
ARTÍCULO

Mejora energética de la envolvente como base de resiliencia en viviendas de pueblos de colonización

Energy improvement of the building envelope as a basis for resilience in housing of colonization villages

Saúl Morillo García

Universidad de Granada, Granada, España

Autor de contacto: saulmogar@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0002-0715-6588>

Juan Francisco García Nofuentes

Universidad de Granada, Granada, España

jnofuentes@ugr.es, <https://orcid.org/0000-0002-0952-1537>

Roser Martínez-Ramos e Iruela

Universidad de Granada, Granada, España

rosermartinez@ugr.es, <http://orcid.org/0000-0001-6974-5586>

Resumen: La presente investigación explora la oportunidad de revitalizar los pueblos de colonización surgidos tras la Guerra Civil española centrándose en la mejora energética de la envolvente de sus viviendas para reforzar la resiliencia de su arquitectura vernácula ante el cambio climático y el desarrollo urbano sostenible. A partir del examen de arquetipos representativos en tres localidades proyectadas por el arquitecto José García-Nieto Gascón, se evidencian carencias térmicas que justifican intervenciones de rehabilitación energética. Los resultados obtenidos permiten sentar las bases para futuros protocolos de intervención como herramientas estratégicas para sustentar la viabilidad de una gestión integral orientada a la regeneración del tejido urbano y la sostenibilidad de estos singulares núcleos. El planteamiento integra la conservación patrimonial como parte de un marco más amplio de regeneración urbana, cuya implementación podría resultar decisiva para garantizar la prosperidad de estas comunidades.

Palabras clave: sostenibilidad urbana; rehabilitación energética; resiliencia; entorno rural; arquitectura vernácula.

Abstract: *The present research explores the opportunity to revitalize the settlement towns established after the Spanish Civil War, focusing on the energy improvement of their dwellings' envelope to strengthen the resilience of their vernacular architecture in the face of climate change and sustainable urban development. By examining representative archetypes in three localities designed by architect José García-Nieto Gascón, thermal deficiencies become apparent, justifying energy rehabilitation interventions. The findings make it possible to set the foundations for future protocols as strategic tools for ensuring the feasibility of an integrated management approach that fosters urban regeneration and the sustainability of these unique settlements. This approach integrates heritage conservation as part of a bigger plan of urban regeneration, whose implementation could prove decisive for guaranteeing the prosperity of these communities.*

Keywords: *urban sustainability; energy rehabilitation; resilience; rural environment; vernacular architecture.*

Recibido: 05-01-2025 / **Aceptado:** 15-12-2025 / **Publicado:** 24-06-2026

Cómo citar: Saúl Morillo García, Juan Francisco García Nofuentes, Roser Martínez-Ramos e Iruela (2026). Mejora energética de la envolvente como base de resiliencia en viviendas de pueblos de colonización. *Informes de la Construcción*, 78 (581): 7200. <https://doi.org/10.3989/ic.7200>

Copyright: © 2026 CSIC. Este es un contenido de acceso abierto diamante distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Información complementaria ↓

1. INTRODUCCIÓN

Los pueblos de colonización españoles se gestaron en un momento estratégico del régimen franquista con el objetivo de impulsar una reforma agraria en el interior del país. Este proyecto representaba no solo una iniciativa de desarrollo rural, sino también un mecanismo para consolidar el modelo autárquico del gobierno, con profundas repercusiones políticas y económicas. Aunque su consolidación tuvo lugar durante el franquismo, el marco legislativo que dio origen a esta política se encuentra en la Ley de Colonización y Repoblación Interior, promulgada el 30 de agosto de 1907 [1]. Entre 1939 y 1971, bajo la supervisión del Instituto Nacional de Colonización (INC), se llevaron a cabo la construcción de más de trescientos pueblos de nueva planta en el territorio peninsular (Figura 1). Estas intervenciones no solo transformaron el paisaje agrario, sino que también impulsaron importantes obras civiles, como presas, acueductos y redes de carreteras [2], fundamentales para garantizar la sostenibilidad de las nuevas áreas de producción agrícola.



Figura 1. Distribución de los pueblos de colonización construidos a lo largo de las principales cuencas fluviales y costas. Elaboración propia.

Uno de los aspectos más sobresalientes de estos pueblos de colonización es su planificación urbanística. Cada núcleo urbano fue diseñado estratégicamente con una estructura coherente de espacios públicos y calles que facilitaban la orientación y el acceso a los distintos sectores de la localidad. Además, se observa una notable uniformidad en el lenguaje tipológico de las viviendas, una característica que, más allá de la mera funcionalidad, buscaba crear una identidad y estética propias. Este sentido de cohesión estética se lograba mediante el uso de materiales locales, técnicas de construcción tradicionales y modelos arquitectónicos que integraban de manera armoniosa elementos de la tradición y la modernidad [3].

A los modelos residenciales se sumaban los edificios públicos y dotacionales, los cuales no solo cumplían una función esencial en la vida diaria de los colonos, sino que también contribuían significativamente

a la identidad territorial de cada pueblo. Estas edificaciones, muchas veces icónicas dentro del paisaje urbano, servían como puntos de referencia y símbolos representativos de la nueva vida que se buscaba establecer en estas regiones. El caso de El Chaparral, en Granada, es un ejemplo claro de cómo la cartografía y el paisaje se integraron en la planificación de estos pueblos, donde la topografía, el uso del agua y las vías de comunicación jugaron un papel fundamental en la organización del territorio productivo [4].

Centellas y Jiménez [5] destacan la relevancia de las torres de las iglesias como elementos emblemáticos en los pueblos de colonización. Estas estructuras, al elevarse por encima de la vegetación circundante, se convertían en referentes visuales indiscutibles en el paisaje agrario, tal y como se menciona en escritos del primer autor sobre los pueblos de colonización de Fernández del Amo [6]. Su ubicación privilegiada, generalmente en la plaza central generada por la intersección de tramas ortogonales, confería a estos asentamientos una identidad visual y estética distintiva, fácilmente reconocible desde la distancia. Esta relación entre diseño arquitectónico y configuración del entorno posicionaba a los pueblos como auténticos laboratorios arquitectónicos, permitiendo a los arquitectos explorar nuevas propuestas estilísticas gracias a las libertades creativas otorgadas por el INC.

Los núcleos urbanos analizados constituyen un testimonio tangible de un periodo histórico concreto, proyectados *ex novo* con tipologías arquitectónico-constructivas que, aunque repetitivas y modernas, mantienen elementos que las hacen fácilmente reconocibles como tradicionales. Esta arquitectura, caracterizada por su identidad popular, se establece como un puente entre las tradiciones vernáculas y las corrientes de la modernidad europea de la época, subrayando tanto su valor estilístico como su vigencia histórica [1].

Actualmente, muchos de estos pueblos se encuentran en estado de semiabandono, con viviendas casi en ruinas o poblaciones muy envejecidas. De aquí la oportunidad de proponer una intervención energética sistémica que ponga en valor su importancia histórica, urbanística y constructiva, ayudando a frenar el abandono de las poblaciones del interior peninsular en favor de ciudades ya consolidadas y, a menudo, saturadas. En este sentido, la experiencia acumulada en la gestión de la rehabilitación sostenible en grandes conjuntos de las periferias urbanas por las administraciones públicas locales, como señala Ruiz Palomeque [7], ofrece un marco de referencia valioso.

Consideraciones como las recogidas en el artículo “Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability, and Transformability” [8], nos invitan a reflexionar sobre la importancia de un enfoque que no solo preserve el patrimonio arquitectónico, sino que también fortalezca la resiliencia de estos núcleos frente a futuros desafíos, asegurando su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

En este contexto, la pertinente aplicación de estos planteamientos a los pueblos de colonización refuerza la necesidad de una gestión integral que considere tanto el patrimonio arquitectónico como el tejido social, asegurando la resiliencia y la viabilidad de estos núcleos en el futuro, tal y como se plantea en el marco teórico-práctico propuesto por Tweed y Sutherland en 2007 [9] y que justifica la oportuna e inédita aportación del presente estudio.

La estructura de la investigación se organiza en siete apartados. Comienza con una contextualización histórica de los pueblos estudiados, destacando su relevancia patrimonial. A continuación, el tercer punto describe la metodología utilizada para su análisis arquitectónico-constructivo, basada en la revisión bibliográfica y el trabajo de campo. El cuarto apartado establece el marco contextual nacional y justifica la selección de los casos analizados, lo que da paso a la definición de los objetivos en el quinto punto. En el sexto se desarrolla el estudio detallado de las características constructivas y el comportamiento energético de los arquetipos, concluyendo con una síntesis de los resultados y propuestas futuras.

Así, la mejora energética de la envolvente se plantea no solo como una intervención técnica, sino como una oportunidad para poner en carga un patrimonio residencial singular derivado de la excepcional experiencia de los pueblos de colonización, garantizando su continuidad y funcionalidad en el medio rural actual.

2. LOS PUEBLOS DE COLONIZACIÓN COMO REFLEJO DE IDENTIDAD CULTURAL Y TERRITORIAL

El territorio español ha sufrido diversas transformaciones territoriales a lo largo de su historia, pero sin duda la creación de los pueblos de colonización fue una de las actuaciones contemporáneas más decisivas para la reestructuración del funcionamiento interno del país tras la devastadora Guerra Civil. Cada uno de ellos fue concebido para responder a las características específicas del territorio donde se ubica, utilizando materiales locales y técnicas constructivas tradicionales. Esto no solo refuerza su valor como patrimonio arquitectónico, sino que también los convierte en emblemas de la identidad regional, preservando las tradiciones y el saber hacer de las comunidades rurales. [10]

La prolífica construcción de estos núcleos en la segunda mitad del siglo XX ha moldeado el paradigma rural actual constituyendo hoy en día un soporte esencial en el entorno metropolitano de muchas capitales de provincia [11].

