

(05-006) - Exploratory analysis of the design parameters of hybrid installations in local renewable energy projects.

Haro Morillas, Marta ¹; Aragonés Beltrán, Pablo ²; Fuentes BARGUES, José Luis ²; Castel Aznar, Luis ³

¹ Escuela de Doctorado, Universitat Politècnica de València; Electrotecnia Monrabal SLU, ² Project Management, Innovation and Sustainability Research Center (PRINS), Universitat Politècnica de València, ³ Electrotecnia Monrabal

The European Union aims to achieve a set of prosperous, modern, competitive and climate-neutral economies by 2050. In Spain, this strategy has been developed in the National Integrated Energy and Climate Plan, which promotes hybrid solutions that, using renewable energies, contribute to the objective set by the EU.

One of the alternatives to achieve these objectives is the installation of small-scale hybrid renewable energy systems in municipalities with less than 15,000 inhabitants. This can be done by means of local renewable energy projects that incorporate different alternative solutions in the configuration of the projected hybrid systems.

The problem that arises is to determine the most appropriate design parameters.

The aim of this paper is to carry out the initial design of a questionnaire for consultation with a panel of experts to help determine these design parameters.

The work will provide a basis for proposals and calculations aimed at determining the combination of the best solutions for the implementation of energy consuming equipment and systems for this type of municipalities.

Keywords: Energy Efficiency; Renewable Energy; Municipal Hybrid Systems; Local Renewable Energy Projects

Análisis exploratorio de los parámetros de diseño de instalaciones híbridas en proyectos locales de energía renovable

La Unión Europea pretende conseguir en el año 2050 un conjunto de economías prósperas, modernas, competitivas y climáticamente neutras. En España, esta estrategia se ha desarrollado en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima en el que se promocionan soluciones híbridas que, utilizando las energías renovables, contribuyan al objetivo fijado por la U.E.

Una de las alternativas para lograr estos objetivos es la instalación de sistemas híbridos de energía renovable, a pequeña escala, en municipios de menos de 15.000 habitantes. Esto se puede realizar por medio de proyectos locales de energía renovable que incorporan diferentes soluciones alternativas en la configuración de los sistemas híbridos proyectados.

El problema que se plantea es determinar los parámetros de diseño más adecuados.

El objetivo de esta comunicación es realizar el diseño inicial de un cuestionario para consultar con un panel de expertos que ayuden a determinar esos parámetros de diseño.



El trabajo proporcionará una base para realizar propuestas y cálculos destinados a la determinación de la combinación de las mejores soluciones de implantación de equipos y sistemas consumidores de energía para este tipo de municipios.

Palabras clave: Eficiencia Energética; Energías renovables; Sistemas Híbridos municipales; proyectos locales de energía renovable

Correspondencia: Marta Haro Morillas. marhamo@upv.edu.es mharo@monrabal.net
martaharoo2@gmail.com

1. Introducción y contexto

La Unión Europea (UE) ha trazado una meta ambiciosa para alcanzar la neutralidad climática en el año 2050, con el objetivo de lograr una economía con emisiones netas de gases de efecto invernadero igual a cero. Este compromiso se basa en la Ley Europea de Clima (Reglamento (UE) 2021/1119), un marco legislativo integral que establece la hoja de ruta de la UE hacia la neutralidad climática y describe las acciones concretas que deben tomarse en los próximos años para lograr este objetivo.

En consonancia con esta visión europea, España ha puesto en marcha una serie de medidas y objetivos a través del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) para el período 2021-2030 (Real Decreto 736/2020). Este plan estratégico refleja el compromiso de España con la transición hacia una economía baja en carbono y sostenible, en línea con los objetivos climáticos de la U.E.

El PNIEC establece una serie de objetivos concretos para 2030, que incluyen reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 23% con respecto a los niveles de 1990. Este objetivo se alinea con los compromisos climáticos internacionales asumidos por España, incluyendo el Acuerdo de París, y está respaldado por una serie de medidas regulatorias y políticas específicas.

Además, el PNIEC busca aumentar el uso de energías renovables al 42% en el consumo final de energía para 2030. Esta ambiciosa meta se apoya en la Ley 7/2018 de Cambio Climático y Transición Energética en España, que establece un marco normativo para la promoción de las energías renovables y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles.

