferentes factores de influencia (Kumar, Ramkumar, & Samanta, 2018; Liang, Peng, & Shen, 2016).

Estudios recientes han afirmado que la renovación efectiva de viviendas debe tener un enfoque multidisciplinar que incluya las percepciones de todas las partes interesadas, principalmente al incluir parámetros sociales y económicos en aquellos aspectos técnicos y ambientales de la rehabilitación que son generalmente considerados (Palermo, Walsh, Dawson, Fichera, & Inturri, 2018). Liu et al. (2018) introdujo un método de coste-beneficio que incluía factores socioeconómicos relevantes sobre la viabilidad y la aceptación de los ocupantes para valorar la idoneidad de diferentes propuestas de rehabilitación energética. Mangold et al. (2016) argumentan que una renovación profunda en edificios del parque edificado podría llevar a implicaciones sociales negativas, especialmente para aquellos grupos con vulnerabilidad socioeconómica, que podrían no ser capaces de sufragar las inversiones o el aumento de las rentas y, en cambio, proponen una alternativa basada en la elección de niveles de acción que se ajusten a cada contexto (Lorenzo et al., 2016). Otros estudios destacan la importancia de atender las demandas de los residentes, así como la importancia de tener un buen proceso de comunicación entre el propietario, promotores y los residentes, para reconocer las preocupaciones e incertidumbres económicas y sociales derivadas del proceso de rehabilitación (Ástmarsson, Jensen, & Maslesa, 2013; Bethelmy & Corraliza, 2019; Femenias et al., 2019). Finalmente, existen investigaciones que se centran en valorar el impacto o efectos visuales que pueden tener los trabajos de renovación en edificios originales con un valor patrimonial en su envolvente, a modo de incluir el diagnóstico patrimonial y cultural en la valoración de las propuestas de actuación (Polo López & Frontini, 2014).

La mayoría de los edificios residenciales requieren acciones de renovación que contemplen la opción de llevar a cabo diferentes niveles de intensidad, lo que justifica la demanda de una evaluación integral de los procedimientos efectivos de toma de decisiones en la renovación de edificios para lograr los objetivos principales de la regeneración urbana (International Energy Agency, 2017). En ausencia de directivas oficiales específicamente centradas en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en la rehabilitación, durante los últimos años se pueden encontrar importantes variaciones en las investigaciones desarrolladas (Bolis et al., 2017; Camporeale, Mercader Moyano, & Czajkowski, 2017).

Jensen y Maslesa (2015) incorporaron la herramienta de toma de decisiones RENO-VALUE para evaluar el desempeño económico y ambiental de las propuestas de rehabilitación considerando los intereses de los promotores de las obras de rehabilitación mediante el uso de datos socioeconómicos reales y entrevistas personalizadas con los agentes intervinientes. Alberg Mosgaard et al. (2016) analizaron la influencia de los promotores y los agentes intervinientes en las obras los proyectos de rehabilitación utilizando tres escenarios diferentes para identificar y seleccionar la ideología que supone la intervención más exitosa. Además, la inclusión de métodos de evaluación de criterios múltiples en las etapas tempranas del diseño de la

rehabilitación puede ser beneficiosa para los promotores y los propietarios de las viviendas, ya que los procedimientos evalúan y combinan diferentes parámetros para cada propuesta de renovación considerando diferentes disciplinas seleccionadas según sus intereses (Perera, Hewage, Alam, Mèrida, & Sadiq, 2018). Invidiata et al. (2018) propuso un método de toma de decisiones de criterios múltiples que combina el confort térmico, variables climáticas y un análisis del ciclo de vida para ayudar a seleccionar las mejores estrategias de actuación en la rehabilitación de edificios. Finalmente, Riera Pérez et al. (2018) desarrolló una evaluación de la sostenibilidad y una comparación de criterios múltiples según tres escenarios basados en objetivos medioambientales para los vecindarios existentes.

Sin embargo, aunque todos estos estudios han generado avances importantes en ciertos aspectos para la toma de decisiones en la renovación de edificios, la mayoría de los modelos no tienen en cuenta el impacto de la rehabilitación en los residentes durante las obras y el beneficio alcanzado tras las mismas, así como otros parámetros adicionales relacionados con los trabajos de renovación, como la duración de los trabajos, la escala de las intervenciones, la complejidad técnica, la posible reubicación de residentes, el ruido y las molestias generadas u otras inquietudes sociales relacionadas con las obras, como el impacto económico de la inversión o el impacto visual de la actuación (Ástmarsson et al., 2013; Caputo & Pasetti, 2015; Stieß & Dunkelberg, 2013). De hecho, Nielsen et al. (2016) revisó numerosas estrategias de apoyo a la toma de decisiones para la rehabilitación y concluyó en la necesidad crear nuevos métodos flexibles que ayuden a los propietarios de edificios, con una evaluación más amplia, para priorizar las propuestas a llevar a cabo. Por lo tanto, existe una brecha de conocimiento general sobre cómo incluir el impacto o beneficio de los parámetros sociales, técnicos y económicos relacionados con el proceso de rehabilitación residencial, así como de dar respuesta a cómo medir y evaluar esos parámetros, a través de una evaluación de criterios múltiples en los residentes y en otros agentes intervinientes, ya sean promotores privados o entidades públicas.

2.4. LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y EL COMPORTAMIENTO DEL OCUPANTE

El sector de la edificación es responsable del 36% del consumo de energía final global y más del 55% de la demanda de electricidad (International Energy Agency, 2013, 2017). En la Unión Europea, este sector es responsable de aproximadamente el 40% del consumo de energía y el 36% de las emisiones de CO₂ (European Commission, 2014, 2018), de los cuales el 70% corresponde a calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, cuya fuente energética está basada principalmente en combustibles fósiles (European Commission, 2016). De hecho, informes oficiales europeos consideran que en torno al 75% de los edificios existentes en Europa son energéticamente ineficientes (European Commission, 2015), lo que demuestra que la renovación energética de los edificios existentes tiene un enorme potencial para generar importantes ahorros energéticos (Arumägi, Simson, Kuusk, & Kalamees, 2017).

La Directiva Europea sobre el Comportamiento Energético en los Edificios (EPBD) (European Commission, 2018) subraya la necesidad de implementar nuevos métodos y protocolos para los procesos de rehabilitación energética en el parque edificado, asegurando operaciones viables y eficientes para lograr objetivos ambientales, así como para mejorar el calidad de vida de los ciudadanos. Además, la EPBD considera que la financiación a través de los ahorros energéticos en la factura energética es la principal opción para financiar el proceso de rehabilitación, por lo que resulta esencial considerar la actitud de consumo de energía de los usuarios, en cada contexto socioeconómico, para lograr intervenciones sostenibles y eficientes (Heiskanen, Johnson, & Vadovics, 2013).

Sin embargo, hoy día la mayoría de los procedimientos oficiales de certificación energética se basan en condiciones de operación y uso estandarizados, junto con perfiles de ocupación y otros valores predeterminados que generan discrepancias entre la simulación y el uso real de la energía a través de facturas (Lizana, Serrano-Jimenez, Ortiz, Becerra, & Chacartegui, 2018). De este modo, estos resultados distorsionan el propósito de informar sobre el potencial real del ahorro energético en actuaciones de rehabilitación, por lo que uno de los principales desafíos en la rehabilitación energética se basa en cómo ajustar a valores más realistas de ahorro energético en la rehabilitación (Diulio, Mercader-Moyano, & Gómez, 2019; Wallis, Nachreiner, & Matthies, 2016).

Según Hong et al. (2016), el comportamiento de los ocupantes influye en gran medida en el consumo real mediante el uso de la configuración del termostato, la apertura o el cierre de ventanas, el uso de sistemas de aire acondicionado, luces y el modo de espera de los aparatos, entre otros. Stieß y Dunkelberg (2013) desarrollaron un estudio empírico con más de 1000 propietarios de viviendas en Alemania que demostró la importancia del conocimiento energético de los usuarios a la hora de seleccionar aquellas medidas de rehabilitación energética más optimizada. Li et al. (2018) identificaron la influencia de diferentes tipos de usuarios finales en el éxito final de las intervenciones, demostrando la utilidad de procedimientos participativos de decisión o evaluación que involucraran a los residentes en las propuestas. Finalmente, Perera et al. (2018) afirmaron que incluir una evaluación socioeconómica previa del entorno es crucial para identificar las intervenciones más óptimas en la rehabilitación energética de los edificios, según los diferentes perfiles de consumo y a través de herramientas de toma de decisiones de criterios múltiples.

Además, la situación económica actual, con una reciente y profunda crisis financiera y el envejecimiento de la población, exige nuevos modelos de intervenciones viables que promuevan una regeneración eficiente del parque residencial en las ciudades europeas, considerando las condiciones mínimas de confort establecidas en las políticas europeas y satisfaciendo las demandas de ciudadanos (IEA, 2013a; Sovacool et al., 2015). En este sentido, ciertos estudios destacan el importante papel de los países y regiones para llevar a cabo procesos exitosos de restauración en cada entorno, como los que desarrollaron Caputo y Pasetti (2015), sugiriendo cómo superar las restricciones locales en los pequeños y medianos municipios italianos, Roders y Straub (2015), que proponen estrategias de implementación específicas en viviendas sociales de los Países Bajos, o Aste et al. (2016), estudiando el proceso de inversión de la modernización eficiente de la energía en edificios de la región de Lombardía, en Italia.

En España, la legislación actual fomenta la eficiencia energética en los edificios a través de diversas leyes y regulaciones oficiales, pero es necesaria una mayor coordinación entre la administración y el contexto legal en el que se encuentran los edificios, tal y como lo advirtieron Cuchí y Sweatman (2014). En este sentido, la ya citada ley española 8/2013 sobre "Rehabilitación, regeneración y renovación urbana en España" (Jefatura del Estado, 2013), busca promover el proceso de rehabilitación residencial eliminando algunas dificultades existentes en los requisitos actuales de la legislación y considerando aspectos ambientales, sociales y económicos. Además, para respaldar esta ley, en 2014 el gobierno español introdujo la "Estrategia a largo plazo para la modernización de la energía en el sector de la construcción en España" (Ministerio de Fomento, 2014) y en Andalucía se ha publicado la "Estrategia Energética de Andalucía 2014-2020" (Consejería de Empleo Empresa y Comercio, 2015), que sigue la hoja de ruta de las políticas europeas, pero sin tener en cuenta suficientemente la situación socioeconómica existente en la región y las particularidades climáticas de la zona. Por tanto,

esta investigación considera que, para encontrar soluciones optimizadas y eficientes en la rehabilitación energética del parque residencial, es necesario desarrollar nuevas estrategias viables e incluir objetivos técnicos, sociales y económicos en el proceso para garantizar una viabilidad integral (Baglivo, Congedo, D'Agostino, & Zacà, 2015; Barrios-Padura et al., 2015).

Así pues, uno de los principales beneficios de la rehabilitación residencial del parque edificado se fundamenta en seguir las estrategias marcadas por el sector energético, cuyos objetivos a corto, medio y largo plazo pasan por una regeneración sostenible y eficaz de las ciudades y una mejora de la eficiencia energética en los edificios existentes (European Commission, 2010, 2017; Tadeu et al., 2016). La rehabilitación energética resulta de interés en el marco de la investigación en el modo de ver la viabilidad técnica, social y económica de las actuaciones teniendo en cuenta el comportamiento y las percepciones de los usuarios, algo generalmente no tenido en cuenta en las políticas energéticas europeas, y también para generar nuevas estrategias viables para la rehabilitación energética teniendo en cuenta los posibles condicionantes socioeconómicos propios del clima Mediterráneo (Lopes, Antunes, Reis, & Martins, 2016; Santangelo & Tondelli, 2017; Zacà, D'Agostino, Congedo, & Baglivo, 2015).



Figura 10: Envoltante característica del tejido residencial y variación de uso según los ocupantes.

2.5. LA SITUACIÓN ANDALUZA EN RELACIÓN AL ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Este apartado presenta su contenido a través de la primera comunicación realizada a un Congreso Internacional, dentro del marco de trabajo de la tesis doctoral, cuyo documento final aceptado y publicado se presenta en el **Anexo 9.1.** que fue presentado en el Congreso “**Obsolescence and Renovation – 20th Century Housing in the New Millennium**”, celebrado en Sevilla el 14 y 15 de diciembre de 2015 y organizado por la “Architecture-Media-Politics-Society” (AMPS) y la Universidad de Sevilla (<http://architecturemps.com/seville/>).

Esta comunicación fue titulada “**The status of the Andalusian residential building stock with the new requirements arising from the aging of population**” y presenta un primer estado del arte, específicamente enfocado en la situación existente en la región andaluza, así como los primeros avances en metodología y objetivos desarrollados en la tesis doctoral. La investigación presenta un plan de trabajo que permite desarrollar nuevas soluciones integradas de rehabilitación que se adapten a las circunstancias derivadas del envejecimiento poblacional en entornos residenciales y urbanos obsoletos. Además, esta ponencia presenta el origen de la tesis doctoral a través de la participación como contratado en el proyecto de investigación “{Re}Programa: (Re) habilitación + (Re) generación + (Re) programación”.