El levantamiento de estos asentamientos surgió como una estrategia integral para reorganizar y revitalizar las áreas rurales afectadas por los tres años de conflicto bélico, mientras se establecía un control eficiente sobre la población y el territorio. Bajo las pautas proyectuales marcadas por el INC a partir de ingeniosos proyectos basados en una arquitectura de supervivencia, se pone en valor la utilización de técnicas constructivas tradicionales con materiales del entorno, pero bajo principios del Movimiento Moderno que conectaban con la arquitectura de vanguardia del momento.

Desde un análisis a escala urbana, la relevancia de los pueblos de colonización se encuentra en la fuerte conexión entre el entorno construido y el entorno agrícola, una característica que en su momento respondía a la necesidad de la población de huir de las ciudades cada vez más industrializadas e insalubres. Esta tendencia, propia del siglo pasado, ha vuelto a cobrar vigencia en los últimos años, como lo demuestra el creciente interés por viviendas en núcleos del área metropolitana que ofrecen entornos más naturalizados y una mayor disponibilidad de espacios abiertos. [12]

Se entiende así el territorio como un sujeto imprescindible para abordar el desarrollo urbano y proveer de espacios de calidad a la nueva urbanización [13], tal como sucedió en los años 20 y 30 del siglo pasado especialmente en actuaciones como la del Agro Pontino en Italia [14], donde se promovió una mayor sensibilización hacia el entorno territorial, integrando el paisaje y la naturaleza próximos como parte fundamental de la planificación.

En la escala edificatoria, ya en un nivel más próximo, la vivienda adquiere un papel central en el marco rural colonizador al convertirse en el elemento más visible y tangible tanto para los residentes como para los posibles visitantes. La arquitectura doméstica de estas poblaciones constituye, además, el hilo conductor que permite identificar un patrón de integración entre pueblos, arquitectos y territorios, favoreciendo la interacción multiescalar propia de la realidad colonizadora [12]. Estas viviendas ofrecieron soluciones diversas que combinaban el abaratamiento de costes con la adaptabilidad a la trama urbana, logrando una síntesis entre funcionalidad y economía.

Rabasco [15] destaca cómo las primeras edificaciones construidas por el INC durante la década de 1940 representaron un punto de partida fundamental en la optimización de técnicas y materiales empleados en la construcción de residencias. Estos proyectos permitieron mejorar los estándares de salubridad y habitabilidad en la vivienda rural, algo especialmente preocupante en aquella época, incorporando el aprendizaje heredado de las prácticas constructivas vernáculas.

Así mismo, se ha comprobado que la planificación urbana sostenible original de los poblados facilitó su inserción y desarrollo en el medio territorial agrario; sin embargo, es la escala residencial la que posibilita la integración social dentro del núcleo urbano ya consolidado. Es así como las casas se convierten en el vínculo de unión de las personas con el pueblo, su territorio y su entorno metropolitano.

Es precisamente en este punto donde se localiza el potencial urbano sostenible de la colonización agraria. Actualmente, muchos de estos pueblos se encuentran en un estado de cuasi abandono a

pesar de su proximidad a las ciudades debido a su deterioro arquitectónico y deficiencias en materia energética. [16] Esta situación no es nueva, ya que en la década de los 70 las primeras intervenciones del Instituto Nacional de Colonización manifestaron procesos patológicos en las construcciones, los cuales se solventaron de manera puntual. De hecho, las últimas actuaciones del INC en materia de vivienda no consistieron en nuevas construcciones, sino en la rehabilitación de residencias abandonadas o en mal estado [15].

Entre los aproximadamente ochenta arquitectos que intervinieron en la redacción de estos proyectos de colonización se encuentran técnicos españoles ilustres como Alejandro de la Sota, José Antonio Corrales, Antonio Fernández Alba o José Luis Fernández del Amo, entre otros [17]. En la región de Andalucía destacó el arquitecto José García-Nieto Gascón, responsable de la redacción y dirección de obra de, al menos, una docena de estos singulares proyectos.

Será precisamente este último el que servirá como referente de estudio de esta investigación.

La posibilidad de desarrollar protocolos de actuación sobre estos prototipos de viviendas se plantea como una alternativa a la construcción de obra nueva en capitales saturadas, promoviendo la rehabilitación del entorno ya consolidado.

3. METODOLOGÍA

Para abordar el estudio sobre los pueblos de colonización en España y su evolución hacia una sostenibilidad vernácula, se plantea una metodología que combina el análisis histórico, el estudio de casos y la evaluación arquitectónica y urbanística, con un enfoque centrado en la caracterización constructiva propia de los arquetipos identificados.

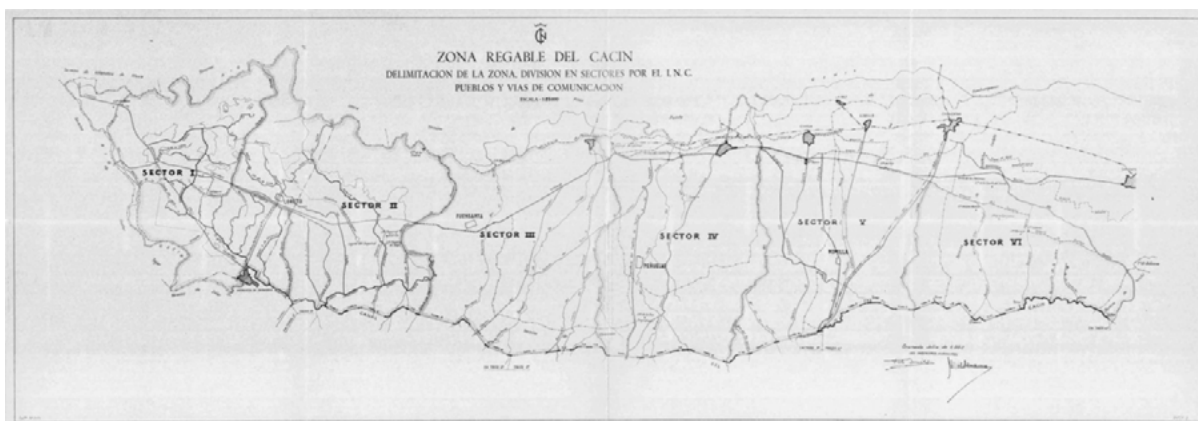


Figura 2. Localización de los pueblos de Loreto, Fuensanta, Peñuelas y Romilla (Granada) y división por sectores de la cuenca hidrográfica del río Cacán. Fuente: Memoria original del proyecto del pueblo de Loreto (Moraleda de Zafayona, 1956).

Partiendo de las fuentes bibliográficas ya analizadas por Flores Soto (2013) [13] en las que refiere obras como la de Moclús y Oyón [18] (1988), las tesis doctorales de Oyón Bañales [19] (1985), García Navarro [20] (1988) y Calzada Pérez [21] (2007) o publicaciones como la de Centellas [6] (2010) o la del Boletín nº 52 del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico [10] (2008), en las que se indaga estas poblaciones desde el punto de vista urbano y territorial, se continúa con un detallado análisis de fuentes primarias depositadas en el archivo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y otras colecciones privadas (Figura 2). En los diferentes expedientes hallados se reúnen interesantes planimetrías y memorias de proyectos originales, así como normativa urbanística de la época [22]. Este análisis permitirá contextualizar la evolución de las técnicas constructivas y los materiales utilizados.

A continuación, se presenta la selección de tres pueblos proyectados por el arquitecto José García-Nieto Gascón, elegidos tanto para delimitar la investigación como por su capacidad de ejemplificar la

aplicación coherente de las tipologías arquitectónicas estudiadas: El Chaparral, Loreto y Navahermosa. Las dos primeras localidades se encuentran en la provincia de Granada, a escasos minutos en coche de la capital, mientras que la última se localiza en Sierra de Yeguas, provincia de Málaga.

A diferencia de otros sectores urbanos con una mayor concentración de vivienda según los imperativos dispuestos por un desarrollo urbanístico ya definido como puede ser el barrio de San Martín de Porres en Córdoba [16], la concepción paisajística ha condicionado la elección de estos núcleos de población que, igualmente, viene determinada por su conexión directa con ciudades ya consolidadas y su cercanía entre ellos, por el relativamente buen estado de conservación del patrimonio arquitectónico y por la posibilidad de cotejar *in situ* la información contenida en las memorias originales de cada proyecto, lo que permite analizar en detalle los materiales, técnicas constructivas y soluciones arquitectónicas empleadas, documentando cómo estas características vernáculas se han mantenido o adaptado en el tiempo. Asimismo, es necesario destacar las visitas de campo a otras cuatro pedanías levantadas por el mismo arquitecto –Cotílfar, Buenavista, Peñuelas y Fuensanta, todas próximas a Granada–, las cuales han permitido verificar la aplicación del mismo patrón arquitectónico-constructivo que caracteriza a estos núcleos poblacionales. (Figura 3).



Figura 3. Localización de las actuaciones realizadas por José García-Nieto Gascón dentro de Andalucía. Elaboración propia.

Posteriormente, se realiza un análisis comparativo que evalúa las soluciones constructivas, detectando las variaciones y continuidades en el uso de técnicas y materiales locales y cómo éstas han contribuido a la resiliencia y sostenibilidad de las construcciones.

Finalmente, se lleva a cabo una evaluación de sostenibilidad centrada en la capacidad de estas soluciones constructivas para adaptarse a las exigencias contemporáneas. Para ello, se analiza la idoneidad de la utilización de materiales locales, técnicas tradicionales y diseños tipológicos que pueden integrarse en estrategias de sostenibilidad actuales. Con el apoyo de modelos energéticos que permitan simular el comportamiento térmico de cada tipología residencial se obtienen una serie de resultados que se sintetizan para proponer directrices que respeten y potencien la identidad vernácula en futuras intervenciones, asegurando que los pueblos de colonización sigan siendo referentes de sostenibilidad adaptada al contexto local.

Este análisis general se concreta a continuación mediante un protocolo metodológico de toma de decisiones que facilita la selección de soluciones constructivas coherentes y repetibles en entornos patrimoniales similares.