Otro objetivo fundamental del PNIEC es mejorar la eficiencia energética en un 39,5% para 2030. Esta meta se basa en la Directiva 2018/2002/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, que establece objetivos vinculantes de eficiencia energética para todos los Estados miembros de la UE y define las políticas y medidas necesarias para lograr dichos objetivos.

Asimismo, el PNIEC contempla la meta de generar el 74% de la electricidad a partir de fuentes renovables para 2030. Este objetivo se apoya en la Estrategia de Transición Justa (Real Decreto-ley 23/2019), que establece medidas para la descarbonización del sistema eléctrico y promueve la inversión en tecnologías renovables.

El sector de la edificación emerge como uno de los principales consumidores de energía en la Unión Europea, siendo responsable de más de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero (Martín-Consuegra et al., 2021). En el contexto específico de España, la combinación de una alta dependencia energética y una amplia diversidad de fuentes renovables, respaldadas por políticas favorables, ha propiciado un notorio crecimiento en la generación de energía renovable en el siglo XXI, situándola como la segunda fuente de generación eléctrica actualmente (Rodríguez-Segura & Frolova, 2021).

Las energías renovables han contribuido significativamente a la matriz energética española, representando el 14,2% de la energía primaria y el 42,2% de la electricidad (datos correspondientes al año 2022), además de generar ahorros económicos considerables al reemplazar a los combustibles fósiles, estimados en 15.230 millones de euros (APPA, 2022).

Sin embargo, persiste la carencia de un modelo desarrollado que determine el enfoque energético más adecuado a las particularidades y requerimientos individuales de cada municipio. En muchos casos, resulta difícil conocer estas particularidades debido a que no se ha priorizado la participación de todos los agentes intervinientes, y en ocasiones estos proyectos han estado más dirigidos por intereses políticos y económicos de un grupo limitado de actores. (Kim, 2017)

En este contexto, es esencial abordar esta brecha mediante el desarrollo de un enfoque integral que involucre a todos los actores relevantes. Una alternativa prometedora para alcanzar estos objetivos radica en la instalación de sistemas híbridos de energía renovable a pequeña escala en los edificios públicos de municipios con menos de 15.000 habitantes, que representan una proporción significativa, como más adelante se expone, de los 8.131 municipios existentes en España (INE, 2018).

Los proyectos locales de energía renovable, respaldados por sistemas integrados de gestión de energía, están transformando la forma en que se aborda la producción y distribución de energía en entornos urbanos. Mediante el aprovechamiento de fuentes renovables como la energía solar y la gestión eficiente de la demanda, estos proyectos ofrecen una vía hacia la sostenibilidad energética y la estabilidad de la red (Falope et al., 2024).

Como ha destacado Marula Tsagkari, es fundamental considerar las dimensiones económicas, ambientales, institucionales, sociales y técnicas al abordar proyectos de energía renovable, más allá de simplemente atender las necesidades energéticas (Tsagkari et al., 2022).

En este contexto, surge una necesidad imperante de identificar y definir los parámetros esenciales para el diseño de sistemas híbridos de energía renovable a nivel local. Esta tarea resulta crucial para el desarrollo efectivo de proyectos locales de energía renovable y para abordar las particularidades y requerimientos individuales de cada municipio. Por tanto, se plantea la importancia de diseñar un cuestionario que permita determinar estos parámetros de diseño, consultando a diversos expertos en el campo. Este enfoque no solo garantizará la eficacia y la adaptabilidad de los sistemas híbridos renovables, sino que también contribuirá a avanzar hacia una transición energética más sostenible y resiliente.

2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño inicial de un cuestionario destinado a consultar a un panel de expertos, con el propósito de determinar los requisitos de diseño más adecuados para la implementación de sistemas energéticos renovables híbridos en Proyectos Locales de Energía Renovable. Este estudio se posiciona como un punto de partida crucial para la formulación de propuestas y cálculos destinados a identificar las combinaciones más efectivas de equipos y sistemas de consumo energético para este tipo de entornos municipales.