El manuscrito incluye también los primeros avances del plan de investigación, con una metodología específica basada en nuevas fichas específicas de inspección y diagnóstico de las condiciones de accesibilidad y el estado de conservación de la edificación, así como la necesidad de desarrollar un índice de efectividad que valore la eficacia en la rehabilitación arquitectónica

La ponencia fue llevada a cabo el día 15 de diciembre de 2015 (Figura 11), y la redacción y publicación de la comunicación fue desarrollado posteriormente al Congreso, permaneciendo la publicación de libre acceso online en el siguiente enlace web: http://architecturemps.com/wp-content/uploads/2016/04/SERRANO-JIM%3%89NEZ-A-BARRIOS-PADURA-A-MOLINA-HUELVA-M_-THE-STATUS-OF-THE-ANDALUSIAN-RESIDENTIAL-BUILDING-STOCK.pdf

Al ser un documento perteneciente al estado del arte, sin una aportación propia aún de la investigación, se ha decidido emplazar en el primer anexo, **Anexo 9.1.**, en lugar de en el bloque de resultados o en este mismo bloque, para no interrumpir el hilo general del documento de tesis.

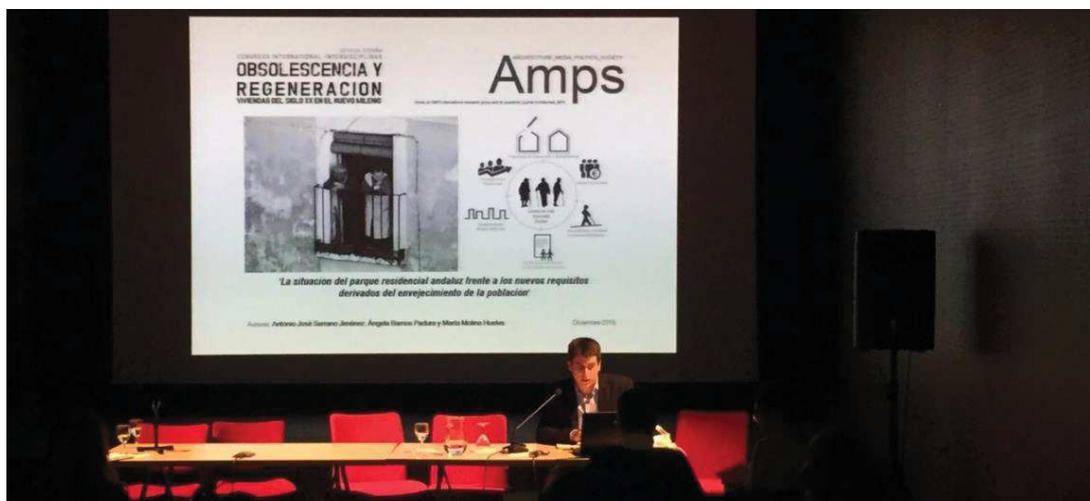


Figura 11: Comunicación en el congreso “Obsolescence and Renovation AMPS”.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

3.1. OBJETIVOS

Tras definir la situación sobre el progresivo deterioro y la obsolescencia en entornos residenciales construidos y el continuo envejecimiento de la población, y presentar el estado del conocimiento sobre los principales avances científicos en materia de rehabilitación residencial y envejecimiento demográfico, se relacionan a continuación los principales objetivos establecidos para ofrecer soluciones y avances, desde la arquitectura, a la situación planteada en la investigación (Figura 12).



Figura 12: Esquema gráfico sobre condicionantes e intenciones de la investigación.

El objetivo principal de la tesis doctoral es el de contribuir a la eficiencia de los procesos de regeneración urbana mediante el diseño de herramientas y estrategias para el diagnóstico, la gestión integral y la toma de decisiones en la rehabilitación residencial a través de diferentes enfoques multidisciplinares. La investigación pretende establecer las bases para el desarrollo de operaciones de rehabilitación adecuadas a cada contexto socioeconómico, y satisfactorias para los residentes y el conjunto de agentes implicados, especialmente las personas mayores.

Este objetivo da respuesta a diversos retos planteados durante el siglo XXI, como el de regenerar el tejido residencial existente en las ciudades o el de favorecer el concepto de “envejecer en casa”, a través de políticas, leyes y estrategias de acción, desde diferentes escalas, de lo local a lo global, así como profundizar y dar respuesta a nuevas líneas emergentes de investigación.

La investigación requiere el diseño de herramientas específicas y de avances metodológicos para una adecuada evaluación y toma de decisiones en la rehabilitación residencial, que considere las diferentes circunstancias arquitectónicas que pueden darse en cada entorno urbano, la distribución demográfica, las demandas específicas surgidas desde diversas disciplinas y el tipo de acciones requeridas para cada caso.

Los objetivos específicos de la investigación son:

- **Diagnosticar el estado de conservación y las condiciones de accesibilidad, movilidad, confort y comportamiento energético en entornos residenciales existentes con el diseño nuevas herramientas de inspección y evaluación específicas para la rehabilitación.** Estructurar el contenido según datos generales de la edificación, el diseño de sus espacios, la composición constructiva, el estado de conservación y la valoración de las condiciones de habitabilidad y confort diferenciando tres escalas: entorno urbano inmediato, el edificio y sus zonas comunes, y el interior de las viviendas.
- **Identificar y evaluar los factores de influencia en la rehabilitación residencial a través de variables cuantitativas y cualitativas.** Estructurar las variables y disciplinas que estén ligadas al diseño previo de las actuaciones, al desarrollo de las obras, al impacto y el beneficio generados tras la rehabilitación o a la viabilidad económica del proceso.
- **Integrar la multidisciplinariedad en los estudios arquitectónicos sobre rehabilitación residencial.** Integrar disciplinas como la Psicología Ambiental, la Economía, o la Sociología que permitan enriquecer el análisis del proceso constructivo, y evaluar impactos y beneficios de forma holística. Desarrollar experiencias investigadoras interdisciplinares para una adecuada diagnosis y evaluación de las diferentes alternativas de rehabilitación residencial.
- **Fomentar la participación de los residentes en el diagnóstico y la toma de decisiones en las propuestas de rehabilitación residencial mediante el uso de encuestas.** Esta herramienta de participación, específicamente diseñada para su aplicación en las fases iniciales de la rehabilitación residencial, permitirá conocer el nivel de satisfacción y apego de los residentes, las principales necesidades y las preferencias en relación a las obras a ejecutar.
- **Diseñar sistemas de evaluación multicriterio y métodos de apoyo a la toma de decisiones de intervenciones que tengan en cuenta las circunstancias socioeconómicas y los agentes implicados en cada situación.** Establecer una ponderación adecuada del conjunto de factores influyentes, clasificar los resultados según distintos enfoques y disciplinas y recurrir a análisis de sensibilidad que permitan elegir la propuesta o estrategia de actuación más adecuada. Impulsar estudios que analicen la viabilidad integral de ciertas estrategias particulares como la reubicación o permanencia de los residentes durante las obras o diferentes niveles de intensidad según el impacto generado y el beneficio obtenido.
- **Promover la gestión integral y la toma de decisiones en la rehabilitación energética teniendo en cuenta el comportamiento de los ocupantes.** Desarrollar estudios que permitan diseñar mecanismos de evaluación de la rentabilidad de diferentes medidas de eficiencia energética teniendo en cuenta los diferentes escenarios de consumo real de sus ocupantes y la esperanza de vida de las personas mayores para cuantificar los periodos de amortización. También se pretende desarrollar una nueva estrategia basada en niveles de intervención, con una evaluación multicriterio de paquetes de medidas en la rehabilitación energética.
- **Identificar particularidades de otros países del sur y el norte de Europa en el desarrollo y los avances de la investigación.** Incorporar a la investigación las singularidades de políticas y planes de vivienda de otros países europeos, a través del desarrollo de estancias de investigación con investigadores de referencia en el ámbito europeo.

3.1. OBJECTIVES

Since the progressive deterioration and obsolescence in the residential built environment and the ageing of the population have been defined, and the main scientific advances in the field of housing renovation and demographic trends have been presented, then the main objectives in offering architectural solutions to the building renovation and urban regeneration problems can be outlined (Figure 12).



Figure 12: Graphic outline of determinants and aims of the research.

The main objective of this research is to contribute towards the efficiency of urban regeneration processes through the design of tools and strategies for diagnosis, comprehensive management, and decision-making in housing renovation through various multidisciplinary approaches. The research aims to establish the basis for the selection of appropriate retrofitting actions, in each socio-economic context, that are satisfactory for the residents and the group of agents involved, especially the elderly.

Not only does this objective respond to various challenges established throughout the 21st century, such as the regeneration of the existing housing stock and the promotion of the concept of "ageing in place", through diverse policies, laws, and strategies of action, on a range of scales, from the local to the global, but it also responds to the new gaps emerging in research.

This research requires the design of specific tools and methods for suitable assessment and decision-making in housing renovation, while considering the various architectural circumstances that can arise in each urban environment, the demographic distribution, the specific demands arising from various disciplines, and the type of actions required for each neighbourhood.

The specific objectives of the research seek to:

- **Diagnose the conservation status and the conditions of accessibility, mobility, comfort and energy performance in existing residential environments by designing new inspection and evaluation tools specifically adapted to building renovation.** Structure the content according to the general data of the building, the design of the spaces, the constructive composition, the conservation status, and the assessment of the conditions of habitability and comfort in accordance with three scales: immediate urban environment, the building envelope and its common areas, and the interior of the apartments.
- **Identify and evaluate the influencing factors in housing renovation through quantitative and qualitative variables.** Structure the variables and disciplines that are linked to the previous design of the actions, the development of the renovation work, the impact, and the benefit generated after the implementation of the renovation proposals, and to the economic feasibility of the process.
- **Integrate multidisciplinary approaches in architectural studies on housing renovation.** Integrate disciplines, such as Environmental Psychology, Economics, and Sociology, that allow the enrichment of the assessment of the constructive process, and evaluate impacts and benefits in a holistic way. Develop interdisciplinary research experiences for an adequate diagnosis and evaluation of the different action proposals or strategies of housing renovation.
- **Incorporate the resident's participation in the diagnosis, design, and decision-making in housing renovation proposals by using surveys.** Ascertain the level of satisfaction and attachment of the residents, and also the main needs and preferences related to the renovation work to be executed by employing this participation tool, specifically designed for its application in the early-design phase of housing renovation.
- **Design multi-criteria assessment methods and decision-support systems for the design of renovation proposals, while taking into account the socio-economic circumstances and the agents involved in each situation.** Establish an appropriate weighting of the selected influencing factors, classify the results according to different approaches and disciplines, and use sensitivity analyses that enable the most appropriate renovation proposals or strategy of action to be chosen. Promote studies that analyse the integral feasibility of certain particular strategies, such as the relocation or permanence of the residents during the renovation work and different levels of intensity, according to the impact generated and the benefit attained.
- **Promote integral management and decision-making in energy retrofitting actions taking into account the occupants' behaviour.** Develop studies to design mechanisms to evaluate the profitability of various energy-efficiency measures that take into account the different scenarios of the real consumption of the occupants and the life expectancy of the elderly to quantify the amortization periods. A new strategy based on levels of intervention is also developed, through a multi-criteria evaluation of packages of measures in building energy renovation.
- **Identify particularities of other countries from southern and northern Europe in the development and advances of the research.** The singularities of housing policies and plans of other European countries, discovered through research stays with leading researchers in Europe, should be incorporated into the research.

3.2. ALCANCE

La tesis se centra en estudiar la idoneidad y viabilidad de las intervenciones en la rehabilitación de barrios a través del estudio de las condiciones de habitabilidad, seguridad y confort del espacio doméstico y urbano para la promoción del envejecimiento activo, además de considerar los aspectos socioeconómicos relacionados con la eficiencia energética de la edificación, ahondando en las nuevas cuestiones sociales que apunta la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. El estudio se circunscribe a tres escalas diferenciadas, entorno urbano, edificios y viviendas de barrios residenciales existentes, construidos entre los años 1940 y 1980.

Los objetivos propuestos responden a diversos retos planteados en políticas actuales de “Regeneración urbana”, para acondicionar y adaptar el tejido residencial existente a los requisitos normativos actuales, así como para mejorar el proceso constructivo mediante la inclusión y valoración de numerosos factores técnicos de influencia en el proceso; a políticas económicas, para ajustar mecanismos de rehabilitación a niveles socioeconómicos reales de la población que permitan impulsar una rehabilitación residencial accesible económicamente y reflexionar sobre los modelos de propiedad residencial; a políticas energéticas, para garantizar estrategias de rehabilitación energética viables y eficientes, en base a diferentes perfiles de consumo energético y teniendo en cuenta la influencia del comportamiento del ocupante; y finalmente a políticas sociales, que promueven el “Envejecimiento en casa” como modo de garantizar unas condiciones de vida adecuadas y saludables en los ambientes residenciales de toda la vida de las personas mayores.

Se trata de una gran oportunidad para generar nuevas herramientas, métodos y estrategias de intervención en la rehabilitación residencial, con unos itinerarios dirigidos a un sector de la población en continuo aumento, en circunstancias económicas generalmente limitadas, dando respuesta a los retos y a las demandas a los que se enfrentan la arquitectura y las políticas sociales, desde una perspectiva socioeconómica y ambiental, considerando las necesidades y preferencias reales de las personas residentes, promoviendo la calidad de vida, y reduciendo los riesgos para la salud.

El trabajo se desarrolla en un contexto geográfico perteneciente al sur de Europa, específicamente en barrios residenciales de ciudades andaluzas, y se complementa con estudios en otras ciudades del sur y el norte de Europa para integrar nuevos conocimientos y singularidades. Se pretende que las principales contribuciones de esta investigación puedan ser extrapolables a otros contextos edificatorios y socioeconómicos de diferentes países.