Con el objetivo de reforzar la transformación del estudio, se incorpora a continuación un protocolo sistemático para la selección de las soluciones constructivas aplicadas en los casos analizados. Esta

metodología se fundamenta en una evaluación multicriterio que favorece un análisis holístico, considerando de forma equilibrada aspectos patrimoniales, funcionales, económicos y energéticos.

El proceso metodológico seguido se estructura en las siguientes fases:

- a) **Caracterización del estado inicial** de los arquetipos, mediante levantamiento gráfico, visitas *in situ* y simulaciones energéticas (con CYPETherm HE Plus), identificando los sistemas constructivos predominantes en fachadas (fábrica de ladrillo o mampostería sin aislamiento), cubiertas (teja cerámica sobre estructura ligera) y carpinterías (originalmente de madera con acristalamiento simple).
- b) **Identificación de elementos deficitarios** en la envolvente térmica, con especial atención a fachadas, cubiertas y huecos, analizando sus prestaciones actuales en términos de transmitancia, estanquidad y compatibilidad con el mantenimiento patrimonial.
- c) **Análisis de alternativas técnicas** para cada elemento constructivo, valorando las siguientes variables:
 - o Reversibilidad y respeto patrimonial
 - o Viabilidad técnica y económica
 - o Mejora energética estimada
 - o Compatibilidad normativa
- d) **Selección de la solución base**, priorizando aquellas opciones replicables en contextos similares y justificando su elección. En el caso de las fachadas, se optó por un sistema de aislamiento interior con trasdosado de placa de yeso para conservar la estética original sin intervenir sobre fachadas protegidas; para las cubiertas, se planteó un aislamiento sobre forjado para no afectar a la teja existente; en las carpinterías, se priorizó la sustitución de elementos no originales por sistemas de aluminio con rotura de puente térmico y doble acristalamiento; y, en el caso de las soleras, se decidió no realizar ninguna actuación, ya que actuar sobre la solera en viviendas con escaleras supondría modificar la altura de la primera tabica del primer escalón, generando una disfunción de uso significativa y comprometiendo la accesibilidad, y la potencial mejora energética asociada a esta actuación no tendría un impacto significativo en la envolvente térmica.
- e) **Obtención de resultados** y valoración de su implementación en cada caso de estudio, comparándolo con baremos objetivos como puede ser el cálculo de la energía primaria consumida embebida en los sistemas constructivos seleccionados.

Como herramienta de síntesis, se presenta la siguiente tabla (Tabla 1) de decisión que resume de forma clara las principales opciones analizadas:

Tabla 1. Opciones constructivas y criterios de decisión aplicados. Elaboración propia.

Elemento	Opciones consideradas	Criterio patrimonial	Coste estimado	Mejora energética	Opción seleccionada
Fachada	Aislamiento interior / SATE	Alta (fachada protegida)	Media	Alta	Aislamiento interior (trasdosado)
Carpintería	Madera restaurada / Aluminio RPT	Media (no originales)	Baja	Alta	Aluminio con RPT
Cubierta	Aislamiento exterior / aislamiento interior	Alta (estructura visible)	Media	Media	Aislamiento interior mediante insuflado de lana mineral
Solera	Aislamiento inferior / no intervención	Baja (no visible)	Alta	Baja	No intervención

4. RENOVACIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE INMOBILIARIO ESPAÑOL

Para entender el potencial social, económico y urbano de las poblaciones de estudio es fundamental situarlas en el contexto del estado actual del parque inmobiliario nacional, marcado por una tendencia

urbanística de expansión descontrolada, resultado de políticas turísticas abusivas y una especulación inmobiliaria recurrente en las últimas décadas.

España, bajo el eslogan *Spain is different!*, abrió sus puertas al turismo masivo en la década de los 60. La imagen de país exótico, moderno y diferenciado del resto de Europa dio paso a un crecimiento exponencial del turismo que perdura hasta la actualidad, suponiendo un porcentaje importante del Producto Interior Bruto (PIB) nacional.

La llegada de visitantes británicos, alemanes y americanos se vio complementada por los denominados fondos buitres, inversores especulativos y desarrollos urbanos insostenibles. El urbanismo y la arquitectura españoles se convirtieron así en un negocio nacional e internacional, que eventualmente acabaría formando varias burbujas inmobiliarias [23]. Especialmente relevantes fueron las épocas de 1986-1991 y 1996-2007 marcados por una construcción descontrolada de viviendas en todo el país.

En el segundo periodo reseñado, España construía una media de 500.000 viviendas al año, representando dos tercios del total construido en Europa. La eventual crisis económica e inmobiliaria de 2008 puso a España en el punto de mira internacional, al consolidarse como un ejemplo de desarrollo urbano basado en la especulación más que en la sostenibilidad.

Actualmente, el parque inmobiliario español demuestra ser uno de los más envejecidos del continente a pesar de ser de los más extensos [24]. La media de edad de las viviendas es de cuarenta y cinco años, coincidiendo con la apertura al turismo y la primera burbuja inmobiliaria mencionada anteriormente. Se estima que un 30% del total de las residencias se construyeron antes de 1979 y solamente un 6% ha sido levantado en los últimos diez años.

El año de construcción de las viviendas influye directamente en su calidad, afectando a aspectos fundamentales como la salubridad, la accesibilidad y la habitabilidad. En muchas de estas edificaciones, especialmente las más antiguas, esto se traduce en graves deficiencias en materia energética y confort de los usuarios. Este problema se agrava en las construcciones realizadas en épocas en las que no existían normativas específicas sobre estas cuestiones.

Las zonas rurales fueron particularmente afectadas por estas carencias, lo que representó una de las mayores preocupaciones durante los primeros años de asentamientos colonizadores, tal como se mencionó anteriormente [15].

En España, el parque inmobiliario envejecido es responsable del 40% del consumo energético nacional y constituye la tercera causa de emisiones de CO₂ [25].

Esto crea la urgente obligación de renovación energética en gran parte del territorio nacional. Sin embargo, dicha tasa de renovación se encuentra actualmente en un 0,08% del entorno construido, muy por debajo de las actuaciones llevadas a cabo por países vecinos como Francia (2,01%) o Alemania (1,49%) [25].

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar estrategias y modelos de actuación que afronten el envejecimiento y la degradación del parque inmobiliario español, incluyendo los poblados de colonización construidos durante el siglo pasado.

En estos núcleos se observa una tendencia general al desuso, lo que implica un evidente riesgo de pérdida del valor patrimonial arquitectónico [26]. Algunos casos, como los de Cotílfar o Buenavista, han evolucionado desgraciadamente hacia un estado de destrucción casi generalizada. Afortunadamente, esta situación no se repite en poblaciones como Loreto, Navahermosa y El Chaparral, que han logrado mantenerse en mejores condiciones.

En este contexto, resulta imperativo conocer y comparar la ordenación de los pueblos objeto de estudio para comprender su realidad territorial y, en consecuencia, sus necesidades arquitectónico-construtivas, las cuales se describen a continuación.

Para ello, se incluye la planimetría de las localidades analizadas, reinterpretada por los autores a partir de documentación original, que constituye la base para observar y comparar la evolución de los diferentes núcleos. En esta documentación gráfica, se señalan en verde las viviendas originalmente proyectadas por el arquitecto que, hasta la fecha, no han sufrido cambios estructurales o constructivos significativos y que, por tanto, son susceptibles de las mejoras propuestas en este documento. Asimismo, se delimita la superficie original del pueblo mediante un trazado rayado, lo que permite contrastarla con la expansión actual del núcleo urbano. Cabe destacar que estos dibujos no incluyen el análisis de la conservación de escuelas, viviendas de maestros o naves de aperos, entre otros, ya que se considera que la actuación arquitectónica principal en estos núcleos estaba enfocada en las viviendas de los colonos. Toda la información documentada gráficamente se basa en el estudio bibliográfico de las memorias originales de los proyectos de Loreto y Navahermosa, redactados por su autor José García-Nieto Gascón, complementado con un exhaustivo trabajo de campo para la verificación del estado actual de los pueblos.

Loreto se edifica en 1957, con una marcada influencia racionalista [27]. Su trama no parece responder a un esquema excesivamente geométrico, topográfico o lineal y, aunque se aprecian dos vías perpendiculares relativamente importantes que conectan con caminos y localidades cercanos, se adapta más a una trama en torno a un espacio abierto central, algo lógico para una población de pequeño tamaño (Figura 4).

Este vacío, en este caso, se configura con un parque alrededor del cual se localizan los comercios, la iglesia y algunas viviendas. Las únicas dotaciones descentralizadas de dicho espacio son las escuelas. Actualmente se conservan estos usos, aunque los comercios se han transformado en su mayoría en residencial y los edificios terciarios se han ido diseminando a zonas más modernas para responder a las necesidades urbanísticas.

La evolución y el desarrollo de Loreto han sido bastante importantes, llegando a triplicar la superficie urbana y alcanzar los 1.376 habitantes censados en 2023. Este crecimiento hacia el sur puede explicarse por la proximidad al municipio de Moraleda de Zafayona y la localización de la autovía A-92 justo atravesando el eje del pueblo, lo que a su vez supone una importante frontera urbanística.



Figura 4. Plano actual de Loreto, Moraleda de Zafayona (Granada). E 1:6.000. Elaboración propia a partir de la planimetría original de proyecto y bases cartográficas actuales.



Figura 5. Plano actual de Navahermosa, Sierra de Yeguas (Málaga). E 1:6.000. Elaboración propia a partir de la planimetría original de proyecto y bases cartográficas actuales.