Para alcanzar este objetivo, es fundamental seguir de cerca las recomendaciones específicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Estas incluyen directrices detalladas sobre la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la gestión sostenible de recursos. Al alinear nuestras investigaciones con estas recomendaciones, podemos asegurar una contribución efectiva a la transición hacia una economía baja en carbono y la consecución de una mayor sostenibilidad energética a nivel local y nacional.

Al adoptar un enfoque integrador, nuestro estudio es una aportación a la implementación efectiva de soluciones energéticas sostenibles en proyectos locales de energía renovable que se desarrollen en municipios de menor tamaño.

Esta investigación es un primer paso de una investigación más profunda que pretende identificar factores clave de diseño de estos sistemas para ayudar a las empresas y administraciones locales a seleccionar mejor las alternativas tecnológicas. Con el fin de avanzar hacia un modelo energético más limpio, eficiente y sostenible en el ámbito municipal. Al establecer vínculos con las políticas y estrategias energéticas existentes, nuestro trabajo busca impulsar la implementación efectiva de soluciones innovadoras que contribuyan a la mitigación del cambio climático y promuevan un desarrollo urbano más sostenible y resiliente en línea con los compromisos internacionales y europeos.

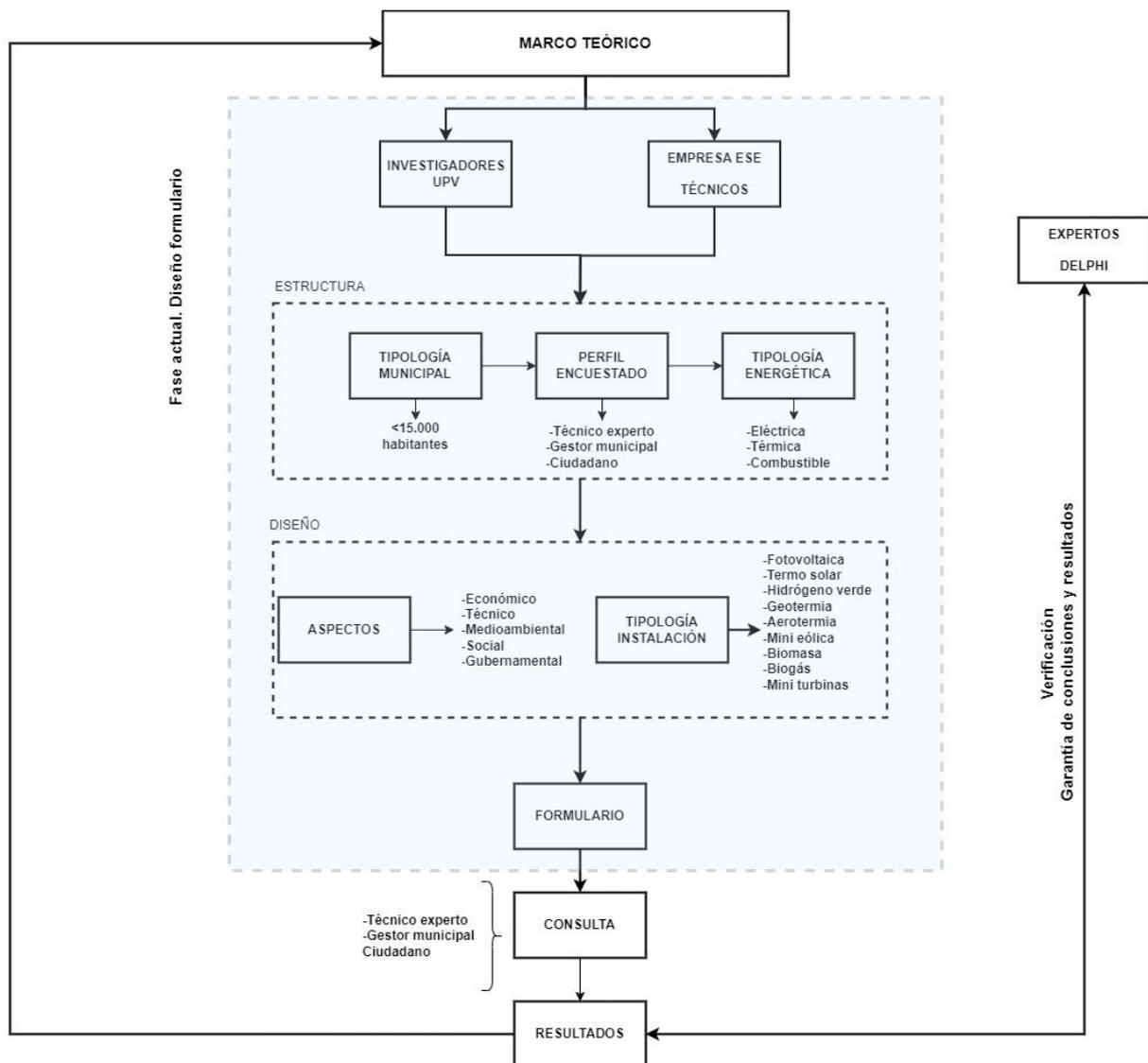
Hasta la fecha y a falta de realizar un análisis bibliométrico más profundo, no hemos encontrado en la literatura científica un marco teórico sólido relacionado con la generación de cuestionarios específicamente enfocadas en cuestiones energéticas vinculadas a proyectos locales. Este hecho nos sugiere que hay un campo de investigación relacionado con la generación de cuestionarios específicamente enfocadas en cuestiones energéticas vinculadas a municipios con una población inferior a 15.000 habitantes.