Los resultados de la investigación serán de gran utilidad a nivel técnico, social e institucional desde una perspectiva local, autonómica, nacional o europea, y tendrán una repercusión muy importante en el desarrollo e implementación de las políticas de vivienda y ciudad, garantizando la idoneidad y eficacia de los programas rehabilitación arquitectónica y regeneración urbana desde los ámbitos de la arquitectura y otras disciplinas directamente relacionadas.

Por último, el plan de difusión establecido, a través de la publicación en revistas indexadas y la asistencia a Congresos Internacionales, generará un mayor impacto en el mundo de la investigación a escala global y, además, el desarrollo de tres estancias internacionales en el sur y el norte de Europa, con investigadores de referencia en el campo de la investigación, suponiendo un enriquecimiento de los resultados, integrando los principales conocimientos, particularidades, y avances desarrollados en otros países.

4. METODOLOGÍA

La investigación parte de un **diagnóstico exhaustivo e integrado** en una selección de barrios residenciales existentes, teniendo en cuenta criterios fundamentales de la Arquitectura y de las nuevas disciplinas como las Ciencias Sociales, la Psicología Ambiental o la Economía. Este diagnóstico permitirá **obtener una evaluación de las posibles intervenciones y alternativas que pueden llevarse a cabo** en el proceso de rehabilitación residencial, considerando el impacto generado durante las obras, el beneficio obtenido y la viabilidad de las propuestas teniendo en cuenta la situación socioeconómica de la población residente, especialmente de los mayores, **con el fin de mejorar su calidad de vida en entornos residenciales existentes**.

Se presenta en la Figura 13 un esquema genérico del proceso metodológico seguido en la tesis doctoral con el fin de generar **nuevas herramientas y métodos para el diagnóstico, la toma de decisiones y la gestión integral en la rehabilitación residencial**. Las herramientas y procedimientos generados a lo largo de la investigación **se desarrollan y aplican en diversos barrios de ciudades andaluzas seleccionados, considerados como casos de estudio piloto**, que pertenecen al ámbito metropolitano y rural, donde existe un porcentaje amplio de población mayor con una marcada obsolescencia edificatoria y vulnerabilidad financiera. Además, el ámbito de investigación se extiende a otros países del sur y el norte de Europa, como Portugal y Suecia, permitiendo conocer las particularidades del contexto para una rehabilitación residencial efectiva y satisfactoria.

El diseño de las herramientas, los procedimientos de actuación y los métodos de evaluación desarrollados en la tesis doctoral poseen **un carácter abierto y flexible**, con el fin de poder ser **aplicados en cualquier barrio compuesto por edificios plurifamiliares** y adaptados a **los diferentes contextos arquitectónicos y socioeconómicos existentes en cada proyecto de rehabilitación**.

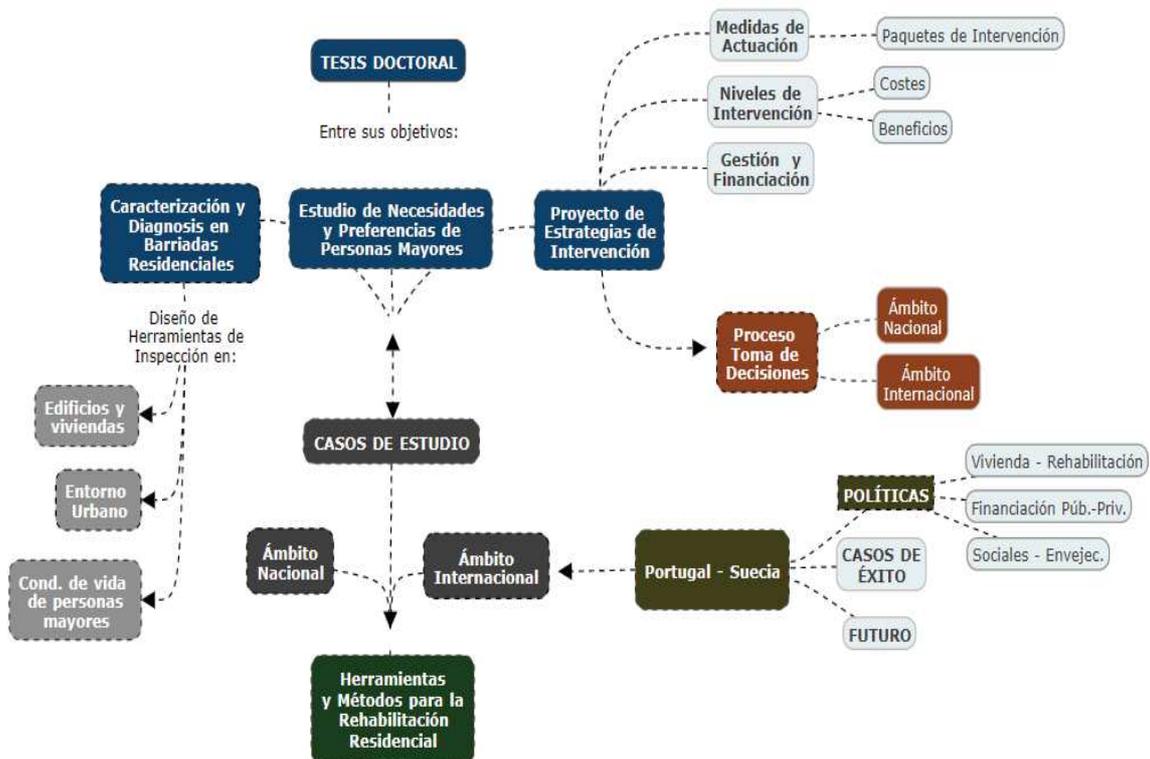


Figura 13: Esquema general de las principales fases metodológicas desarrolladas.

Respecto a las escalas de trabajo, por cada caso de estudio se han identificado **tres ámbitos de actuación**, con el fin de estructurar el trabajo en tres escalas independientes donde aplicar y obtener los resultados de la investigación (Figura 14). Los tres ámbitos definidos son los siguientes:

- **Entorno urbano inmediato.** Se define como el espacio urbano entre los edificios donde se valoran los servicios existentes, el estado de conservación y la accesibilidad en los itinerarios principales de la población residente.
- **Zonas comunes del edificio.** Se incluye la envolvente del edificio y los espacios comunes interiores como acceso, portal, núcleos de comunicación vertical, rellanos o patios.
- **Vivienda.** Incluye todas las estancias que compone cada unidad residencial, pudiendo detallar de esta forma las necesidades específicas y exigencias particulares de cada una.

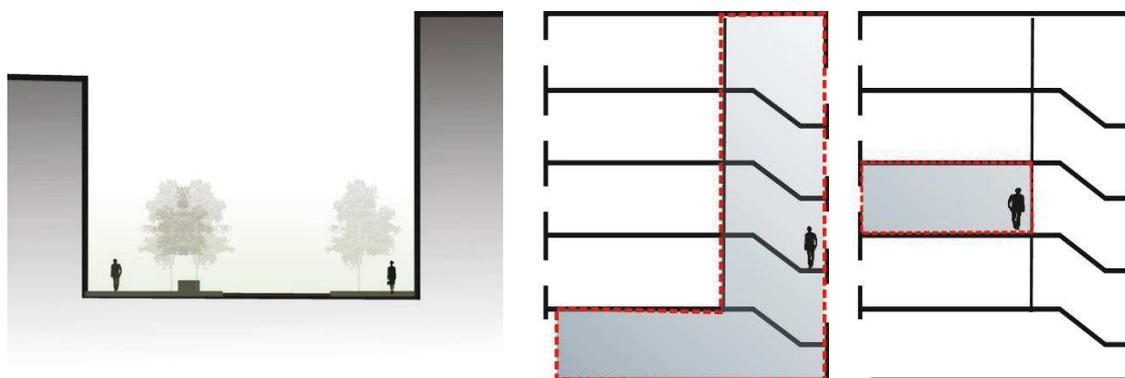


Figura 14: Esquema gráfico sobre las tres escalas o ámbitos de actuación.

La selección de localizaciones de estudio en ciudades del sur de Europa, junto con la incorporación de barrios portugueses y suecos, ha permitido conocer en diversos estudios **el estado de la edificación, las necesidades de sus usuarios en los tres ámbitos de trabajo y las principales particularidades de cada entorno**, así como la posibilidad de desarrollar **propuestas de actuación eficientes y viables económicamente** en base a la identificación de diversos factores sociales y económicos específicos de cada país.

La planificación de estudios y tareas necesarias para alcanzar el conjunto de objetivos planteados se organizan en las siguientes fases:

- **FASE I. ANÁLISIS DOCUMENTAL Y CASOS DE ESTUDIO**
- **FASE II. TOMA DE DATOS IN SITU**
- **FASE III. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN MULTIDISCIPLINAR**
- **FASE IV. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES**

FASE I. ANÁLISIS DOCUMENTAL Y CASOS DE ESTUDIO

I.1. Selección de edificios y entornos urbanos que mejor caractericen la problemática edificatoria y social presentada en la tesis doctoral. Se trabaja con datos demográficos y socioeconómicos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013), el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), y la Cartografía Censal de Andalucía (IECA, 2016).

I.2. Estudio de políticas, proyectos y publicaciones científicas relacionadas con la regeneración urbana de las ciudades y el envejecimiento de la población, así como de otras líneas temáticas afines. Se ha seleccionado una bibliografía específica de rehabilitación residencial, con la selección y análisis de intervenciones singulares, así como otros documentos que consideran, desde diversos enfoques, el envejecimiento de la población y el deterioro del parque edificado. Esta bibliografía contribuye también a identificar y clasificar los principales factores de influencia de la rehabilitación residencial, más allá de las nuevas incorporaciones que introduce esta investigación.

I.3. Análisis de los requisitos normativos actuales para la adecuación tipológica de edificios residenciales a las necesidades y preferencias de los residentes, así como la consideración de informes y guías prácticas específicas con requisitos específicos para las personas mayores, desde aspectos esenciales para mejorar su calidad de vida en acciones de la vida diaria relacionadas con la movilidad, la habitabilidad, movilidad y confort. Por último, se realiza un análisis específico y exhaustivo de la normativa vigente en materia de accesibilidad (Carpio, Conde, Sánchez, & Velez, 2012; Ceapat-Imsero, 2014; Ministerio de Fomento, 2013), con el fin de generar un formulario de evaluación, a modo de chequeo, de cada uno de los aspectos recogidos en los requisitos actuales de movilidad. Estas normativas generalmente están diseñadas para edificios de nueva construcción, de ahí que exista la necesidad de diseñar y ajustar nuevos formularios específicos para el diagnóstico de los edificios residenciales existentes.

FASE II. TOMA DE DATOS IN SITU

II.1. Inspección arquitectónica para caracterizar los espacios residenciales en sus condiciones de habitabilidad, accesibilidad, seguridad, y confort, **y la valoración de su estado de conservación.** Dentro del marco de la investigación se diseñan nuevas herramientas de inspección integral, que recogen también aspectos administrativos, constructivos, y sociales. **Se pretende evaluar y diagnosticar desde la arquitectura los casos de estudio seleccionados,** a través de visitas y mediciones in situ llevadas a cabo durante la investigación. Esta herramienta de inspección pretende obtener suficiente información que permita conocer los principales problemas existentes, valorar desde una perspectiva técnica las necesidades, asignar un grado de prioridad a ciertas intervenciones y promover las principales oportunidades de rehabilitación.

II.2. Conocimiento de las necesidades, preferencias y requerimientos básicos de habitabilidad de los residentes en la rehabilitación residencial a través de encuestas. El diseño de nuevas herramientas de participación ciudadana permitirá tener en cuenta las demandas y necesidades de los residentes, su grado de satisfacción residencial y las preferencias en relación a la ejecución de obras. Los resultados obtenidos en las encuestas serán de gran utilidad para definir índices sociales relativos al proceso de construcción y a sus reticencias o voluntades para llevar a cabo las obras en viviendas, zonas comunes de los edificios y el entorno urbano inmediato.

II.3. Cálculo de la reducción en la demanda y consumo energético de climatización de medidas y paquetes de rehabilitación energética diagnosticados. Conocer el impacto en la demanda y el consumo energético respecto al estado inicial de diferentes medidas pasivas y activas utilizando herramientas oficiales de simulación y cálculo. Valorar el beneficio de las diferentes intervenciones utilizando datos de consumo reales en los barrios seleccionados a través de la obtención de facturas energéticas, que definen los diferentes escenarios de consumo real de los usuarios.

II.4. Medición y monitorización de la calidad del aire interior, temperatura y humedad relativa en viviendas donde residen las personas mayores. Llevar a cabo una medición experimental in situ en el salón y dormitorio principal en diferentes épocas del año en diferentes viviendas de referencia seleccionadas. Este estudio permitirá caracterizar las condiciones interiores de los espacios residenciales, valorar el grado de desconfort en las viviendas de la población mayor, la efectividad de mantener únicamente una renovación de aire basada en la ventilación natural e identificar otros factores influyentes en la variación de los resultados.

II.5. Reuniones y comunicaciones con vecinos y agentes sociales. Igualmente resulta útil mantener el contacto a través de reuniones o entrevistas con los residentes para enaltecer la importancia de la concienciación social en el proceso de rehabilitación residencial. Este será un paso esencial para otorgar la importancia que merece la rehabilitación residencial en favor de una mejora de las condiciones de accesibilidad y confort.