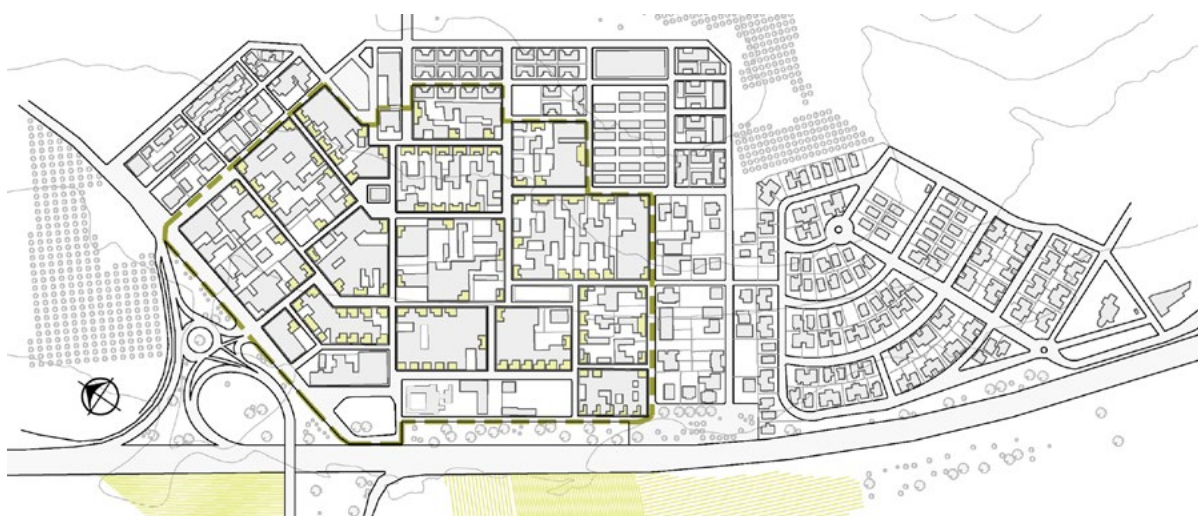


Figura 6. Plano actual de El Chaparral, Albolote (Granada). E 1:6.000. Elaboración a partir de la planimetría original de proyecto y bases cartográficas actuales.

Navahermosa, diseñada en Málaga en 1960, presenta, al igual que Loreto, una ordenación influenciada por corrientes europeas. Su planificación presenta una configuración lineal marcada por tres vías principales que estructuran longitudinalmente la alineación de las fachadas y definen los espacios libres. En contraste, la iglesia y los usos terciarios se concentran en un espacio abierto ubicado en la entrada del pueblo. El esquema ortogonal presenta ligeros ajustes en los viales principales, adaptándose a las irregularidades del terreno (Figura 5).

Aunque el proyecto original contemplaba una superficie significativamente mayor que la construida inicialmente en el núcleo granadino previamente detallado, su expansión urbana y demográfica ha sido limitada. La única ampliación observable corresponde a la urbanización de un par de manzanas al otro lado de la A-365, una barrera que, de forma similar a la A-92 en Loreto, funciona como límite físico para el crecimiento.

Por último, la intervención en El Chaparral, situada en el municipio de Albolote, destaca como la más significativa e integrada dentro del área metropolitana de Granada. Proyectada en el mismo año, su diseño refleja una disposición más ortogonal y mallada, con diversidad en la forma y tamaño de las parcelas. A diferencia del núcleo malagueño, no se aprecia un intento por adaptarse a las características del terreno, priorizándose un esquema funcional y uniforme (Figura 6).

Se trata de la actuación más grande de las tres analizadas y, probablemente, la mejor adaptada a su entorno urbano y territorial gracias a la localización estratégica próxima al Embalse de Cubillas y el enlace con la carretera GR-30, lo que ha permitido su conexión directa con la capital de provincia en menos de diez minutos.

Su expansión mantiene el criterio de trazado ortogonal original del pueblo, readaptando la alineación y dimensión de algunas manzanas para facilitar un mejor funcionamiento de la red viaria interna. Fuera del perímetro del núcleo urbano, en la parte sureste, se localiza una urbanización de viviendas unifamiliares adosadas y aisladas, cuya ordenación queda claramente definida por la orografía del terreno que ocupan.

Así, las tres localidades se podrían definir como actuaciones en las que lo tradicional y contemporáneo cohabitan, dando como resultado núcleos más o menos adaptados a su entorno y con la arquitectura como principal agente estilístico. Su potencial de mejora y expansión urbanística las convierte en localidades especialmente susceptibles de un desarrollo sostenible y circular, aliviando la saturación y densidad poblacional de las ciudades de Granada y Málaga.

El análisis comparativo de los núcleos estudiados, incluyendo Fuensanta, Peñuelas, Cotílfar y Buenavista, revela una variación significativa en el estado de conservación de su patrimonio arquitectónico. Factores como el tamaño del municipio, el envejecimiento demográfico y el estado general de las edificaciones parecen ser determinantes en este aspecto. Aunque las tres pedanías descritas en los párrafos anteriores han logrado adaptarse y expandirse en su entorno, no resulta posible compararlas con la realidad de otros pueblos. Esta situación pone de manifiesto, además, la necesidad de llevar a cabo intervenciones sistémicas en dichos asentamientos para revalorizar su tejido arquitectónico y social.



Figura 7. Patologías detectadas en Fuensanta (Pinos Puente) y Buenavista (Alhama de Granada). Fotografías de los autores.

5. OBJETIVOS: RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA

La crisis derivada de la pandemia del COVID-19 puso en evidencia carencias residenciales y urbanas en todo el mundo, provocadas por las inéditas condiciones generadas durante las estancias prolongadas dentro de los hogares. El confort térmico y acústico, así como los estándares básicos de salubridad, están estrechamente vinculados a una adecuada resiliencia energética, un tema que en los últimos años ha adquirido gran protagonismo en las ciudades. Un núcleo urbano que no cumpla con estos estándares no solo compromete la calidad de vida, sino que también contribuye al deterioro de la salud de las familias y a la degradación de la economía de la población.

La rehabilitación energética de la vivienda, como fórmula de desarrollo circular y sostenible, ofrece innumerables ventajas desde los puntos de vista constructivo, económico, medioambiental y de salud [25]. El propio término “resiliencia”, históricamente vinculado al ámbito de la psicología y entendido como la capacidad de un sistema para adaptarse a su entorno, ha evolucionado significativamente. Actualmente forma parte del vocabulario arquitectónico y urbanístico, consolidándose como un concepto clave gracias a numerosas disposiciones desarrolladas tanto a nivel europeo como en España.

Por parte de la Unión Europea se han lanzado propuestas y planes concretos para abordar este tema, teniendo como punto de partida el Pacto Verde Europeo (COM/2019/640), el cual tiene entre sus objetivos crear una Europa eficiente y competitiva mediante la completa renovación del sector de la construcción. En este sentido, se puede observar cómo se pone énfasis en la importancia del desarrollo sostenible mediante la recuperación del entorno construido y no mediante la construcción de obra nueva. La creación de los fondos *Next Generation EU* supone un estímulo más para la renovación del sector y la creación de un entorno sostenible. [24]

Para dar respuesta a las directrices propuestas por la Comunidad Europea, en España se abrió paso a la financiación directa del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (RD-ley 36/2020, de 30 de diciembre, y resolución de 29 de abril de 2021, por el que se aprueba el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia), el cual se centra en la reactivación económica del país mediante una transición ecológica en la edificación a través de objetivos clave como la transición verde, la descarbonización, la economía circular o la mejora de la resiliencia.

En relación con estas disposiciones, destaca el estudio realizado por Espinoza y Marmolejo [28], donde se analiza la posibilidad de implementar un “Pasaporte de Renovación de Edificios” en España, una medida ya introducida en la Unión Europea mediante la Directiva (UE) 2018/844 (Energy Performance of Building Directive-EPBD). Según este análisis, el estado español presenta un retraso considerable en este ámbito, ya que las herramientas disponibles para evaluar el comportamiento térmico de los edificios y planificar su renovación resultan, en muchos casos, escasas e insuficientes. Entre estas herramientas se incluyen el Libro del Edificio, el certificado de eficiencia energética y el Informe de Evaluación del Edificio (IEE), que sustituye a la antigua Inspección Técnica del Edificio (ITE) según lo establecido en la Ley 8/2013 de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

No cabe duda de que una vivienda que garantice condiciones adecuadas de habitabilidad y salubridad no solo mejora la calidad de vida de sus habitantes, sino que también contribuye a un impacto positivo tanto económico como social del entorno, incentivando la permanencia de la población y reduciendo la presión por migrar a ciudades saturadas.

Otro efecto significativo de la rehabilitación energética en estas poblaciones endémicas, caracterizadas por un parque inmobiliario obsoleto, es el ahorro económico a medio y largo plazo, estrechamente vinculado con la reducción de la demanda energética y las emisiones de CO₂ de los edificios. [29] Aunque las inversiones iniciales para la recuperación del inmueble en materia energética pueden ser elevadas, actualmente existen subvenciones estatales, autonómicas y locales que facilitan la realización de estas actuaciones, permitiendo un retorno económico en plazos menores a diez años. [30] A partir de ese momento, se genera un ahorro considerable en el consumo energético anual. Además, la rehabilitación

energética conlleva una revalorización inmediata de las viviendas, garantizando el cumplimiento de las exigencias en materia de eficiencia energética y habitabilidad.

En última instancia, se asegura una resiliencia constructiva del inmueble, fortaleciendo su valor en el tiempo.

Sendra et al. (2013) [31] destacan la importancia de diseñar estrategias de intervención energética adaptadas a las características climáticas y sociales de cada área para lograr una rehabilitación sostenible. En este estudio se demuestra que un menor uso de equipos de climatización en las zonas residenciales del sur de España no siempre está ligado a un menor consumo energético, ya que se deben tener en cuenta las particularidades constructivas de la edificación, las cuales pueden tener un mayor impacto en la demanda global que en otras zonas del país.

En el marco del diseño bioclimático, resulta fundamental destacar la metodología desarrollada por *Da Casa Martín et al. (2017) [32]*, donde se propone una zonificación climática para adoptar estrategias de confort pasivo adecuadas a cada zona. En el caso del análisis energético realizado a continuación para las poblaciones señaladas en apartados anteriores, se considerará la zona climática definida en el CTE para cada uno de los municipios a estudiar como una invariante más en la formulación de estrategias de intervención energética [33].