A pesar de la creciente relevancia de la optimización de sistemas híbridos de generación de energía en entornos urbanos de menor escala, la falta de estudios científicos y publicaciones académicas pertinentes refleja una brecha significativa en la literatura actual. Esta ausencia de información subraya la importancia de nuestro estudio y la relevancia de abordar este tema desde una perspectiva científica y académica para avanzar en la comprensión y el desarrollo de soluciones sostenibles para estos contextos específicos.

3. Metodología aplicada

La metodología para cumplir el objetivo del trabajo sigue los pasos indicados en la Figura 1:

Figura 1 Esquema de la metodología aplicada. Elaboración propia.



Para diseñar el cuestionario, se configuró un equipo de trabajo que incluyó investigadores de la UPV, los autores del estudio, y un equipo de ingenieros especializados de una empresa de servicios energéticos con experiencia en proyectos de municipios similares. Esta empresa ha ejecutado más de 40 contratos de eficiencia energética, incluyendo infraestructuras de alumbrado público, instalaciones electromecánicas en edificios públicos, redes de abastecimiento, redes de calor y generación de energía utilizando diversas fuentes renovables.

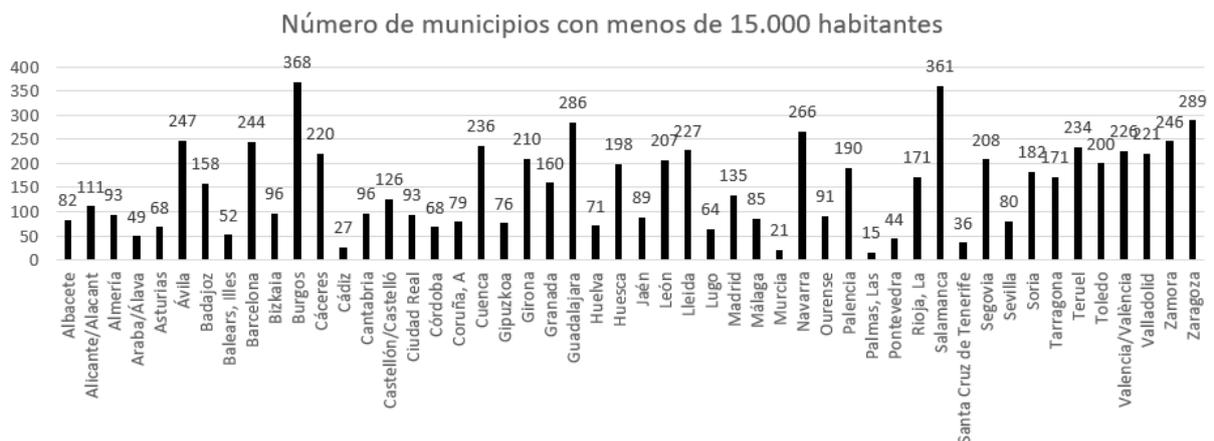
El conocimiento y la experiencia de estos especialistas permitieron identificar, en varias sesiones de trabajo, las necesidades energéticas específicas de los municipios pequeños y proponer soluciones personalizadas para maximizar la eficiencia y rentabilidad de los sistemas. Su participación aseguró la viabilidad técnica y económica de las propuestas, así como la integración efectiva de las tecnologías renovables en el contexto local.