FASE III. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN MULTIDISCIPLINAR

III.1. Evaluación del grado de habitabilidad y accesibilidad de los barrios residenciales seleccionados y valoración, desde diversas disciplinas, de la idoneidad de diversas medidas de rehabilitación, reparación y adaptación. Se desarrolla un estudio particular que permite **identificar aquellas intervenciones “amigables con los mayores”** según criterios funcionales, ambientales y espaciales de la gerontología que garanticen un mayor bienestar. Se diseña un procedimiento de valoración del beneficio e impacto espacial, constructivo, social, y económico en las personas mayores a través de diversos indicadores basados en los resultados obtenidos en las fichas de inspección y en las encuestas realizadas a los residentes. Por último, será necesaria la **consulta con empresas y fabricantes**, para tener información real de los costes de las principales actuaciones, la información principal sobre sus servicios y el proceso de obra necesario.

III.2. Identificación y clasificación de los factores influyentes en el proceso previo, durante y posterior a las obras de rehabilitación residencial y diseño de un método de valoración de la efectividad de las diferentes estrategias de intervención. Se pretende generar un método que muestre la idoneidad espacial, constructiva, social, ambiental y económica de cada una de las actuaciones de rehabilitación, individuales o agrupadas en paquetes, desde las diversas perspectivas y modelos de propiedad que pueden representar los promotores de las obras. Se realiza una definición de las variables que conforman cada factor de influencia y una ponderación que permite tener una valoración del impacto y beneficio arquitectónico, constructivo, social, económico y medioambiental, considerando entre otros aspectos la duración de las obras, posibles molestias a los residentes, costes de mantenimiento, revalorización de inmuebles, etc. Este índice será aplicado en diversos casos de estudio seleccionados para comprobar su funcionamiento y analizar las variaciones en los resultados según el contexto nacional e internacional de aplicación.

III.3. Combinación del diagnóstico arquitectónico con las respuestas obtenidas en las encuestas a los residentes, cuyos resultados podrán ser ponderados a través de indicadores sociales, definidos desde la disciplina de la Psicología Ambiental, como **la satisfacción residencial o el apego al lugar**, así como respuestas relativas a las demandas, voluntades de llevar a cabo las obras y preferencias relativas al proceso de rehabilitación residencial, en las tres escalas de actuación definidas. Los resultados obtenidos permitirán valorar, **desde ambas disciplinas, la idoneidad de diversas medidas de rehabilitación** a través de un nuevo método interdisciplinar, entre Arquitectura y Psicología Ambiental, que presente el beneficio e impacto arquitectónico, constructivo, social y económico y facilite la elección de las intervenciones más adecuadas para las diferentes estrategias de rehabilitación.

III.4. Caracterización de los niveles de CO₂ y los valores de temperatura y humedad relativa existentes en espacios residenciales donde viven las personas mayores. Definición de valores límite, y el impacto que puede generar en el bienestar y en la salud de los residentes, especialmente en una población vulnerable que pasa una mayor parte de su tiempo en casa. Los resultados de la toma de datos servirán para identificar los principales influyentes y sus causas relacionadas con la ocupación y el volumen de los espacios, el tipo de ventilación, los hábitos de uso en la vivienda, la hermeticidad, las prestaciones térmicas de la envolvente original, la zona climática, etc. Los resultados supondrán la propuesta de diversas actuaciones de rehabilitación y presentación de diversas implicaciones políticas que promuevan una garantía en la calidad ambiental de las condiciones interiores de estas viviendas

FASE IV. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES

IV.1. Diseño de nuevas estrategias de evaluación multicriterio que faciliten la toma de decisiones de actuaciones individuales o agrupadas. Los avances en la toma de decisiones servirán para identificar, a promotores públicos o privados, qué actuaciones son las más adecuadas para cada caso y garantizarán un mayor beneficio y una mayor satisfacción en el proceso de obra de la rehabilitación residencial.

IV. 2. Establecimiento de nuevos protocolos de actuación en la rehabilitación energética y en su toma de decisiones utilizando nuevos conceptos como los niveles o estrategias de intervención, concepto que promueve actuaciones parciales en diferente grado de intensidad en la rehabilitación, adaptadas a las características socioeconómicas de la población y el entorno construido. Elaboración de un catálogo de intervenciones en edificios, en diferentes paquetes, clasificados según los costes económicos y la viabilidad técnica y temporal de las actuaciones que permitan elegir la opción más viable sobre el entorno urbano, el edificio o la vivienda.

IV. 3. Estudio de la viabilidad y la idoneidad de obras de rehabilitación en edificios y barriadas. Propuesta de fórmulas de estudio de la viabilidad y financiación de obras de reurbanización de los barrios y rehabilitación de edificios. Se pretende cuantificar las inversiones y costes necesarios para llevar a cabo las principales actuaciones. Obtener información real a través de la consulta en catálogos, bases de datos y empresas del sector constructivo. Incorporar nuevos parámetros económicos como el valor actual neto (NPV) para el estudio de la viabilidad económica y el cálculo del retorno de la inversión.

5. RESULTADOS

Esta sección presenta los principales resultados obtenidos a lo largo de la tesis doctoral a través de diversas secciones, o subsecciones, según los diferentes bloques temáticos abordados dentro del tema principal de investigación. Los principales resultados y avances alcanzados se han estructurado a través de la redacción de artículos científicos enviados y publicados en revistas indexadas internacionales de alto impacto, que han ratificado el rigor y el interés científico de los mismos y han permitido difundir en el estado del saber las principales contribuciones alcanzadas.

Aunque la organización de los resultados de esta tesis doctoral se estructura en función de los artículos científicos en su estado definitivo de publicación, previo a la presentación de cada artículo se ha redactado una breve reseña o resumen con los principales objetivos, avances metodológicos, e implicaciones generadas por los resultados de cada publicación, así como se han incluido los principales gráficos definitorios de cada estudio. La secuencia expuesta a continuación sigue un orden cronológico según los avances desarrollados, aunque también se han agrupado las diferentes áreas temáticas, que han podido solaparse en trabajos llevados a cabo durante las diferentes fases metodológicas de la investigación.

En primer lugar, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico llevado a cabo en las diferentes localizaciones de estudio, bien por las visitas técnicas de inspección realizadas como por las encuestas realizadas a sus residentes para conocer sus demandas y preferencias en el modo de llevar a cabo las obras. También se detallan aquellos trabajos complementarios realizados que han contribuido a ofrecer un diagnóstico más exhaustivo y han enriquecido el conocimiento para diseñar nuevas estrategias de acción y mecanismos para la toma de decisiones. Además, se presenta las principales medidas de intervención amigables con los mayores y se analizan los factores de influencia a tener en cuenta para una mayor optimización en la implementación de estas acciones. Por último, los resultados terminan con un apartado relativo a la medición complementaria desarrollada para caracterizar y valorar, respecto a los niveles de dióxido de carbono, temperatura y humedad relativa, la calidad de los ambientes interiores en viviendas seleccionadas donde residen las personas mayores.

En un segundo bloque, la investigación se centra en mostrar los avances intervenciones de adaptación y mejor de las condiciones de vida de las personas mayores. Se presenta una estrategia de evaluación sobre la idoneidad de aquellas medidas de intervención amigables con los mayores, a modo de índice de efectividad, y se presenta la experiencia desarrollada y el método interdisciplinar, combinando las disciplinas de la Arquitectura y la Psicología Ambiental, desarrollados durante la estancia internacional de Lisboa.

Posteriormente se incluye un bloque de resultados destinado a evaluar la gestión y la viabilidad de la rehabilitación energética en función del comportamiento de sus ocupantes y de los escenarios de consumo real, así como la presentación de una estrategia de acción optimizada basada en el análisis multidisciplinar de niveles de intervención.

Finalmente, se presenta un apartado relativo a los avances desarrollados en la estancia internacional desarrollada en Suecia, en una comparativa realizada en el contexto europeo y a través de un artículo científico enviado sobre la selección de estrategias idóneas de intervención desde una evaluación multicriterio y también a través de una comparativa realizada en el modo de llevar las obras que fue presentada en una comunicación internacional en Congreso.

Artículo 1

“Sustainable building renovation for an ageing population: Decision-support system through an integral assessment method of architectural interventions”

Sustainable Cities and Society nº 39 144-154. DOI: 10.1016/j.scs.2018.01.050.

Factor de impacto (2018) JCR: 4.624. Q1 Construction and Building Technology (6/63)

Artículo 2

“Integrated urban regeneration based on an interdisciplinary experience in Lisbon”

Psychology. DOI: 10.1080/21711976.2019.1643660.

Factor de impacto (2018): SJR: 0.56. Q2 Environmental Science (560/1582)

Artículo 3

“Promoting urban regeneration and aging in place: APRAM – An interdisciplinary method to support decision-making in building renovation”

Sustainable Cities and Society nº 47 101505. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101505.

Factor de impacto (2018) JCR: 4.624. Q1 Construction and Building Technology (6/63)

Artículo 4

“Towards a feasible strategy in Mediterranean building renovation through a multidisciplinary approach”

Sustainable Cities and Society nº 32 532-546. DOI: 10.1016/j.scs.2017.05.002.

Factor de impacto (2017) JCR: 3.073. Q1 Construction and Building Technology (12/62)

Artículo 5

“Decision-support method for profitable residential energy retrofitting based on energy-related occupant behaviour”

Journal of Cleaner Production nº 222 622-632. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.089.

Factor de impacto (2018) JCR: 6.395. Q1 Engineering, Environmental (8/52)

Congreso 1

“Multidimensional evaluation of tenants’ temporal relocation during a renovation: A comparison between two case studies from Sweden”

Sustainable Built Environment (SBE19). Helsinki (Finlandia).

<https://sbe2019.exordo.com/programme/presentation/44>

Artículo 6

*“Suitable renovation strategies for the housing stock:
A multi-criteria decision-support method for housing owners”*

Artículo actualmente en revisión en revista indexada

5.6. Discusión Final

Los resultados de los diferentes estudios desarrollados en esta investigación conforman la caracterización general y detallada de la gestión del proceso de rehabilitación de cualquier tejido residencial existente. Los hallazgos alcanzados, tanto generales como particulares, requieren de una mayor discusión en este apartado que permitan enfatizar aún más algunos aspectos.

Respecto a la evaluación realizada de las medidas “amigables con los mayores”, se ha demostrado que existen medidas de rehabilitación puntuales, casi de cirugía en el diseño de la vivienda, que incorporan importantes beneficios en la movilidad de las personas mayores con una inversión económica reducida para este sector de la población, fijado en un coste de inversión inferior a 1.000 o 2.000 € por vivienda. Destacan en este sentido otras actuaciones como la adaptación en el acceso al portal, la colocación de pasamanos, la ampliación del ancho útil en puertas y huecos de paso, la sustitución de bañera por plato ducha o la colocación de un sumidero a ras de suelo, liberando espacio ocupado por el bidé u otros elementos y convirtiendo un cuarto de baño con un mayor espacio útil. Finalmente, la incorporación de un ascensor es la actuación con un mayor beneficio cuantificado y, aunque tenga un coste de inversión mucho más elevado para los propietarios de las viviendas, se demuestra cómo la revalorización del edificio y de las viviendas que lo componen pueden llegar a superar en muchos casos el coste de inversión realizado en esta actuación, lo que supone un incentivo para llevar a cabo estas medidas.

La medición realizada en viviendas seleccionadas donde residen personas mayores ha permitido demostrar que existen muchas viviendas en el parque residencial que no satisfacen las condiciones de confort establecidas en la actualidad. Respecto a los niveles de CO₂, se superan con gran facilidad en dormitorio y salón los 1.000ppm, establecidos como valor de referencia saludable y se identifica que uno de los principales motivos es que las viviendas actuales solo ventilen a través de medios naturales, lo que ofrece resultados arbitrarios según el comportamiento de sus ocupantes. De hecho, si las políticas de rehabilitación energética apuestan por reducir los valores de permeabilidad en los huecos con la sustitución de ventanas más estancas, debe considerarse igualmente que en viviendas donde la ventilación natural es la única fuente de renovación del aire, están provocando niveles más insalubres en la calidad del aire interior, por lo que las políticas deben llegar a un consenso completo e integral de la vivienda. Además, en cuanto a la temperatura interior, es muy frecuente encontrar espacios de las viviendas con temperaturas interiores a 15°C en la zona Mediterránea, muy lejos del colchón de confort establecido, entre 22°C y 26°C, lo que demuestra que es muy necesario actuar sobre las envolventes de los edificios con medidas pasivas, más allá promover la incorporación de equipos de climatización eficientes que reducirá la demanda energética y provocará consumos irresponsables e insostenibles.

La participación ciudadana a través de encuestas y la experiencia interdisciplinar con la Psicología Ambiental desarrollada ha demostrado el carácter ventajoso que supone combinar diferentes disciplinas para optimizar los procesos de rehabilitación residencial, en un siglo donde los estudios multidisciplinares son la base para alcanzar los principales avances que se demandan en las diferentes ramas de la investigación. Los resultados han puesto de manifiesto la utilidad de integrar las respuestas de los residentes en el diagnóstico arquitectónico, así como conocer el grado de satisfacción y de apego de las personas del barrio que va a ser rehabilitado. Pese a las dificultades que han existido para atraer un mayor porcentaje de participación, los resultados obtenidos han demostrado una importante coincidencia entre las demandas y

necesidades exigidas por los residentes con la prioridad arquitectónica establecida a través de los informes técnicos de inspección y evaluación. De hecho, en muchos casos, el diagnóstico técnico se ha visto complementado por los testimonios de los residentes dando información sobre patrones de uso en cada barrio, particularidades existentes en la zona desconocidas por los técnicos, o problemas de accesibilidad, confort o estado de conservación no detectados, lo que ha demostrado la utilidad de integrar diferentes disciplinas en el diagnóstico arquitectónico para formular las propuestas de rehabilitación.