A continuación, se detalla la caracterización arquitectónico-constructiva de los arquetipos residenciales detectados en los núcleos urbanos desarrollados por José García-Nieto Gascón. Estas viviendas reflejan sistemas constructivos tradicionales y vernáculos, ampliamente utilizados en el levantamiento de diversos pueblos de colonización en la zona sur del país.

Como estrategia de rehabilitación energética se proponen una serie de medidas enfocadas en la optimización de la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que conforman la envolvente de los edificios. Se busca aumentar la eficiencia energética y mejorar las condiciones de habitabilidad consiguiendo un entorno urbano más sostenible y resiliente.

6. DISCUSIÓN Y RESULTADOS: HACIA UNA SOSTENIBILIDAD VERNÁCULA

En el ámbito de la rehabilitación y recuperación del entorno construido, los pueblos de colonización se configuran como un universo de estudio de gran interés debido a su condición patrimonial susceptible de adaptación a las nuevas políticas resilientes. Se considera así la oportunidad de este estudio para poner en valor los criterios de sostenibilidad sobre este patrimonio heredado mediante el análisis de los patrones morfológicos y constructivos de los arquetipos que caracterizan estos núcleos poblacionales.

Estos poblados, como muchas localidades del interior de la península, se caracterizan por una austeridad constructiva que emplea materiales locales y recursos técnicos limitados, lo que, junto con un mantenimiento insuficiente, ha favorecido su progresiva degradación.

En este contexto, como se ha mencionado, destacan los poblados proyectados por el arquitecto José García-Nieto Gascón, contruidos siguiendo patrones arquitectónico-constructivos que definen hasta siete arquetipos diferenciados, clasificados en la bibliografía original con una nomenclatura de la A a la G (*Figura 8*). Estos modelos se aplicaron en la construcción de todas las localidades visitadas, incluyendo Fuensanta, Buenavista, El Chaparral, Peñuelas, Navahermosa, Cotílfar y Loreto.

La diversidad de arquetipos de viviendas identificados se aplica indistintamente en los diferentes pueblos analizados, con ligeras variaciones en esquinas o viviendas pareadas, que modifican el diseño base de los modelos. Esta estrategia refleja la lógica del arquitecto al buscar una estandarización en el desarrollo colonizador y en la arquitectura vernácula [34].

La repetición de estos modelos arquitectónicos facilita el diseño de un protocolo común de intervención energética, basado en una caracterización constructiva detallada. Este enfoque permite analizar los

patrones de comportamiento energético, proporcionando los datos necesarios para una evaluación precisa de sus deficiencias y necesidades.

La mayoría de las viviendas analizadas cuentan con una envolvente construida con fábrica de ladrillo hueco doble (29x14x9 cm). Sin embargo, en algunos casos dependiendo de su localización, esta se sustituye por un muro de mampostería de unos 30 cm de espesor (Figura 9). Otra posible invariante en la elección de uno u otro cerramiento de fachada podría estar relacionada con el año de construcción del pueblo. No obstante, dado que todos los núcleos estudiados se ejecutaron en un período de cuatro años, parece más probable que la disponibilidad del material local utilizado en obra haya sido un factor determinante.

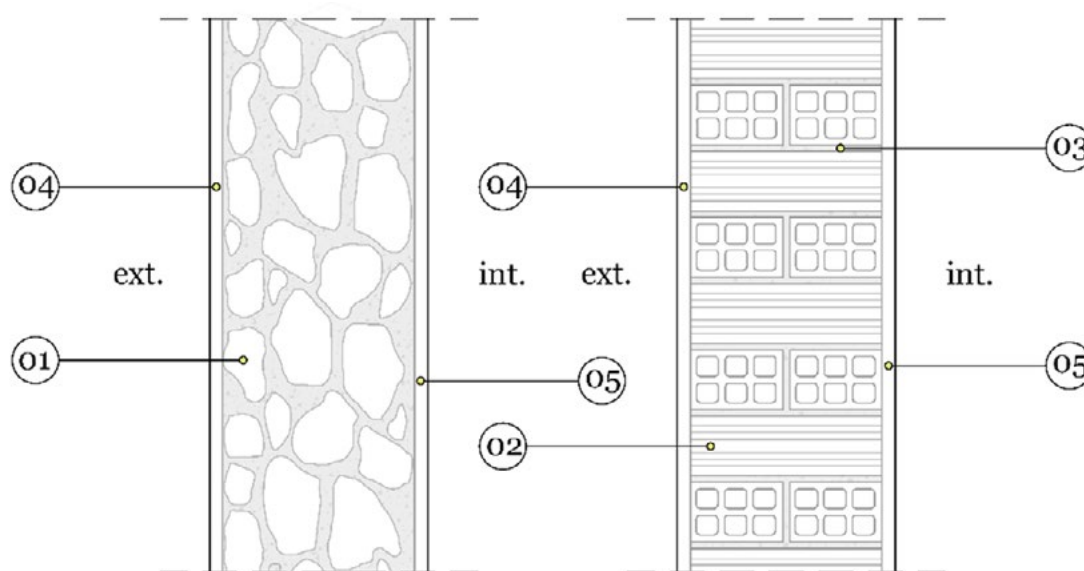


Figura 9. Caracterización constructiva de las fachadas identificadas. Elaboración propia. 01 – Fábrica de mampostería (espesor variable según localización), 02 – Fábrica de ladrillo cerámico hueco doble (29x14x9 cm), 03 – Mortero de cemento para llaga y tendel, 04 – Enfoscado y enlucido de mortero de cemento para exterior (e = 20 mm), 05 – Guarnecido y enlucido de yeso para interior (e = 20 mm).

Ninguno de los sistemas cuenta con cámara de aire intermedia ni incorporación de aislamiento térmico de ningún tipo (Figura 9), lo que supone una gran oportunidad de actuación con respecto a la envolvente de estas construcciones, pero dificulta su caracterización al no ser posible encontrar correspondencia con el Catálogo de Elementos Constructivos (CEC) del CTE.

Siguiendo el análisis de tipologías constructivas desarrollado por Jiménez *et al.* (2022) [35], se propone una caracterización de fachada tipos F20.A.1 (fábrica de ladrillo cerámico con revoco exterior sin cámara de aire ni aislamiento) y F20.L.1 (igual que la anterior, pero de materialidad pétrea). La recopilación de datos sobre elementos constructivos en los sistemas de envolvente del edificio, y en especial de la fachada, es fundamental para abordar un correcto estudio energético y plantear una intervención coherente.

La solera en contacto con el terreno es de hormigón, de unos 10-20 cm de espesor según la sección que se tome de referencia. Por las catas realizadas en algunos casos, se supone como generalizado que el vertido se realizaba directamente sobre un encachado de grava compactado, sin lámina de separación intermedia. El paquete de acabado consiste en baldosines hidráulicos superiores recibidos con mortero de cemento. En aquellas viviendas con dos niveles de altura, el forjado se ejecuta con viguetas de hormigón armado, bovedillas cerámicas y capa de compresión, dando un espesor total de forjado de 30 cm.

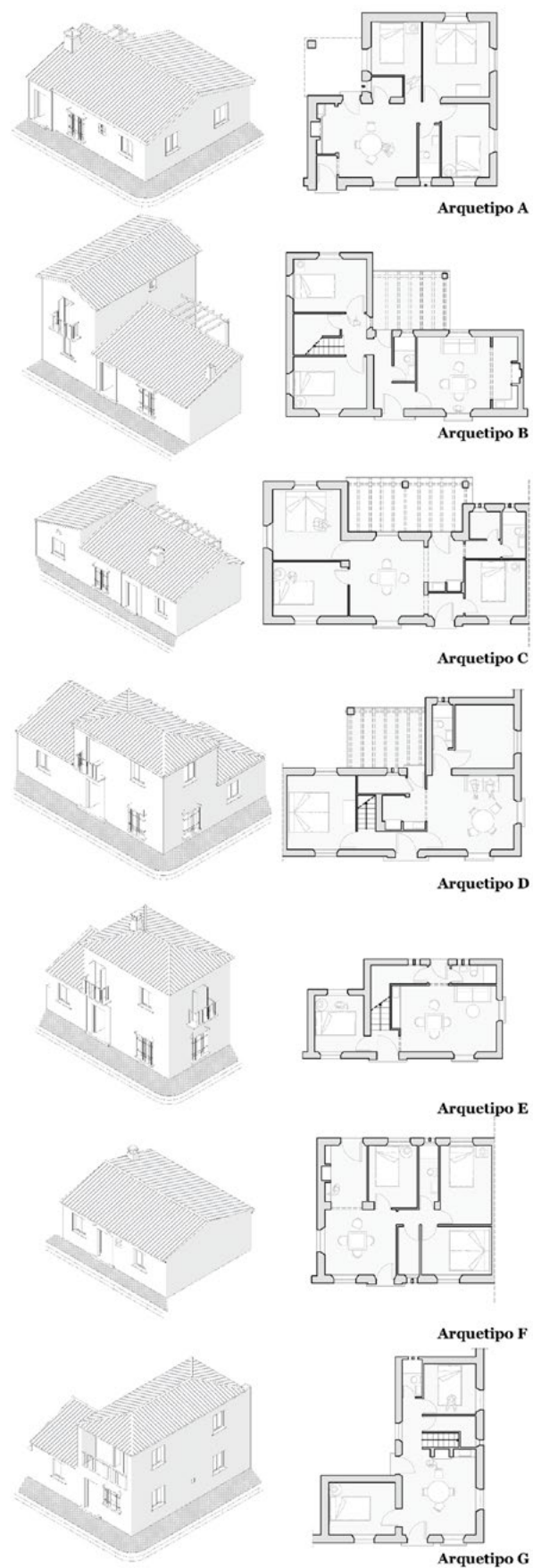


Figura 8. Planta baja de los arquetipos residenciales identificados en los pueblos proyectados por José García-Nieto Gascón. Elaboración propia.