La elección de los tipos de generación renovable se justificó por su capacidad para aprovechar recursos locales, su flexibilidad en el diseño, y su potencial para mejorar la autonomía y seguridad energética de los municipios pequeños.

En el desarrollo del cuestionario, se consideraron tres elementos estructurales clave: el tamaño del municipio objetivo, el perfil de los encuestados, y las tipologías de instalaciones y tipos de energías renovables a analizar.

- 1^o) *Selección del Municipio Objetivo*: Se limitó la muestra a municipios en España, que cuenta con 8.131 municipios y una población de 48.022,515 personas (Instituto Nacional de Estadística, 2024). Se seleccionaron aquellos con menos de 15.000 habitantes, que representaron más del 90% de los municipios españoles, totalizando 7.573 municipios (Instituto Nacional de Estadística, 2024).

Figura 2 número de municipios por provincias con menos de 15.000 habitantes ((Instituto Nacional de Estadística (INE), 2024)). Elaboración propia.



- 2^o) *Análisis del Perfil de los Expertos*: Se clasificaron los expertos en tres categorías denominadas: perfil técnico experto, gestor municipal, y perfil ciudadano.
- ✓ Para ser considerado como perfil técnico experto, se requerirá formación técnica de grado superior en energías renovables o disciplinas afines, junto con más de 10 años de experiencia en el sector.
 - ✓ El perfil de gestor municipal incluirá personas con alguna relación técnica con el ayuntamiento de municipios pequeños, a menudo vinculados a través de diputaciones provinciales u otros organismos mancomunados.

- ✓ El perfil ciudadano estará compuesto por habitantes de municipios pequeños, ofreciendo perspectivas valiosas sobre aspectos sociales y comunitarios.

Estas definiciones de perfiles garantizan una representación diversa y completa de expertos y actores sociales relevantes, permitiendo una evaluación integral de las necesidades y soluciones en la implementación de sistemas energéticos en municipios pequeños.

3º) *Selección de Instalaciones y Tipos de Energías Renovables*: Se identificaron instalaciones municipales de propiedad pública y varios tipos de energías renovables para investigar como sistemas híbridos aplicables en los municipios objetivo.

- ✓ Instalaciones o infraestructuras municipales: alumbrado exterior, alumbrado interior, climatización, calefacción, redes públicas, depuración y saneamiento, abastecimiento de agua, e infraestructura de residuos sólidos urbanos.
- ✓ Tipos de energías renovables: fotovoltaica, termo solar, hidrógeno verde, geotermia, aerotermia, mini eólica, biomasa, biogás, y mini turbinas para aprovechar energía hidráulica.

La selección de estos tipos de generación renovable se fundamentó en la disponibilidad de recursos locales, la escalabilidad y modularidad de los sistemas híbridos, y la diversificación energética para mejorar la autonomía y seguridad energética de los municipios pequeños.

La disponibilidad de recursos locales fue un criterio crucial. Muchos de estos sistemas, como la energía solar fotovoltaica, la termosolar, la mini eólica, la biomasa y el biogás, aprovechan recursos naturales disponibles en la región. También es el caso de las mini turbinas, en las que se busca aprovechar las diferencias de presión presentes en los sistemas de abastecimiento de agua potable, ya que permiten aprovechar una fuente de energía inherente a la infraestructura existente. Esta estrategia reduce la dependencia de fuentes de energía externas y promueve la autonomía energética del municipio.

La escalabilidad y modularidad de los sistemas híbridos ofrecen flexibilidad en el diseño y la implementación, lo cual es especialmente beneficioso en entornos con limitaciones de espacio o recursos. Esto permite combinar diferentes fuentes de energía renovable según las características específicas de cada ubicación.