Los resultados de las encuestas han mostrado que más del 80% de la población participante en los barrios seleccionados demanda al menos una intervención de reparación, adaptación o mejora de las condiciones de sus edificios y viviendas. En cuanto a las preferencias, las personas mayores prefieren intervenciones con un coste de inversión por vivienda bajo o medio, por debajo de los 3.000€, donde se priorice un tiempo de intervención reducido y actuaciones desde el exterior del edificio, mostrando en general importantes prejuicios y apatía en la voluntad de llevar a cabo las obras, lo que demuestra la gran importancia que adquiere la concienciación social de la rehabilitación, y la incorporación de estrategias en el diseño y en la toma de decisiones de las propuestas que optimicen el impacto durante las obras y el beneficio obtenido tras ellas. Sin embargo, ante circunstancias de mayor necesidad, como algunos testimonios que demandan la incorporación de un ascensor, las personas mayores muestran una gran voluntad de llevarlas a cabo e incluso manifiestan la voluntad de asumir un incremento del presupuesto para afrontar de un modo completo o parcial los costes.

Los estudios realizados sobre la optimización de la rehabilitación energética han permitido resaltar la importancia y la influencia del comportamiento de los ocupantes y a los escenarios de consumo real, con atención especial a las personas mayores, en la valoración de la idoneidad y viabilidad integral de algunas medidas o paquetes de eficiencia energética. En este sentido, uno de los estudios ha permitido distinguir variaciones de un 80% en el ahorro energético provocado por una misma medida de rehabilitación según el escenario de consumo seleccionado, en base a los datos energético de facturas reales, así como una variación de 20.000€ en el estudio de la amortización económica evaluados a los 15 años. Además, entre los hallazgos obtenidos se ha permitido demostrar que las condiciones operativas fijas de los sistemas de certificación energética, tomados como modelo en muchas simulaciones, son excesivas en comparación con los datos de consumo real de los residentes en los barrios analizados, por lo que el estudio de la amortización y del ahorro energético provocado debe ser evaluado bajo procesos mucho más exhaustivos y realistas en función del contexto arquitectónico y socioeconómico.

Por otra parte, aunque las políticas energéticas definen el concepto del coste-óptimo como modelo referencia para llevar a cabo operaciones de rehabilitación energética profundas para alcanzar los objetivos europeos, la evaluación del beneficio energético, social y económico de las medidas de eficiencia energética ha permitido demostrar que la estrategia de acción a través de niveles de intensidad puede ser idónea para adaptarse a cada contexto socioeconómico, bajo las circunstancias de barrios sociales donde la presencia de personas mayores es predominante. En este sentido, la evaluación multidisciplinar ha podido demostrar que las medidas pasivas son la opción preferencial entre los ciudadanos para llevar a cabo en los edificios, debido fundamentalmente a su inferior coste de inversión y a que no dependen de la puesta en marcha del funcionamiento de equipos. Además, se demuestra que paquetes de actuaciones dentro del nivel de acción medio, con una inversión alrededor de los 3.000 € suponen la ratio más óptima de reducción del consumo energético, establecimiento del confort interior y satisfacción social en los barrios analizados.

Respecto a la estancia de investigación desarrollada en Suecia, una de las principales particularidades en la rehabilitación residencial de edificios plurifamiliares del norte de Europa la ha marcado el modelo de propiedad de alquiler con cesión permanente del derecho al uso. Esta estancia ha introducido una gran aportación en la investigación permitiendo conocer que la gestión del mantenimiento y renovación de un edificio esté a cargo de una entidad público o privada, pues agiliza la toma de decisiones y permite llevar a cabo con mayor facilidad actuaciones globales en la envolvente en los sistemas de climatización del edificio al completo.

La reunión con empresas propietarias ha permitido introducir numerosos factores de influencia para demostrar la complejidad de la rehabilitación residencial, de ahí las comparaciones realizadas en ambos casos de estudio para valorar según diversas disciplinas la idoneidad de realojar a los inquilinos durante las obras o mantenerlos, destacando los pros y contras que cada proceso requiere. En cualquier caso, este hecho de reubicar a los inquilinos, prácticamente imposible con el modelo de propiedad establecido en viviendas sociales en España, ha permitido destacar el modelo sueco como un modelo mucho más ventajoso para acometer obras de renovación mucho más importantes asumiendo las consecuencias del proceso que eso llevaría y siempre pretendiendo reducir el impacto durante las obras de rehabilitación.

En este sentido, el método de toma de decisiones para identificar qué estrategia de renovación es la más apropiada, ha permitido conocer de una forma más exhaustiva el impacto y beneficio según diez factores de influencia identificados durante el proceso de rehabilitación. Los resultados, analizados a través de un análisis de sensibilidad utilizando una salida gráfica, muestran la idoneidad de la estrategia en función del impacto, el beneficio y la viabilidad económica de las intervenciones, demostrando cómo en algunos casos, llevar a cabo estrategias de renovación intermedias o elevadas poseen mayor beneficio económico a largo plazo, debido a la reinversión por las rentas y a la revalorización de los inmuebles, que estrategias de renovación de intensidad baja, con escasos beneficios orientados para satisfacer el corto plazo.

El conjunto de resultados obtenidos en diferentes estudios ha contribuido a mejorar el conocimiento sobre la gestión y la regeneración de la edificación residencial existente, las preferencias de los residentes en el modo de afrontar la regeneración urbana, especialmente en las personas mayores, y a diseñar estrategias que mejoren los procesos de rehabilitación arquitectónica en función de múltiples factores de influencia identificados a través de estudios multidisciplinares. Además, la investigación contribuye a hacer un uso eficiente y sostenible de los recursos al controlar la gestión integral y realista en la rehabilitación. Todos los resultados alcanzados incorporan numerosas implicaciones que serán de gran utilidad en la redacción de nuevas estrategias políticas y administrativas que permitan abordar procesos de rehabilitación residencial eficientes teniendo en cuenta las múltiples áreas de influencia y las consideraciones específicas de diferentes grupos de población.

6. CONCLUSIONES

La tesis doctoral da respuesta a uno de los desafíos más importantes definidos en políticas urbanas, sociales, ambientales y económicas de este siglo, **sobre cómo afrontar la obsolescencia urbana del tejido residencial** construido en el siglo XX y adaptarla a los requisitos normativos actuales para satisfacer a una **población inmersa en un proceso de envejecimiento demográfico**. El estudio afronta los nuevos retos emergentes de “regeneración urbana” y de “envejecimiento en casa”, poniendo de manifiesto **la importancia de acometer, desde la arquitectura, nuevos procesos de diagnóstico, evaluación y toma de decisiones en la rehabilitación residencial** que consideren diferentes enfoques e integren otras disciplinas.

La tesis doctoral ha contribuido con las siguientes aportaciones:

- **El diseño y aplicación de herramientas** específicas para reunir información técnica, social y económica en barrios residenciales existentes, permitiendo obtener un diagnóstico exhaustivo para el desarrollo de las intervenciones. Por un lado, **las fichas de inspección y evaluación**, que reúnen información general del diseño de los edificios, la composición constructiva, el estado de conservación y el cumplimiento normativo relativo a las condiciones de accesibilidad, movilidad y confort, con aplicación independiente en tres escalas: entorno urbano inmediato, zonas comunes del edificio e interior de la vivienda. Por otro lado, **las encuestas a la población residente**, como mecanismo de participación social en las fases iniciales de diagnóstico, diseño y toma de decisiones, donde los ocupantes son una parte activa del proceso, asegurando un mayor éxito en la rehabilitación residencial.
- Una **caracterización y evaluación de los niveles de CO₂, temperatura y humedad relativa** en el salón y el dormitorio principal de viviendas seleccionadas en edificios plurifamiliares, a través de una medición in situ llevada a cabo en hogares donde residen personas mayores, identificando los principales factores influyentes y detectando oportunidades de rehabilitación e implicaciones políticas para la mejora de la calidad ambiental interior.
- **Nuevos modelos y estrategias de acción** para promover una gestión efectiva y sostenible de la rehabilitación residencial utilizando métodos de evaluación de criterios múltiples, que cuantifiquen el impacto y el beneficio técnico, social, ambiental y económico, según diferentes enfoques multidisciplinares y diversas situaciones, como el modelo de propiedad, el estado de la edificación, el tipo de acción, o el contexto socioeconómico, entre otras variables. El diseño de la visualización gráfica de los resultados en cada sistema o modo adquiere una importancia fundamental en la toma de decisiones de los promotores y/o propietarios.
- **Un modelo de valoración de la idoneidad y efectividad de las medidas de rehabilitación denominadas “amigables con los mayores”**, consideradas como aquellas que promueven la mejora de las condiciones de accesibilidad, movilidad y seguridad en las personas mayores. Este método identifica y clasifica los principales factores de influencia en la rehabilitación y desarrolla una evaluación multicriterio basada en cuatro bloques principales de análisis: demandas técnicas y sociales, proceso constructivo, beneficio generado y cálculo de la revalorización económica de las principales medidas amigables diagnosticadas.
- La experiencia interdisciplinar llevada a cabo en Lisboa ha impulsado a generar un **sistema de evaluación arquitectónica y psico-ambiental de la rehabilitación (APRAM)**, específicamente diseñado para la rehabilitación de edificios, **que combina un nivel de prioridad arquitectónica**, asignado según el diagnóstico técnico de las fichas de inspección, **y unos índices psico-ambientales** cuantificados con los resultados obtenidos en encuestas.

- La estancia internacional en Suecia ha supuesto realizar comparativas sobre la viabilidad de realojar a los inquilinos durante las obras en dos experiencias reales, así como diseñar y elaborar un nuevo sistema de evaluación multicriterio de la rehabilitación residencial para identificar **qué estrategia de acción es la más adecuada llevar a cabo desde la perspectiva del promotor o entidad propietaria de los edificios**, tomando el contexto de estudio escandinavo, donde existe un modelo de propiedad basado en el alquiler con cesión de uso permanente. Este sistema define y cuantifica **diez variables cualitativas y cuantitativas** que muestran el impacto social, técnico y ambiental durante las obras y el beneficio obtenido, junto a un análisis de la viabilidad económica según el retorno de la inversión de cada estrategia a corto, medio y largo plazo.
- **Un sistema de evaluación de la viabilidad económica en medidas de eficiencia energética individuales y agrupadas en función de los perfiles reales de consumo de energía y de la influencia del comportamiento del ocupante**, como puesta en valor la gestión integral en la rehabilitación energética. **Este modelo permite ajustar y decidir qué acciones de rehabilitación energética son las más eficaces, energética y económicamente**, según el tipo de consumo y el escenario temporal, considerando la esperanza de vida restante en la población mayor, y motivando a invertir en la mejora de la eficiencia energética del edificio.
- El impulso de **una estrategia de acción en la rehabilitación residencial basada en niveles de intervención**, en cuyos parámetros se van a diseñar, ajustar y evaluar diferentes paquetes de actuación para obtener el beneficio energético, social y económico. Este procedimiento de evaluación considera los requisitos socioeconómicos de los ocupantes, y supone una contribución multidisciplinar a la estrategia de coste óptimo sugerida en políticas europeas.

Además, los resultados alcanzados en los diferentes estudios han permitido afirmar que:

- Se han incorporado múltiples **implicaciones de gran utilidad a nivel técnico, social e institucional** desde una perspectiva local, autonómica, nacional y europea, que podrán ser objeto para la planificación de nuevas estrategias políticas, legislativas y administrativas, en la rehabilitación arquitectónica y la regeneración urbana, que garanticen procesos de acción más efectivos y satisfactorios en los barrios residenciales existentes.
- El diagnóstico arquitectónico llevados a cabo en los barrios residenciales de referencia seleccionados ha demostrado que más de un 90% de los edificios residenciales que fueron construidos entre 1940 y 1980 **no cumple con alguno o gran parte de los requisitos normativos actuales en materia de accesibilidad, movilidad, confort y energía**, con un déficit aún mayor para las necesidades particulares de las personas mayores.
- La combinación del diagnóstico obtenido en encuestas junto al de las fichas técnicas de inspección y evaluación, **pone de manifiesto lo fundamental y oportuno de integrar nuevas disciplinas en los estudios arquitectónicos de rehabilitación residencial**. De hecho, se ha demostrado una elevada coincidencia entre el diagnóstico técnico y el social obtenido.
- Los resultados de los cuestionarios muestran que los residentes **priorizan el coste de la intervención** sobre otros muchos factores al llevar a cabo las obras de rehabilitación, **especialmente, en un 71%, las personas mayores**. De hecho, el 80% de los residentes encuestados no pueden permitirse intervenciones de rehabilitación de más de 3.000€ por vivienda, con una gran renuncia y apatía a participar en operaciones costosas y de gran escala.