Si bien la estructura principal de las viviendas se resuelve principalmente por muros de carga perimetrales y, según la superficie de la vivienda, uno intermedio; los dinteles y las vigas presentes en estas edificaciones se resuelven mediante hormigón armado de 350 kg, aunque se intuye que el acero utilizado en el armado de la mayoría de los poblados construidos por el INC es liso, ya que las barras corrugadas no se estandarizaron hasta la década de los 60.

El hormigón, inicialmente reservado casi exclusivamente como sistema estructural para la construcción de iglesias debido a su elevado coste y carácter innovador [5], comenzó a ser empleado progresivamente en las viviendas durante la consolidación del modelo constructivo promovido por el INC en las décadas de 1960 y 1970.

Este cambio, impulsado por arquitectos vanguardistas, reemplazó los tradicionales machones de ladrillo por pilares de hormigón armado, ampliando su uso más allá de elementos específicos como vigas pretensadas y bovedillas, hacia un protagonismo creciente en el diseño estructural de las viviendas.

La cimentación, descrita en las memorias originales, se define como de hormigón con piedras machacadas y mortero de cemento de 150 kg, aunque también se contempla la opción de una cimentación de mampostería hormigonada, dependiendo de las condiciones locales.

En cuanto a la cubierta, esta se resuelve mediante un diseño inclinado con rasillones cerámicos soportados sobre tabiquillos palomeros y una cubrición de tejas cerámicas. Los tabiques interiores se construyen con ladrillo hueco simple, guarnecido y enlucido de yeso en ambos lados, con un espesor aproximado de 10 cm. Por su parte, las escaleras se ejecutan a la catalana, utilizando tres tableros de rasillas, con el primero recibido con yeso y los restantes con mortero de cemento.

Las carpinterías originales son de madera con cristales monolíticos, aunque durante el reconocimiento *in situ* se detecta que en los últimos años éstas se han ido modernizando por carpinterías de PVC con doble acristalamiento. Se siguen manteniendo los elementos originales en los pueblos menos consolidados y con mayor grado de abandono.

Es importante recordar que la arquitectura de los pueblos de colonización presenta una notable diversidad y no puede generalizarse, ya que surge de la interacción entre las nuevas tendencias estéticas y las tradiciones locales. La elección de materiales y técnicas constructivas variaba considerablemente en función de las características geográficas y climáticas de cada región. Por ejemplo, en el caso de Vegaviana (1954), obra de Fernández del Amo en la provincia de Cáceres (Extremadura), se observa una adaptación al entorno mediante el uso de mampostería de lajas de pizarra [33], una solución constructiva profundamente arraigada en la tradición arquitectónica de la Sierra de Gata.

Así pues, estos proyectos se ajustaron a un modelo de construcción tradicional, sin incorporar innovaciones técnicas, adaptándose a la limitada disponibilidad de materiales y a la necesidad de una ejecución rápida para garantizar el realojo de la población en aquella época. Sin embargo, estas características no cumplen con los estándares actuales de confort térmico y acústico, lo que refuerza la necesidad de emprender actuaciones integrales de rehabilitación.

Es necesario mencionar, aunque no sea objeto de la intervención descrita a continuación, que las instalaciones originales de estas viviendas eran extremadamente rudimentarias, limitándose al suministro básico de luz, agua y saneamiento. La ventilación se resolvía de forma natural y no se contemplaba la incorporación de sistemas de climatización.

Para plantear una propuesta coherente de rehabilitación y mejora térmica y energética, es fundamental partir de un análisis inicial del estado actual de las edificaciones. Con este propósito, se realiza una simulación energética empleando el procedimiento general mediante la herramienta homologada CYPETherm HE Plus. A continuación, se presentan las condiciones iniciales para el análisis energético de los arquetipos residenciales.

Debido a la gran cantidad de tipologías de vivienda presentes en las localidades estudiadas se decide elegir las viviendas tipo B y F como las más representativas de todos los modelos debido a su forma, tamaño y número de plantas.

El modelado de cada tipología se consigue mediante metodología BIM con la herramienta IFC Builder, concretando alturas y espesores de los elementos principales de la envolvente térmica, así como los recintos habitables y no habitables. La especificación matérico-constructiva se realizará posteriormente en el programa de certificación energética. La simulación realizada en este último software utiliza materiales de la biblioteca de HULC según normas UNE EN ISO 6946, 13370 y 10456.

Ante el desconocimiento general de la situación actual de cada vivienda en términos de instalaciones se decide seguir lo descrito en el CTE DB HE0 para el procedimiento de determinación del consumo energético. Definiendo los sistemas de referencia para edificios de uso residencial privado en la Tabla 4.5-HE0: producción de calor y ACS mediante gas natural y producción de frío con electricidad con rendimientos nominales de 0,92 y 2,60, respectivamente.

Las temperaturas de consigna se obtienen del RITE, las condiciones climáticas del propio CYPETherm HE Plus y se verifica el cumplimiento de los caudales mínimos para ventilación en locales habitables descritos en la **Tabla 2.1.** del CTE DB HS3 para viviendas de tres o más dormitorios.

El análisis energético realizado arroja una calificación de demanda energética y emisiones de CO₂ de calificación F y G. Se procede, una vez obtenidos los resultados de la realidad energética actual de las edificaciones, a detallar una intervención general de rehabilitación energética.

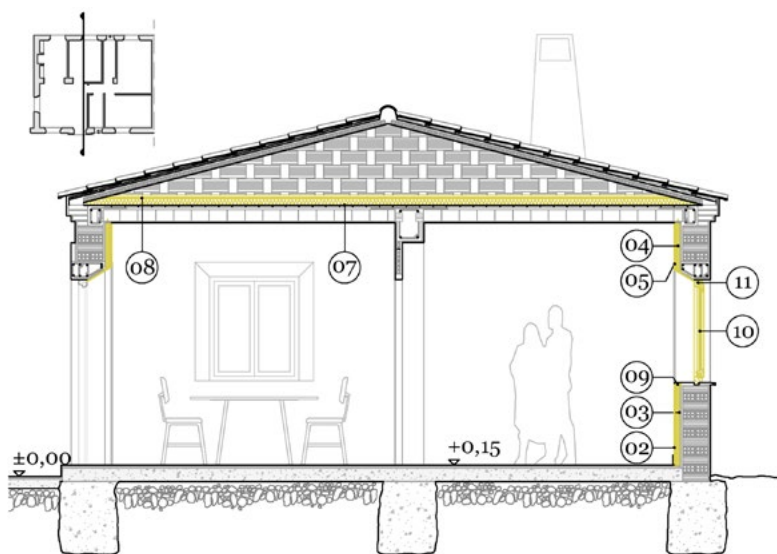


Figura 10. Sección constructiva de la vivienda tipo F, incluyendo las mejoras energéticas propuestas. Escala 1:100. Elaboración propia. 02 – Fijación mecánica del panel PYL a los montantes, 03 – Cámara de aire ($e \geq 10$ mm), 04 – Aislante de lana de roca ($e = 48$ mm), 05 – Placa de yeso laminado ($e = 15$ mm), 06 – Lámina de vapor como trasdosado de aislante, 07 – Aislante de lana de roca ($e = 80$ mm), 08 – Espuma de poliuretano, 09 – Vidrio de doble acristalamiento, 10 – Carpintería con rotura de puente térmico (RPT).

En el caso de la fachada, principal elemento de la envolvente térmica del edificio y componente esencial en la conservación del valor estético de los modelos arquitectónicos se opta por un aislamiento trasdosado en el interior de las viviendas. Se elige conservar la estética de la fachada a cambio de perder unos pocos m² en el interior de la casa. En el muro de mampostería se elige un espesor de 62 mm para el aislante y, para la fábrica de ladrillo, uno de 48 mm. En el primer caso se pasa de una transmitancia térmica $U = 2,24$ W/(m²·K) a $U = 0,39$ W/(m²·K); en el segundo caso se pasa de $U = 1,17$ W/(m²·K) a $U = 0,41$ W/(m²·K).

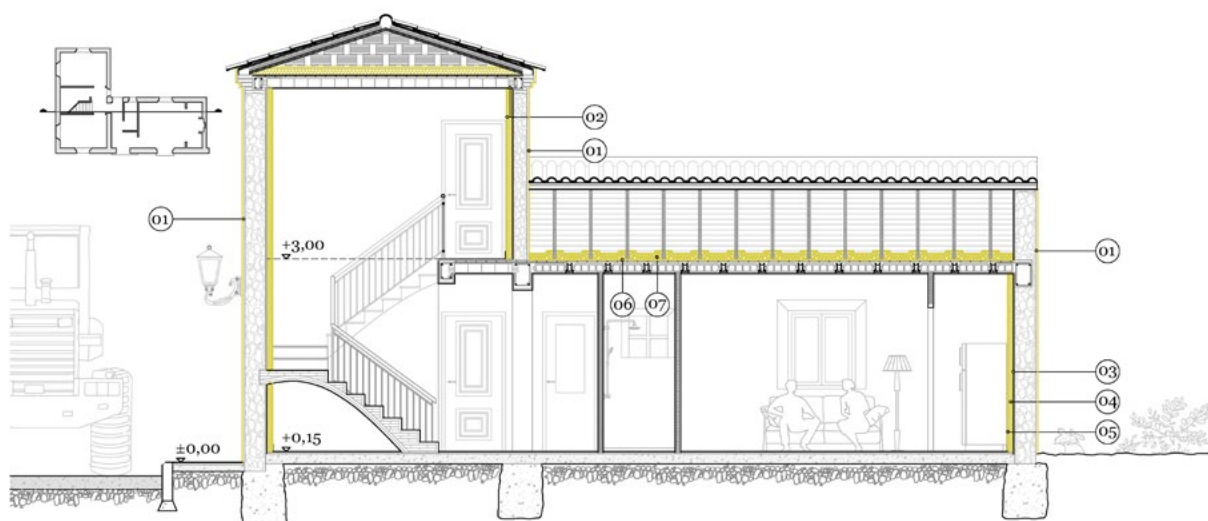


Figura 11. Sección constructiva de la vivienda tipo B, incluyendo las mejoras energéticas propuestas. Escala 1:100. Elaboración propia. 01 – Mortero aislante de aplicación exterior ($e = 2$ cm), 02 – Fijación mecánica del panel PYL a los montantes, 03 – Cámara de aire ($e \geq 10$ mm), 04 – Aislante de lana de roca ($e = 62$ mm), 05 – Placa de yeso laminado ($e = 15$ mm), 06 – Lámina de vapor como trasdosado de aislante, 07 – Aislante de lana de roca ($e = 100$ mm).

La intervención en la cubierta plantea una solución eficiente y bien adaptada a las condiciones específicas de estas viviendas. La opción seleccionada consiste en insuflar aislamiento de lana mineral ($e = 80$ o 100 mm) desde el interior, sobre el forjado, ya que el espacio bajo cubierta no es habitable y esta elección evita la pérdida de espacio útil. La colocación desde dentro permite conservar las tejas actuales y evitar levantar el tejado, una intervención que sería más compleja. Al mismo tiempo, se mejora el aislamiento acústico respecto a otras alternativas, como es el aislamiento colocado debajo de las tejas, y no afecta a la altura libre, que en ningún caso supera los 2,65 metros.

Esta decisión se basa no solo en sus beneficios funcionales, sino también en su viabilidad económica, durabilidad y rapidez de ejecución, factores clave para garantizar una mejora efectiva y sostenible.

Con respecto a la envolvente en contacto con el terreno (solera de hormigón), la posibilidad de incluir un aislamiento de alta densidad (XPS) solamente se valoraría en las viviendas de una única planta, ya que el aumentar el espesor del paquete de pavimento supondría una merma en los criterios de accesibilidad y uso de las casas con escaleras. De igual manera, en un cálculo estimativo se determina que incorporar 3 cm de aislamiento en esta parte de la envolvente supondría pasar de una $U = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a $U = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, una mejora de bajo interés energético en cuanto a inversión y trabajo requerido. Por tanto, se decide no actuar en el suelo en contacto con el terreno.

Finalmente, la principal contribución a la mejora de eficiencia térmica en los edificios se produce en la intervención sobre los puentes térmicos, principalmente en los huecos de cerramientos. La única solución o mejora que se recomienda es la sustitución de la carpintería original de madera y los vidrios de ventana monolíticos. Se establecen como valores estándar iniciales un factor solar de 0,88 y un valor $U = 5,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. En este caso se propone el uso de carpinterías de aluminio, que permiten una integración estética de bajo coste gracias a su variedad de tonos y acabados, con rotura de puente térmico y doble (o triple) acristalamiento hasta llegar a niveles aceptables. Incluyendo las mejoras descritas mediante el uso de vidrios de doble acristalamiento con cámara de aire y baja emisividad con $U = 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ y carpintería de aluminio con RPT se consigue un $U_{\text{total}} = 2,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ en todo el hueco acristalado, complementado con una bajada del factor solar hasta 0,75.

En las secciones constructivas aportadas (Figuras 10 y 11) se ilustran las propuestas energéticas definidas, destacando el propósito de lograr una envolvente térmica continua que garantice un

comportamiento energético eficiente y minimice los puentes térmicos. Estas soluciones se plantean con una inversión mínima y una ejecución sencilla para facilitar su implementación.

La eficiencia térmica de un edificio se mide en dos baremos: emisiones de CO₂ [kgCO₂/(m²·año)] y demanda de energía primaria no renovable [kWh/(m²·año)]. Este trabajo se centra en el estudio detallado de la envolvente térmica, por lo que este último dato será la referencia para medir la pasividad de cada edificio. En el caso de la vivienda tipo B se consigue una calificación inicial G en todas las variantes estudiadas, en el tipo F ésta pasa a ser una clasificación F.

Para poder contar con un baremo objetivo de idoneidad de cada propuesta, se incluye un estudio inicial de la energía primaria utilizada durante los procesos de fabricación y construcción de los elementos considerados en las intervenciones energéticas. Se presentan estos datos según la metodología descrita por [García-López, J. et al. \[36\]](#) para tener una idea del impacto total de cada una para las viviendas estudiadas.

Tabla 2. Energía primaria consumida embebida en los procesos de fabricación (A1-A3) y construcción (A5) de placas de yeso laminado (E1), aislante de lana mineral (E2) y carpintería de aluminio (E3).
Datos sacados de Declaraciones Ambientales de Producto de suministradores certificados.

Elemento	Energía embebida kWh/m ²		m ² instalados en tipología B	m ² instalados en tipología F	Energía total en B (kWh)	Energía total en F (kWh)
	Producción (A1-A3)	Construcción (A4-A5)				
E1	7,53	4,65	154,08	72,88	1.876,69	887,62
E2	2,45	1,67	208,08	100,38	857,29	413,55
E3	429,20	6,60	8,47	7,26	3.691,23	3.163,91

En la tabla se incluye, además, la superficie de cada elemento instalado en las intervenciones previstas para obtener un valor concreto de energía embebida en cada actuación.

Para la vivienda B (100,00 m²), se obtiene un ahorro medio de 12.035 kWh/año, por lo que el tiempo de retorno para recuperar la energía consumida en el proceso de construcción (6.425,21 kWh) será aproximadamente de medio año. En el caso de la vivienda F (65,00 m²), con un ahorro medio de 5.635 kWh/año tras la rehabilitación, será de casi un año para los 4.465,07 kWh totales embebidos. Por tanto, se considera que las intervenciones propuestas son rentables energéticamente.

Las propuestas de actuación, diseñadas en estricto cumplimiento con la normativa vigente en España y atendiendo a las necesidades patrimoniales de las viviendas objeto de estudio, incluyen una serie de intervenciones orientadas a mejorar la conductividad térmica en las distintas partes constructivas del edificio. Estas medidas no solo aseguran la legalidad de las actuaciones, sino que también garantizan su coherencia con los estándares y requisitos establecidos por las autoridades competentes en materia de eficiencia energética y conservación del patrimonio.

Además, se destaca el compromiso de implementar soluciones sostenibles que respeten el valor patrimonial de las viviendas, contribuyendo al mismo tiempo a su modernización y mejora funcional conforme a las regulaciones actuales [\[17\]](#).

Estas acciones se conciben como inversiones que, si bien requieren un desembolso inicial significativo, se han establecido con la condición de lograr una reducción mínima del 30% tanto en la demanda como en el consumo de energía para ser consideradas subvencionables [\[25\]](#).

Cabe destacar que dichas intervenciones se limitan exclusivamente a la envolvente del edificio. Aunque un cambio integral en las instalaciones podría generar un rendimiento general significativamente superior, se ha optado por acciones que sean aplicables de manera universal a cualquier edificio, independientemente de su ubicación. Este enfoque prioriza la maximización de la aplicabilidad y la replicabilidad de las soluciones propuestas, asegurando su viabilidad y eficacia en contextos variados.

Una vez realizado todo el proceso de reconocimiento multiescalar y análisis presencial e informático de las diferentes tipologías a estudiar, se procede a la incorporación y simulación de las mejoras para valorar su eficacia y su posible aplicación intermunicipal.

Tras la implementación de las mejoras se consigue llegar a una letra E en ambas viviendas estudiadas, a excepción del municipio de Cotílfar, en el que se conseguiría una eficiencia F después las intervenciones propuestas.

A continuación, se incorpora una síntesis (Tabla 3) de las demandas energéticas obtenidas para las tipologías B y F en los municipios en los que se encuentran presentes tanto en su estado inicial como en el intervenido.

Tabla 3. Resultados obtenidos para las viviendas tipo B y tipo F en los municipios señalados a partir de la simulación energética en CYPETherm HE Plus en su estado actual (A) y modificado (M) según la orientación de su fachada principal. Elaboración propia.

Localidad	Demanda global arquetipo B [kWh/(m ² ·año)]								Demanda global arquetipo F [kWh/(m ² ·año)]							
	Norte		Sur		Este		Oeste		Norte		Sur		Este		Oeste	
	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
01	407,8	290,2	417,7	297,3	419,7	298,6	410,1	291,8	315,3	228,1	313,7	227,0	314,8	227,8	321,9	233,0
02	400,4	284,9	406,5	289,2	410,8	292,4	400,9	285,2	-	-	-	-	-	-	-	-
03	400,4	284,9	406,5	289,2	410,8	292,4	400,9	285,3	307,2	222,3	305,7	221,2	305,3	220,9	312,7	226,3
04	518,4	390,8	525,3	396,1	529,3	399,1	518,3	390,8	-	-	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-	-	-	315,3	228,1	313,7	227,0	314,8	227,8	321,9	233,0
06	-	-	-	-	-	-	-	-	315,3	228,1	313,7	227,0	314,8	227,8	321,9	233,0
07	-	-	-	-	-	-	-	-	311,7	225,6	310,0	224,3	309,3	223,8	314,7	227,7

Localidades: 01 – Peñuelas, 02 – Buenavista, 03 – Navahermosa, 04 – Cotílfar, 05 – Fuensanta, 06 – Loreto, 07 – El Chaparral.

7. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis energético inicial revelan una situación acorde con la realidad del parque inmobiliario español, mayoritariamente clasificado en las categorías E, F o G. Aunque estas tipologías arquitectónicas están vinculadas a la modernización del siglo XX, presentan importantes deficiencias en términos energéticos. Sin embargo, este trabajo aporta conclusiones significativas.

El análisis de la demanda energética en distintas localidades identifica un patrón definido al final, con una mayor demanda en zonas climáticas más frías, como Cotílfar (zona climática D3). Estas disparidades subrayan la necesidad de adaptar las mejoras propuestas a las exigencias específicas de cada área. Por otro lado, la orientación de las fachadas no genera variaciones significativas en la demanda energética, probablemente debido a la distribución homogénea de huecos y superficies, así como a la presencia de medianeras incluidas en las simulaciones.

Las intervenciones realizadas han mostrado resultados alentadores, logrando una reducción aproximada del 30% en la demanda de energía con mejoras sencillas y de bajo costo. Este potencial de rehabilitación energética adquiere especial relevancia, ya que es aplicable a municipios con características arquitectónicas similares, permitiendo establecer un protocolo intermunicipal de actuación energética para los poblados de colonización.