- El uso de índices psico-sociales para evaluar a los residentes sobre la satisfacción, apego, demandas y voluntades en la rehabilitación permite que los promotores de las obras, privados o entidades públicas, puedan identificar **los niveles y acciones de rehabilitación más efectivas y satisfactorias entre la población residente.**
- La medición de la calidad ambiental interior ha servido para **demostrar las personas mayores viven durante largos períodos del día con niveles de CO₂ muy por encima de los límites máximos recomendables para la salud**, establecidos alrededor de 1.000 ppm, **así como con temperaturas muy alejadas del rango de confort**, establecido entre 22°C y 26°C, llegando a alcanzar temperaturas interiores de 14°C en épocas de invierno o niveles medios de CO₂ por encima de los 2.500 ppm, que afectan al descanso, la concentración y el bienestar.
- La gran mayoría de las **viviendas construidas en el siglo XX dependen exclusivamente de la infiltración y la ventilación natural para renovar el aire interior.** Se ha identificado la influencia de factores como el nivel de ocupación, la composición constructiva de la envolvente, la estanqueidad de las ventanas, las condiciones climáticas, los hábitos de ventilación natural de los usuarios o el régimen de uso de puertas interiores, de hecho, se ha demostrado que **dormir con la puerta cerrada en estas viviendas puede triplicar los niveles de CO₂ en la habitación en comparación con dormir con la puerta entornada o abierta.**
- Las medidas “amigables con los mayores” más exitosas son aquellas que promueven **una mejora en las condiciones de accesibilidad, en la entrada a los edificios o en la colocación de un ascensor, y garantizan condiciones adecuadas de movilidad interior en las viviendas, especialmente en baños y cocinas.** Los resultados demuestran que existen intervenciones, algunas de ellas con costes de inversión inferiores a 1.000€ por vivienda, que además de introducir un considerable beneficio social y mejora en el confort interior, también puede llegar a ser viable económicamente por la revalorización económica de la propiedad.
- En la rehabilitación energética, las **medidas pasivas**, más allá de reducir la demanda y regular el confort térmico interior, introducen una reducción sustancial en los porcentajes de consumo de energía sin suponer una gran inversión económica, por lo que son las acciones más viables y **adecuadas para escenarios de bajo consumo energético**, donde generalmente se encuentra gran parte de la población mayor, debido a su vulnerabilidad financiera.
- **Las condiciones de operación y consumo en los sistemas de certificación energética son excesivas en comparación con los datos de consumo real**, implicando sesgos importantes en la viabilidad de los resultados de estas herramientas oficiales, lo que supone un desafío político para ajustar estos sistemas de una forma más realista a la situación de cada barrio.
- Los sistemas de evaluación para la toma de decisiones desarrollados, integrando múltiples variables y factores de influencia, permiten afirmar que en todo proceso de rehabilitación residencial es necesario encontrar un equilibrio en la **dualidad de generar el menor impacto posible durante las obras y proporcionar el mayor beneficio después de la renovación.**
- La ampliación a contextos internacionales, en países del sur y norte de Europa, ha sido de gran **utilidad para adquirir nuevos conocimientos junto a investigadores de prestigio**, identificar las principales particularidades e introducir las principales estrategias de acción y mecanismos ventajosos identificados en la rehabilitación arquitectónica.

La tesis doctoral introduce importantes contribuciones en el estado del conocimiento de la rehabilitación residencial, un tema de investigación amplio y complejo, por lo que permanece susceptible de incorporar continuamente nuevas ideas y de afrontar nuevas oportunidades, algunas de ellas tenidas en cuenta en las futuras líneas de investigación establecidas.

6. CONCLUSIONS

The doctoral thesis responds to one of the most important challenges defined in urban, social, environmental, and economic policies of this century, **on how to deal with the urban obsolescence of housing stock**, in buildings that were built in the twentieth century, and adapt them to the current regulatory requirements **to satisfy an increasingly ageing population**. The study confronts the new emerging challenges of "urban regeneration" and "ageing at home", and highlights **the importance of undertaking, from an architectural stance, new diagnostic processes, assessment, and decision-making in housing renovation** that consider numerous approaches and integrate other disciplines.

The dissertation has contributed the following inputs:

- The **design and application of specific tools** to gather technical, social, and economic information on existing residential neighbourhoods, thereby enabling an exhaustive diagnosis to be obtained for the design and execution of the interventions. On the one hand, there is **the inspection and technical evaluation report**, which includes general information on the design of the buildings, the construction composition, the conservation status, and the regulatory compliance regarding the accessibility, mobility, and comfort conditions, using them independently on three scales: immediate urban environment, common areas of the building, and the individual dwelling itself. On the other hand, there are **resident surveys**, as a mechanism for social participation in the initial stages of diagnosis, design, and decision-making, where the occupants become an active part of the process, thereby ensuring greater success in housing renovation.
- **An in-situ measurement of CO₂ levels, temperature, and relative humidity** in the living room and the main bedroom of selected apartments in multi-family buildings, to characterize and assess the indoor levels of comfort in dwellings where the elderly live for the identification of the main influencing factors and the detection of new opportunities for renovation and political implications for the improvement of indoor environmental quality.
- **New models and action strategies** to promote effective and sustainable management of housing renovation by using multi-criteria assessment methods that quantify the impact and technical, social, environmental and economic benefits according to various multidisciplinary approaches and diverse situations, such as the ownership model, the conservation status of the building, the type of action, and the socio-economic context. The design of the graphic display of the results in each system or method acquires key importance for the decision-making of promoters and/or owners.
- **An assessment model of the suitability and effectiveness of renovation measures called "age-friendly"**, considered as those that promote the improvement of the accessibility, mobility, and safety conditions for the elderly. This method identifies and classifies the main influencing factors in renovation and develops a multi-criteria evaluation based on four main blocks of analysis: technical and social demands, construction process, generated benefit, and calculation of the economic revaluation of the main age-friendly measures diagnosed.
- The interdisciplinary experience carried out in Lisbon has led to the creation of an **Architectural and Psycho-environmental Retrofitting Assessment Method (APRAM)**, specifically designed for the building renovation, which **combines an architectural priority level**, assigned according to the technical diagnosis of the inspection and evaluation report, and quantified **psycho-environmental indices** with the results obtained in surveys.

- An international research stay in Sweden has led to specific comparisons on the integral suitability of relocating tenants during the renovation work in two real experiences, and to the design of a new decision-support system of housing renovation through a multi-criteria assessment to identify **which action strategy is the most appropriate to carry out from the perspective of the promoter or entity that owns the buildings**, in the context of the Scandinavian study, where there is a renting model in multi-family buildings with permanent use assignment. This system defines and quantifies **ten qualitative and quantitative variables** that show the social, technical, and environmental impact during the renovation work and the benefit obtained, together with an analysis of the economic feasibility according to the return on investment of each strategy in the short, medium, and long term.
- An evaluation system of the economic feasibility in individual and grouped energy-efficiency measures according to the real energy consumption profiles and the influence of the occupants' behaviour, as an enhancement of the integral management in energy retrofitting. This model enables the adjustments and decisions regarding which energy-retrofitting proposals are the most efficient, both in terms of energy and cost, according to the different consumption scenarios and time expectations, while bearing in mind the remaining life expectancy in the elderly, thereby motivating them to invest in improvements in the energy efficiency of the building.
- The promotion of an **action strategy in housing renovation based on different levels of intervention**, whose parameters will be designed, adjusted, and evaluated for various action packages to obtain energy, social, and economic benefits. This evaluation procedure considers the socio-economic requirements of the occupants, and represents a multidisciplinary contribution to the cost-optimal strategy suggested in European policies.

In addition, the results achieved in the different studies have enabled the following statements:

- **Multiple technical, social, and institutional implications** have been incorporated from a local, regional, national, and European perspective, which may be required for the planning of new political, legislative, and administrative strategies, in building renovation and urban regeneration, which would guarantee action processes of a more efficient and satisfactory nature in the existing residential neighbourhoods.
- The architectural diagnosis carried out in the selected residential neighbourhoods has shown that more than 90% of the residential buildings that were built between 1940 and 1980 **fail to meet the majority of the current regulatory requirements regarding accessibility, mobility, comfort, and energy**, with an even greater deficit for the particular needs of the elderly.
- The combination of the diagnosis obtained in surveys together with the inspection and evaluation **reports reveals the fundamental and opportune nature of integrating new disciplines in the architectural studies of housing renovation**. Indeed, a high coincidence has been shown between the results of the technical and social diagnoses.
- The results of the questionnaires show that residents **prioritize the cost of the intervention** over many other factors when carrying out renovation work, **especially in the case of the elderly, who prioritize with a higher proportion of 71%**. In fact, 80% of the residents surveyed cannot afford retrofitting interventions of more than € 3,000 per dwelling, with great resignation and apathy towards participation in expensive and large-scale operations.
- The use of psycho-social indices to assess residents regarding satisfaction, attachment, demands, and wills allows the promoters of the renovation work, whether they be private or

public entities, to identify **the most effective and satisfactory levels of renovation actions among the residents.**

- The measurement of indoor environmental quality has served to **demonstrate that the elderly live for long periods of the day with CO₂ levels well above the maximum recommended limits for health**, established at approximately 1,000 ppm, **as well as with temperatures far outside the comfort range**, established between 22°C and 26°C. Indoor temperatures of 14°C during winter or average CO₂ levels above 2,500 ppm were detected, which affect rest, concentration, and well-being.

- The large majority of **residential buildings built in the twentieth century depend exclusively on infiltration and natural ventilation to renew indoor air.** The influence of factors such as the level of occupancy, the constructive composition of the envelope, the tightness of the windows, the weather conditions, the natural ventilation habits of the users, and the usage of interior doors has been identified, in fact, it has been shown that **sleeping with the door closed in these apartments can triple the CO₂ levels in the room compared to sleeping with a door ajar or left open.**

- The most successful “age-friendly” interventions are those that promote **an improvement in the accessibility conditions, mainly at the entrance to the buildings or regarding the placement of an elevator, and guarantee adequate conditions of interior mobility in the dwellings, especially in bathrooms and kitchens.** The results show that there are certain interventions, several of which involve investment costs of less than 1,000 € per house, that, in addition to introducing a great social benefit and improvement in interior comfort, can also become economically feasible due to the economic revaluation of the property.

- In energy retrofitting, **passive measures**, in addition to yielding a reduction in energy demand and regulation of internal thermal comfort, introduce a substantial reduction in the percentages of energy consumption with no assumption of a large economic investment, thereby rendering them the most viable and **suitable measures for low-energy-consumption scenarios**, where a large proportion of the elderly population is generally encountered, due to their financial vulnerability.

- **The operating conditions and consumption standards in the energy certification systems are excessive compared to the real consumption data**, which implies major biases in the viability of the results offered by these official tools. This represents a political challenge for their adjustment to more realistic levels for the situation of each neighbourhood.

- The assessment systems for the decision-making developed, by integrating multiple variables and influencing factors, lead to the affirmation that in any residential rehabilitation process it is necessary to find a **balance in the duality of generating the least possible impact during the renovation work and providing the greatest benefit after the renovation.**

- The extension to an international context, in countries of southern and northern Europe, has been very **useful in the acquisition of new knowledge with prestigious researchers**, the identification of the main features, and the introduction of the main action strategies and advantageous mechanisms identified in housing renovation.

This research introduces major contributions in the field of knowledge of housing renovation, which represents a broad and complex research topic, and hence it remains capable of continuously incorporating new ideas and facing new opportunities, several of which are taken into account in future research opportunities.

7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las contribuciones de esta investigación han establecido una base científica en el estado del conocimiento de la rehabilitación residencial, a raíz de afrontar la obsolescencia urbana y el envejecimiento de la población, que suscitan el interés por afrontar nuevas líneas de investigación. Se pretende que los futuros estudios que se detallan en esta sección sean parte de una futura investigación postdoctoral o integradas en nuevos proyectos financiados, de carácter interdisciplinar, que añadan nuevas contribuciones al mundo del saber.

Una línea inmediata será la de **incorporar una evaluación medioambiental en las herramientas y modelos desarrollados para la toma de decisiones en la rehabilitación residencial**, a través de nuevos estudios que valoren el análisis ciclo de vida de los materiales y las técnicas de rehabilitación, cuantificando las emisiones de dióxido de carbono producidas por cada intervención o paquetes de acción, y determinar el modo de ponderarse en una evaluación integral junto con los aspectos constructivos, sociales y económicos tenidos en cuenta.

Teniendo en cuenta que la investigación llevada a cabo se ha centrado en barrios generalmente construidos en el periodo entre 1940 y 1980, surge una nueva oportunidad de **ampliar el ámbito de aplicación y desarrollar nuevos estudios** sobre el diagnóstico, la gestión y la toma de decisiones en la rehabilitación residencial **en edificios singulares, con una mayor antigüedad e incluso con una determinada protección patrimonial**, que permita modificar y reconducir los mecanismos de control y evaluación de las acciones de rehabilitación en estas tipologías así como de tener en cuenta nuevos factores de influencia emergentes a través de las limitaciones añadidas que implica considerar este tipo de edificación.

Relativo a la disciplina social, se considera necesario para futuros trabajos **elaborar mecanismos específicos de concienciación sobre los beneficios que introducen las acciones de rehabilitación residencial en la calidad de vida de las personas mayores**. Sería de utilidad tener colaboraciones interdisciplinares con sociólogos, psicólogos y/o médicos, para difundir los beneficios saludables de tener un hogar accesible, seguro y confortable y **tratar de reducir los prejuicios negativos que se tienen de las obras de rehabilitación**. Se pretende promocionar a la sociedad, a través de algún proyecto interdisciplinar, la rehabilitación residencial.

Otra nueva oportunidad de estudio se centra en identificar las principales variaciones en la gestión económica de la rehabilitación residencial **según el modelo de propiedad existente, ya sea en propiedad, alquiler a cooperativas con cesión de uso de por vida** (como se ha podido ver en el modelo sueco), **o alquiler común**. Sería de gran utilidad desarrollar una investigación interdisciplinar, con expertos en economía, que permita generar mecanismos de financiación optimizados según las estrategias de rehabilitación, los modelos de propiedad definidos y los niveles socioeconómicos establecidos en diferentes contextos urbanos.

Finalmente, la medición de los niveles de CO₂, temperatura y humedad relativa abre una interesante oportunidad de **ampliar y desarrollar una exhaustiva investigación sobre la calidad del aire en ambientes residenciales ocupados por los mayores**, que permita ampliar el diagnóstico e implantar soluciones y mecanismos que mejoren la calidad del aire. Esta investigación deberá incorporar la medición de compuestos orgánicos volátiles y otras partículas existentes en el interior de las viviendas, conocer la afección a la salud y proponer estrategias de rehabilitación y patrones de uso en la ventilación natural a través de diferentes escenarios.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellán, A., Aceituno, P., Pérez, J., Ramiro, D., Ayala, A., & Pujol, R. (2019). Un perfil de las personas mayores en España 2019. In *Informes Envejecimiento en Red 22*. Retrieved from <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/enred-indicadoresbasicos2019.pdf>
- AENOR. Norma UNE 41805:2015. Building diagnosis (2015). Madrid. España.
- Aksoezen, M., Daniel, M., Hassler, U., & Kohler, N. (2015). Building age as an indicator for energy consumption. *Energy and Buildings*, 87, 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.074>
- Alberg Mosgaard, M., Kerndrup, S., & Riisgaard, H. (2016). Stakeholder constellations in energy renovation of a Danish Hotel. *Journal of Cleaner Production*, 135, 836–846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.180>
- Albors, M. Á. (2011). Estudio del modelo Andel de cooperativas de viviendas en cesion de uso y la posibilidad de cesión en España. *Universitat Politècnica de València, septiembre*. Retrieved from Universitat Politècnica de Valencia
- Alonso, C., Consuegra, F. M., & Lucas, P. (2013). *Consideraciones socioeconómicas para la rehabilitación energética de edificios*.
- Álvarez, I., Pérez, A., San Mateos, R., Torres, J., Urra, S., Usobiaga, E., ... Losada, S. (2015). *Manual de intervencion en vivienda. Mejora de calidad de la vivienda de personas de perfil sociosanitario de Ermua*. (A. de E. A. Sociocultural., Ed.). <https://doi.org/BI-250-2015>
- Aragonés, J. I., Amérigo, M., & Pérez-López, R. (2017). Residential satisfaction and quality of life. In *Handbook of Environmental Psychology and Quality of Life Research* (pp. 311–328).
- Arbizzani, E., Civiero, P., & Mangiatordi, A. (2018). Smart homes and services design approach for AAL in Italy. In *Innovative solution for an ageing society. Proceeding of Semarter Lives 2018*. (pp. 87–94).
- Arbizzani, E., & Mangiatordi, A. (2018). Smart housing design for the elderly: typological characters and technological solutions. In *Abitazioni sicure e inclusive per anziani*.
- Arumägi, E., Simson, R., Kuusk, K., & Kalamees, T. (2017). Analysis of cost-optimal minimum energy efficiency requirements for buildings.
- Ástmarsson, B., Jensen, P. A., & Maslesa, E. (2013). Sustainable renovation of residential buildings and the landlord/tenant dilemma. *Energy Policy*, 63, 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.046>
- Baglivo, C., Congedo, P. M., D'Agostino, D., & Zacà, I. (2015). Cost-optimal analysis and technical comparison between standard and high efficient mono-residential buildings in a warm climate. *Energy*, 83, 560–575. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.062>
- Barrios-Padura, Á., Mariñas, J. C., Molina-Huelva, M., Fernández Portero, C., de Luxan, M., Fernández-Ans, P., ... González Fustegueras, M. (2015). *(Re)Programa. (Re)habitation + (Re)generation + (Re)programming. The recycling and the sustainable management of the Andalusian housing stock. Management of habitable surroundings from the criteria of active aging, gender and urban habitability*. Seville.
- Barrios, Á., González, E., Mariñas, J. C., & Molina, M. (2015). *{Re} Programa. (Re)habitation + (Re)generation + (Re)programming. The recycling and the sustainable management of the*

Andalusian housing stock. Management of habitable surroundings from the criteria of active aging, gender and urban habitability. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/28314>

- Bethelmy, L. C., & Corraliza, J. A. (2019). Transcendence and sublime experience in nature: Awe and inspiring energy. *Frontiers in Psychology, 10*(MAR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00509>
- Bolis, I., Morioka, S. N., & Sznalwar, L. I. (2017). Are we making decisions in a sustainable way? A comprehensive literature review about rationalities for sustainable development. *Journal of Cleaner Production, 145*, 310–322. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.025>
- Bosch, J. (2008a). *Envejecimiento y vivienda: Las necesidades de la gente mayor en cataluña.* Centre d'estudis Demogràfics. Universidad Politècnica Catalunya.
- Bosch, J. (2008b). Envejecimiento y vivienda: Las necesidades de la gente mayor en cataluña.
- Boyle, F., & Thomson, C. (2016). Establishing an evidence base for adapting social housing for an ageing population. *Journal of Financial Management of Property and Construction, 21*(2), 137–159. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-06-2015-0021>
- Braulio-Gonzalo, M., Bovea, M. D., Ruá, M. J., & Juan, P. (2016). A methodology for predicting the energy performance and indoor thermal comfort of residential stocks on the neighbourhood and city scales. A case study in Spain. *Journal of Cleaner Production, 139*, 646–665. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.059>
- Burgess, G., & Morrison, N. (2016). Improving housing outcomes: the value of advice and support for vulnerable older people. *Journal of Housing and the Built Environment, 31*, 197–211. <https://doi.org/10.1007/s10901-015-9452-7>
- Campo, A., & Minguenza, Y. (2012). *Estudio de evaluación económica de la accidentabilidad de las personas mayores.* (F. Mapfre, Ed.).
- Campo, A., Minguenza, Y., & Hernandez, J. (2011). *Estudio de la accidentabilidad de las personas mayores fuera del hogar.* Instituto de Prevencion, Salud y Medioambiente. Fundacion Mapfre.
- Camporeale, P. E., Mercader Moyano, M. del P., & Czajkowski, J. D. (2017). Multi-objective optimisation model: A housing block retrofit in Seville. *Energy and Buildings, 153*(2017), 476–484. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.08.023>
- Canha, N., Lage, J., Candeias, S., Alves, C., & Almeida, S. M. (2017). Indoor air quality during sleep under different ventilation patterns. *Atmospheric Pollution Research, 8*(6), 1132–1142. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.05.004>
- Caputo, P., & Pasetti, G. (2015). Overcoming the inertia of building energy retrofit at municipal level: The Italian challenge. *Sustainable Cities and Society, 15*, 120–134. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.01.001>
- Carpio, A., Conde, J., Sánchez, Ó., & Velez, C. (2012). Documento Técnico sobre el Decreto Andaluz de Accesibilidad.
- Causapié, P., Balbontín, A., Porras, M., & Mateo, A. (2011). *Envejecimiento Activo. Libro blanco.* (P. S. e I. Ministerio de Sanidad, S. G. de P. S. y Consumo, & I. de M. y S. S. (IMSERSO), Eds.), IMSERSO (1ª).
- Ceapat-Imsero, Á. de A. y A. del. (2014). *Análisis de encuesta sobre vivienda a personas mayores.* Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. IMSERSO.

- Cermi. (2011). Obras y actuaciones de accesibilidad en comunidades de propietarios, 1–12.
- Consejería de Empleo Empresa y Comercio. (2015). *Estrategia Energética de Andalucía 2020. Andalucía, eficiente por naturaleza.*
- Couch, C., Fraser, C., & Percy, S. (2008). *Urban Regeneration in Europe. Urban Regeneration in Europe.* <https://doi.org/10.1002/9780470690604>
- Cuchí, A., & Sweatman, P. (2013). *Informe GTR 2014. Estrategia para la rehabilitación. Claves para transformar el sector de la edificación en España.*
- Cuchí, A., & Sweatman, P. (2014). Estrategia para la rehabilitación. Claves para transformar el sector de la edificación en España.
- De-Luxán, M., & Gómez, G. (2012). Estrategias de proyectos sostenibles. Edificios nuevos y rehabilitados energéticamente.
- De-Vicente, A., García, C., & Vicente, J. (2013). *La vivienda del mayor : condiciones y riesgos.* (Instituto de Prevención-Salud y Medio Ambiente, Ed.). Fundación Mapfre. <https://doi.org/M-30179-2013>
- Defensor del pueblo andaluz. (2010). El parque residencial sin ascensor en Andalucía: una apuesta por la accesibilidad. *Informe Especial Al Parlamento. Defensor Del Pueblo Andaluz.*
- del Barrio, E., Sancho, M., Herranz, D., & Díaz, U. (2012). “ ENVEJECIMIENTO VIVIENDA Y ENTORNO ” *Informe de la investigación cualitativa.* Retrieved from <http://www.matiainstituto.net/es/publicaciones/envejecimiento-vivienda-y-entorno-informe-de-la-investigacion-cualitativa>
- Diulio, M. de la P., Mercader-Moyano, P., & Gómez, A. F. (2019). The influence of the envelope in the preventive conservation of books and paper records. Case study: Libraries and archives in La Plata, Argentina. *Energy and Buildings, 183, 727–738.* <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.048>
- DOCOMOMO Foundation. (2013). Bairro das Estacas. Retrieved from http://www.docomomoiberico.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=1119:barro-das-estacas&Itemid=11&vista=1&lang=es
- European Commission. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Building (recast) (2010). Official Journal of the European Union.
- European Commission. (2012). The Barcelona Declaration of Active Ageing at Home, (October), 9–11. Retrieved from https://ec.europa.eu/eip/ageing/library/barcelona-declaration-active-ageing-home_en
- European Commission. (2014). Energy efficiency and its contribution to energy security and the 2030 framework for climate and energy policy, 520.
- European Commission. (2015). *Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). Featuring Country Reports.* Lisbon: ADENE.
- European Commission. An EU Strategy on Heating and Cooling (COM(2016) 51 final) (2016).
- European Commission. (2017). Sustainable regeneration in urban areas urbact ii, (april), 1–72. Retrieved from <http://urbact.eu/capitalisation-and-dissemination>
- European Commission. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament on the energy performance of buildings and energy efficiency (2018). Official Journal of the European Union.

- European Parliament. (2016). Boosting building renovation: What potential and value for Europe? Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587326/IPOL_STU\(2016\)587326_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587326/IPOL_STU(2016)587326_EN.pdf)
- European Union (UE). (2015). *Demography Report - Short Analytical Web Note*. European Commission. <https://doi.org/10.2767/769227>
- Eurostats. (2017). Newsrelease-Euroindicators February 2017, (February). Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7868348/2-14022017-BP-EN.pdf/da0c1c33-2d80-4cc2-9f34-de2dab92aac5>
- Femenias, P., Forsemalm, J., Jonsdotter, L., Punzi, E., Bogdanova, E., Thodelius, C., & Granath, K. (2019). Residential movement patterns in connection to renovation of rented multi-residential housing: A pilot study. In *HBE Helsinki 2019*.
- Femenías, P., Mjörnell, K., & Thuvander, L. (2018). Rethinking deep renovation: The perspective of rental housing in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.282>
- Fernández-Portero, C., Alarcón, D., & Barrios-Padura, Á. (2017). Dwelling conditions and life satisfaction of older people through residential satisfaction. *Journal of Environmental Psychology*, 49, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.11.003>
- Fernández-Valderrama, L., Frutos-Lozano, M., Prieto-Peinado, M., Ureta, C., & Rovira, I. (2011). Red internacional sobre regeneración integrada de barrios: transferencias entre universidad- sociedad ., 1–30.
- Fernández-Valderrama, L., Martín-Mariscal, A., & Ureta-Muñoz, C. (2017). *Rehabilitación urbana integrada: un proceso complejo pero ineludible*.
- Ferrante, A. (2014). Energy retrofit to nearly zero and socio-oriented urban environments in the Mediterranean climate. *Sustainable Cities and Society*, 13, 237–253. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.02.001>
- Frías, E., Queipo, J., & García, F. (2013). En Venecia también hay ascensores. Indicadores de mejora de la accesibilidad en edificios de vivienda.
- García, A. A., & Rodríguez, R. P. (2015). Un perfil de las personas mayores en España, 2015. Indicadores estadísticos básicos. *Informes En Red*, (2013). Retrieved from <http://digital.csic.es/handle/10261/109834>
- Gehl, J. (2013). *Ciudades para la gente*, 260.
- Gilleard, C., Hyde, M., & Higgs, P. (2007). The impact of age, place, aging in place, and attachment to place on the well-being of the over 50s in England. *Research on Aging*, 29(6), 590–605. <https://doi.org/10.1177/0164027507305730>
- Gobierno de España. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de la Presidencia., Real Decreto § (2007). España.
- Gobierno de España. Real Decreto 233/2013. Anexo II del Real Decreto 233/2013. Modelo tipo de Informe de Evaluación de los Edificios (IEE). Ministerio de la Presidencia. (2013).
- Green, M., Mora, R., Figueroa, C., Waintrub, N., & Ortúzar, J. de D. (2017). Towards a sustainable city: Applying urban renewal incentives according to the social and urban characteristics of the area. *Habitat International*, 68, 15–23. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2017.03.004>