Desde un enfoque multiescalar y progresivo, la metodología empleada demuestra que los modelos estudiados, con una ordenación urbana específica y arquetipos constructivos predefinidos, pueden guiar acciones que eleven las soluciones constructivas a una mejora generalizada. Estas pautas pueden aplicarse a otros núcleos poblacionales similares, manteniendo las invariantes climatológicas como referencia.

La adaptación al cambio climático es una realidad ineludible y el sector de la edificación tiene la oportunidad de readaptarse a través de la rehabilitación energética y la construcción sostenible. En este contexto, resulta esencial valorar la recuperación y el mantenimiento del patrimonio arquitectónico que define a estos pueblos de colonización, ofreciendo una solución viable para revitalizar la España despoblada y aliviar las densidades poblacionales en las capitales de provincia.

Información complementaria ↑

Fuentes de financiación

No aplica.

Material suplementario

No aplica.

Disponibilidad de datos

No aplica.

Agradecimientos

No aplica.

Declaración de contribución de autoría

Saúl Morillo García: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Juan Francisco García Nofuentes: Análisis formal, Metodología, Supervisión, Redacción – revisión y edición.

Roser Martínez-Ramos e Iruela: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Supervisión, Redacción – revisión y edición.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

Declaración de uso de Inteligencia Artificial

No aplica.

REFERENCIAS

- [1] V. Pérez Escolano y M. Calzada Pérez, «Pueblos de colonización,» de *Pueblos de colonización durante el franquismo: la arquitectura en la modernización del territorio rural*, Sevilla, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, 2008, pp. 10-13.
- [2] G. Redaelli, *Pueblos de Colonización I : Guadalquivir y cuenca mediterránea sur*, Córdoba: Fundación Arquitectura Contemporánea, 2007.
- [3] M. Centellas Soler, «Los pueblos de colonización de la administración franquista en la España rural,» *P+C, proyecto y ciudad. Revista de temas de arquitectura*, vol. 1, pp. 109-126, 2010.
- [4] J. Domingo Santos y A. I. Rodríguez Aguilera, «Cartography and Landscape of Agrarian Colonisation Villages in Spain during the 20th Century: Graphic Recording and Reconstruction of the Productive Territory, the Case of El Chaparral (Granada),» *Sustainability*, vol. 14, no. 14, p. 4324, 2022, <http://doi.org/10.3390/su14074324>

- [5] M. Centellas y F. Jiménez, «Hormigón al cielo. Campanarios en las iglesias de los pueblos de colonización en España,» *Informes de la Construcción*, vol. 74, nº 567, p. e451, 2022, <http://doi.org/10.3989/ic.89026>
- [6] M. Centellas Soler, *Los pueblos de colonización de Fernández del Amo*, Barcelona: Fundación Arquia, 2010.
- [7] L. G. Ruiz Palomeque, «Gestión de la rehabilitación sostenible en Grandes Conjuntos de las periferias urbanas por las administraciones públicas locales,» *Informes de la Construcción*, vol. 67, nº Extra-1, p. m025, 2015, <http://doi.org/10.3989/ic.14.047>
- [8] C. Folke, S. R. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Chapin y J. Rockström, «Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability,» *Ecology and Society*, vol. 15, no. 4, p. 20, 2010, <http://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- [9] C. Tweed y M. Sutherland, «Built cultural heritage and sustainable urban development,» *Landscape and Urban Planning*, vol. 83, nº 1, pp. 62-69, 2007, <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.05.008>
- [10] PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Especial Monográfico: Pueblos de colonización 1939-1971, vol. 52, Sevilla, 2005.
- [11] J. A. Flores Soto y J. L. García Grinda, «Ruralismo peninsular. Modelos urbanos en los nuevos pueblos del Instituto Nacional de Colonización en Extremadura,» de *VI Congreso Ibérico de AgroIngeniería*, Évora (Portugal), 2011.
- [12] A. I. Rodríguez Aguilera, «Transformaciones en tres poblados de colonización de la provincia de Granada: El Chaparral, Cañatalba Alta y Carchuna,» *erph_ : revista electrónica de patrimonio histórico*, nº 18, pp. 106-141, 2016.
- [13] J. A. Flores Soto, «Pueblos de nueva fundación en la colonización de posguerra: comparación con las ciudades de la bonifica italiana del ventennio,» *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, vol. 45, nº 178, pp. 731-750, 2013.
- [14] M. Bazán de Huerta y M. d. M. Lozano Bartolozzi, «El Agrio Pontino y los pueblos de colonización en la provincia de Cáceres,» *BSAA Arte*, nº 81, pp. 203-229, 2015.
- [15] P. Rabasco Pozuelo, «La planificación en la construcción de los poblados del Instituto Nacional de Colonización,» *Informes de la Construcción*, vol. 61, nº 515, pp. 23-34, 2009, <http://doi.org/10.3989/ic.09.020>
- [16] E. Morón Serna y J. I. Rodríguez Galadí, «Rehabilitación integral de barriadas con dificultades sociales en Andalucía. La experiencia de San Martín de Porres en Córdoba,» *Informes de la Construcción*, Vol. 67 (extra-1), p. m 027, 2016, <http://doi.org/https://doi.org/10.3989/ic.14.051>
- [17] L. F. Prieto Mochales, *Análisis y evaluación del patrimonio de la arquitectura de colonización*, Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2020.
- [18] F. J. Monclús Fraga y J. L. Oyón Bañales, *Políticas y técnicas en la ordenación del espacio rural. Serie: Historia y evolución de la Colonización Agraria en España*, vol. 1, Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local, Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1988.
- [19] J. L. Oyón Bañales, *Colonias agrícolas y poblados de colonización. Arquitectura y vivienda rural en España (1850-1965)*, Barcelona: E.T.S. Arquitectura (UPC), 1985.
- [20] J. García Navarro, *Evolución urbanística de los poblados ejecutados por el Instituto Nacional de Colonización : Extremadura : la zona de Montijo*, Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM), 1988.
- [21] M. Calzada Pérez, *La colonización interior en la España del siglo XX: agrónomos y arquitectos en la modernización del medio rural*, Sevilla: E.T.S. Arquitectura (US), 2007.
- [22] Instituto Nacional de Colonización, *Normas para determinar el Plan de Edificación de los pueblos de nueva planta que construya el INC*, Madrid, 1949.
- [23] M. Soules, «Spain Is Everywhere: Asset Urbanism and the Spatial Avatars of Neoliberalism,» de *103rd ACSA Annual Meeting Proceedings, The Expanding Periphery and the Migrating Center*, Toronto (Canadá), 2015.

- [24] E. de Santiago-Rodríguez, «La Estrategia de Rehabilitación ERESEE 2020: una oportunidad para un cambio de modelo en el sector de la vivienda en España,» *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, nº 53, pp. 239-276, 2021.
- [25] Á. Baldellou Plaza, S. García-Gasco Lominchar y E. Ramírez Sánchez, Guía ciudadana de impulso a la rehabilitación, Madrid: Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, 2021.
- [26] V. Pérez Escolano, «Pueblos de colonización franquista: objetivo patrimonial,» *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 52, pp. 38-42, 2005, <http://doi.org/10.33349/2005.52.1896>
- [27] J. García Bellido, J. M. Mangas Navas, C. Barciela, A. Villanueva Paredes y J. Leal Maldonado, Historia y evolución de la colonización agraria en España, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1990.
- [28] P. Espinoza-Zambrano y C. Marmolejo-Duarte, «Hacia un Pasaporte de Renovación de Edificios en España: necesidades y oportunidades a la luz de experiencias europeas,» *Informes de la Construcción*, vol. 74, nº 565, p. e424, 2022, <http://doi.org/10.3989/ic.86195>
- [29] A. Pérez Fargallo, J. M. Calama Rodríguez y V. Flores Alés, «Comparativa de resultados de rehabilitación energética para viviendas en función del grado de mejora,» *Informes de la Construcción*, vol. 68, nº 541, p. e134, 2016, <https://doi.org/10.3989/ic.15.048>
- [30] M. J. López-Zambrano, J. Canivell y C. M. Calama-González, «Sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética para edificios bien de interés cultural (SESREBIC). Su aplicación a monasterios BIC,» *Informes de la Construcción*, vol. 71, nº 555, p. e300, 2019, <https://doi.org/10.3989/ic.63532>
- [31] J. J. Sendra Salas, S. Domínguez Amarillo, P. Bustamante Rojas y Á. L. León Rodríguez, «Intervención energética en el sector residencial del sur de España: Retos actuales,» *Informes de la Construcción*, vol. 65, nº 532, pp. 457-464, 2013, <http://doi.org/10.3989/ic.13.074>
- [32] F. da Casa Martín, E. Echevarría Valiente y F. Calis D'amico, «Zonificación climática para su aplicación al diseño bioclimático. Aplicación en Galicia (España),» *Informes de la Construcción*, vol. 69, nº 547, p. e218, 2017, <http://doi.org/10.3989/id55319>
- [33] J. Ruiz Arranz, *Pueblos de colonización: los condicionantes climáticos en su diseño, ejecución y vivienda*, Valladolid: Universidad de Valladolid (ETSAV), 2019.
- [34] C. Sambricio, «La normalización de la arquitectura vernácula: un debate en la España de los veinte,» *Revista de occidente*, nº 235, pp. 21-44, 2000.
- [35] C. Jiménez-Pulido, A. Jiménez-Rivero y J. García-Navarro, «Caracterización de fachadas: clasificación de las tipologías constructivas más habituales en España,» *Informes de la Construcción*, vol. 74, nº 568, p. e471, 2022, <http://doi.org/10.3989/ic.88694>
- [36] J. García-López, M. Hernández-Valencia, J. Roa-Fernández, E. J. Mascort-Albea y R. Herrera-Limones, «Balancing construction and operational carbon emissions: Evaluating neighbourhood renovation strategies,» *Journal of Building Engineering*, vol. 94, 109993, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.109993>