- Guimarães, M. H., Nunes, L. C., Barreira, A. P., & Panagopoulos, T. (2016). What makes people stay in or leave shrinking cities? An empirical study from Portugal. *European Planning Studies*, 24(9), 1684–1708. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1177492>
- Heiskanen, E., Johnson, M., & Vadovics, E. (2013). Learning about and involving users in energy saving on the local level. *Journal of Cleaner Production*, 48, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.019>
- Hong, T., Taylor-Lange, S. C., D'Oca, S., Yan, D., & Corgnati, S. P. (2016). Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings. *Energy and Buildings*, 116, 694–702. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.052>
- Ibarloza, A., Malles, E., Ibarloza, E., & Heras-Saizarbitoria, I. (2018). The needs and effects of housing renewal policies in Spain: Implications for sustainability and accessibility. *Sustainable Cities and Society*, 40(November 2017), 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.037>
- IECA. (2016). Instituto Nacional de Estadística y Cartografía de Andalucía. Distribución espacial de la población en Andalucía.
- INE-PT. (2011). Instituto Nacional de Estatística de Portugal, Censo da População e da Habitação.
- INE. (2013). Instituto Nacional de Estadística, Censo de Población y Viviendas.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013). Proyección de la Población de España a Corto plazo, 2013-2023. *Instituto Nacional de Estadística, INE*(enero 2009), 1–9. Retrieved from www.ine.es
- Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). (2016). *Informe de Conservación del Edificio y Evaluación energética (ICE)*.
- International Energy Agency. (2013). *Transition to Sustainable Buildings. Strategies and Opportunities to 2050*. OECD/IEA. <https://doi.org/10.1787/9789264202955-en>
- International Energy Agency. (2017). *Energy Efficiency 2017*. <https://doi.org/10.1787/9789264284234-en>
- Invidiata, A., Lavagna, M., & Ghisi, E. (2018). Selecting design strategies using multi-criteria decision making to improve the sustainability of buildings. *Building and Environment*, 139(November 2017), 58–68. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.041>
- Jefatura del Estado. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, Pub. L. No. Ley 8/2013, 47964 (2013). España.
- Jensen, P. A., & Maslesa, E. (2015). Value based building renovation - A tool for decision-making and evaluation. *Building and Environment*, 92(November 2013), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.008>
- Kabisch, S., & Grossmann, K. (2013). Challenges for large housing estates in light of population decline and ageing: Results of a long-term survey in East Germany. *Habitat International*, 39, 232–239. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.12.003>
- Kovacic, I., Summer, M., & Achammer, C. (2015). Strategies of building stock renovation for ageing society. *Journal of Cleaner Production*, 88, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.080>
- Kumar, V., Ramkumar, M., & Samanta, D. (2018). A multi-criteria decision making approach for the urban renewal in Southern India. *Sustainable Cities and Society*, 42(April), 471–481. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.08.011>

- Kyttä, M., Broberg, A., Haybatollahi, M., & Schmidt-Thomé, K. (2016). Urban happiness: context-sensitive study of the social sustainability of urban settings. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(1), 34–57. <https://doi.org/10.1177/0265813515600121>
- Liang, X., Peng, Y., & Shen, G. Q. (2016). A game theory based analysis of decision making for green retrofit under different occupancy types. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1300–1312. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.200>
- Liu, Y., Liu, T., Ye, S., & Liu, Y. (2018). Cost-benefit analysis for Energy Efficiency Retrofit of existing buildings: A case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 177, 493–506. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.225>
- Lizana, J., Serrano-Jimenez, A., Ortiz, C., Becerra, J. A., & Chacartegui, R. (2018). Energy assessment method towards low-carbon energy schools. *Energy*, 159, 310–326. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.147>
- Lopes, M. A. R., Antunes, C. H., Reis, A., & Martins, N. (2016). Estimating energy savings from behaviours using building performance simulations. *Building Research & Information*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1140000>
- Lorenzo, E., Corraliza, J. A., Collado, S., & Sevillano, V. (2016). Preferencia, restauración y calidad ambiental percibida en plazas urbanas. *Psycology*, 7(2), 152–177. <https://doi.org/10.1080/21711976.2016.1149985>
- Luxán, M., Sánchez-Guevara, C., Román, E., Barbero, M. del M., & Gómez, G. (2017). *Rehabilitación exprés para hogares vulnerables. Soluciones de bajo coste*.
- Mangold, M., Österbring, M., Wallbaum, H., Thuvander, L., & Femenias, P. (2016). Socio-economic impact of renovation and energy retrofitting of the Gothenburg building stock. *Energy and Buildings*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.033>
- Martín-Consuegra, F., Alonso, C., & Frutos, B. (2015). La regeneración urbana integrada y la declaración de Toledo. *Informes de La Construcción*, 67(Extra 1).
- Martínez, A., & Mateo, A. (2008). *Economía y Personas Mayores*. (P. S. y D. Ministerio Educacion, F. y A. a la D. y a la D. Secretario de Estado de Política Social, & I. de M. y S. S. IMSERSO, Eds.) (Colección). IMSERSO.
- Mestheneos, E. (2011). Aging in place in the European Union. In International Federation on Ageing (Ed.), *IFA Global Ageing* (Vol. 7, pp. 17–24). Retrieved from <http://www.sisr.net/events/docs/obo6.pdf>
- Ministerio de Fomento. Documento Básico DB-SUA “Seguridad de Utilización y Accesibilidad”, del Código Técnico de la Edificación (2013).
- Ministerio de Fomento. (2014). Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España.
- Ministerio de Vivienda. (2009). *Condiciones de aceptación de Procedimientos alternativos a LIDER y CALENER*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Monzón, M., & López-Mesa, B. (2018). Buildings performance indicators to prioritise multi-family housing renovations. *Sustainable Cities and Society*, 38(November 2017), 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.024>
- Palermo, V., Walsh, C. L., Dawson, R. J., Fichera, A., & Inturri, G. (2018). Multi-sector mitigation strategies at the neighbourhood scale. *Journal of Cleaner Production*, 187, 893–902. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.223>

- Parracho-Neto, I. S. (2015). *Reabilitação Arquitectónica e Renovação Urbana: O caso do Bairro das Estacas em Lisboa*. Instituto Superior Técnico, Lisboa (Portugal). Retrieved from https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/844820067124902/ines_neto_71140_tese_completa.pdf
- Perera, P., Hewage, K., Alam, M. S., Mèrida, W., & Sadiq, R. (2018). Scenario-based economic and environmental analysis of clean energy incentives for households in Canada: Multi criteria decision making approach. *Journal of Cleaner Production*, *198*, 170–186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.014>
- Polo López, C. S., & Frontini, F. (2014). Energy efficiency and renewable solar energy integration in heritage historic buildings. *Energy Procedia*, *48*(0), 1493–1502. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.169>
- Pombo, O., Rivela, B., & Neila, J. (2016). The challenge of sustainable building renovation: Assessment of current criteria and future outlook. *Journal of Cleaner Production*, *123*, 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.137>
- Presidencia del Gobierno. Decreto 2429, de 6 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la edificación NBE-CT-79, sobre Condiciones Térmicas de los Edificios (1979). España.
- Pujol, R., Abellán, A., Pérez, J., & Ramiro, D. (2014). La medición del envejecimiento. *Informes Envejecimiento En Red*, *9*. <https://doi.org/2340-566X>
- Riera Pérez, M. G., Laprise, M., & Rey, E. (2018). Fostering sustainable urban renewal at the neighborhood scale with a spatial decision support system. *Sustainable Cities and Society*, *38*(December 2017), 440–451. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.038>
- Roders, M., & Straub, A. (2015). Assessment of the likelihood of implementation strategies for climate change adaptation measures in Dutch social housing. *Building and Environment*, *83*, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.014>
- Ruiz, C., Hernández, B., & Carmen Hidalgo, M. (2011). Confirmación de la estructura factorial de una escala de apego e identidad con el barrio. *Psycology*, *2*(2), 207–215. <https://doi.org/10.1174/217119711795712513>
- Ruza, J., In, J., Leung, I., Kam, C., Yee, S., & Ng, M. (2014). Sustainable , age-friendly cities : An evaluation framework and case study application on Palo Alto , California. *Sustainable Cities and Society*, *14*, 390–396. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.05.013>
- Sabater, T., & Maldonado, J. (2014). *Guia de estudio para la arquitectura de la Gerohabitacion, Cohabitacion y Emancipacion. Antecedentes y perspectivas de la vivienda con servicios para mayores*. Oficina Multimedia i Publicacions. Escola d'Arquitectura del Vallès.
- Santangelo, A., & Tondelli, S. (2017). Occupant behaviour and building renovation of the social housing stock : Current and future challenges. *Energy & Buildings*, *145*, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.019>
- Singh, M. K., Mahapatra, S., & Teller, J. (2013). An analysis on energy efficiency initiatives in the building stock of Liege, Belgium. *Energy Policy*, *62*, 729–741. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.138>
- Sixsmith, A., & Sixsmith, J. (2008). Ageing in place in the United Kingdom. *Ageing International*, *32*(3), 219–235. <https://doi.org/10.1007/s12126-008-9019-y>
- Stieß, I., & Dunkelberg, E. (2013). Objectives, barriers and occasions for energy efficient refurbishment by private homeowners. *Journal of Cleaner Production*, *48*, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.041>

- Tadeu, S. F., Alexandre, R. F., Tadeu, A. J. B., Henggeler, C., Simões, N. A. V., & Pereira, P. (2016). A comparison between cost optimality and return on investment for energy retrofit in buildings-A real options perspective. *Sustainable Cities and Society*, 21, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.11.002>
- United Nations. (2013). *The State of the World's Cities 2013*.
- Van Dijk, H., Cramm, J., Van Exel, J., & Nieboer, A. (2015). The ideal neighbourhood for ageing in place as perceived by frail and non-frail community-dwelling older people. *Ageing and Society*, 35(08), 1771–1795. <https://doi.org/10.1017/S0144686X14000622>
- Van Steenwinkel, I., Dierckx de Casterlé, B., & Heylighen, A. (2017). How architectural design affords experiences of freedom in residential care for older people. *Journal of Aging Studies*, 41(November 2016), 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2017.05.001>
- Vauclair, C., Lima, L., Abrams, D., Swift, H. J., & Bratt, C. (2016). What do older people think that others think of them, and does it matter? The role of meta-perceptions and social norms in the prediction of perceived age discrimination. *Psychology and Aging*, 31(7), 699–710. <https://doi.org/10.1037/pag0000125>
- Vázquez, L., & Salazar-Martínez, B. (2010). Arquitectura , vejez y calidad de vida . Satisfacción residencial y bienestar social. *Journal of Behavior, Health & Social Issues*, 2, 57–70. <https://doi.org/10.5460/jbhsi.v2.2.26791>
- Vilches, A., Barrios Padura, Á., & Molina Huelva, M. (2017). Retrofitting of homes for people in fuel poverty: Approach based on household thermal comfort. *Energy Policy*, 100(October 2016), 283–291. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.10.016>
- Wallis, H., Nachreiner, M., & Matthies, E. (2016). Adolescents and electricity consumption; Investigating sociodemographic, economic, and behavioural influences on electricity consumption in households. *Energy Policy*, 94, 224–234. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.046>
- Weinsziehr, T., Grossmann, K., Gröger, M., & Bruckner, T. (2017). Building retrofit in shrinking and ageing cities: a case-based investigation. *Building Research & Information*, 45(3), 278–292. <https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1152833>
- World Health Organization. (2015). *World report on Ageing and Health*. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186463/1/9789240694811_eng.pdf
- World Population Data. (2018). Retrieved from www.worldpopdata.org
- WWF. Climate Strategy & Partners. (2012). Retos y oportunidades de financiación para la rehabilitación energética de viviendas en España. *Pace Pacing And Clinical Electrophysiology*, 36. Retrieved from www.wwf.es/edificios_eficientes
- Zacà, I., D'Agostino, D., Congedo, P. M., & Baglivo, C. (2015). Assessment of cost-optimality and technical solutions in high performance multi-residential buildings in the Mediterranean area. *Energy and Buildings*, 102, 250–265. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.038>
- Zaidi, A., Gasior, K., Zolyomi, E., Schmidt, A., Rodrigues, R., & Marin, B. (2017). Measuring active and healthy ageing in Europe. *Journal of European Social Policy*, 0958928716676550. <https://doi.org/10.1177/0958928716676550>
- Zapata, J. (2012). *Gestión de proyectos sociales y arquitectura gerontológica*.

9. ANEXOS

Congreso 2

“The status of the Andalusian residential building stock with the new requirements arising from the aging of population”

Obsolescence and renovation (AMPS). Sevilla (España)

http://architecturemps.com/wp-content/uploads/2016/04/SERRANO-JIM%3%89NEZ-A-BARRIOS-PADURA-A-MOLINA-HUELVA-M_-THE-STATUS-OF-THE-ANDALUSIAN-RESIDENTIAL-BUILDING-STOCK.pdf

Artículo 7

*“Indoor environmental quality in housing stock of the elderly:
Dealing the sick building syndrome through renovation strategies”*

Artículo actualmente en revisión en revista indexada