La diversificación energética y la seguridad se logran al implementar un sistema híbrido que integre múltiples fuentes de energía renovable. Esta diversificación aumenta la resiliencia ante posibles interrupciones en el suministro de energía y mejora la seguridad energética a largo plazo.

Por último, para conformar el cuestionario, cada pregunta se formulará de modo que el consultado pueda responder mediante una escala Likert con cinco opciones de respuesta adaptadas a cada tipo de pregunta, permitiendo así obtener una evaluación detallada de cada aspecto. Además, se planea, adicionalmente utilizar el Método Delphi para obtener respuestas consensuadas entre expertos, lo que garantizará una conclusión unificada de cada pregunta. El método Delphi, como indican Reguant-Álvarez, M. y Torrado-Fonseca M.(2016), se trata de una técnica de obtención de información, basada en la consulta a expertos de un área, con el fin de obtener la opinión de consenso más fiable del grupo consultado. El número de consultados deben ser entre 7 y 30 expertos (Álvarez & Torrado-Fonseca, 2016).

4. Resultados de la investigación

Una vez elegido el tipo de municipio objetivo, el perfil de los expertos y los tipos de energías renovables a analizar, se realizó la estructura y diseño de las preguntas que constituirán el

cuestionario, siendo el cuestionario el resultado principal del trabajo. Se diferenciaron 5 bloques: *económicos, técnicos, medioambientales, sociales y gubernamentales.*

1.- *Aspecto económico:* Se seleccionó el bloque de aspecto económico ya que constituye una de las principales problemáticas que se encuentran los municipios objetivo a la hora de abordar un proyecto de inversión. Por tanto, resulta necesario conocer cuáles pueden ser los condicionantes económicos que se encuentran. Las principales preguntas se realizarán en base a los siguientes ítems: (ver Tabla 1)

- La consideración de si la inversión es asumible económicamente por el municipio.
- La amortización económica en relación con la vida útil de la tecnología.
- La Tasa Interna de Retorno (TIR), rentabilidad esperada de la inversión en un proyecto.
- El riesgo de una posible inversión no recuperable.

Tabla 1. Matriz de diseño del cuestionario. Bloque Económico.

Variables de estudio primer nivel	Variables dependientes 2º nivel	Fotovoltaica	Termo solar	Hidrógeno verde	Geotermia	Aerotermia	Mini eólica	Biomasa	Biogás	Mini turbinas
Inversión	¿Viabilidad?									
	¿Amortización?									
	¿Rentabilidad?									
	¿Riesgo?									

2.-*Aspecto técnicos:* se valorarán aquellas cuestiones relacionadas con características técnicas que afecten al desarrollo de un determinado proyecto. En este apartado se enmarcan las variables tecnológicas, el mantenimiento y la gestión de la infraestructura. (Ver Tabla 2)

2.1.-*La variable tecnológica* recogerá aspectos relacionados con las características que influyen en su viabilidad técnica. Las principales cuestiones que se plantean abordar son las siguientes:

- Ahorro energético generado.
- Ahorro de generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- Grado de desarrollo de la tecnología a implantar.
- Plazos de implantación de medidas.
- Existencia de proveedores especializados en soluciones eficientes.
- Duración de garantías de los principales fabricantes.
- Capacidad de almacenamiento de la energía generada.
- Vida útil estimada de la instalación.
- Capacidad de escalar la instalación.

2.2.-El *mantenimiento* se ha considerado como una variable importante en este tipo de proyectos de eficiencia energética. Se ha considerado necesario valorar las siguientes cuestiones:

- Capacidad de especialización en cada tecnología por empresas mantenedoras.

- Coste económico de replazo de piezas para que mantener la operabilidad de las instalaciones.
- Duración de parada de mantenimiento.

2.3.-Respecto de la variable *gestión*. Se ha considerado importante la gestión o explotación de las instalaciones ya que se relaciona directamente con la rentabilidad y eficiencia de la instalación. Las variables por analizar serán las siguientes:

- Grado de dificultad en la operabilidad de la instalación. Conducción y explotación.
- Oportunidad de obtener un beneficio económico a través de la gestión.
- Posibles incertidumbres que se puedan desarrollar durante la operabilidad de la instalación y riesgo de influencia.
- Grado de incertidumbre en la disponibilidad inmediata por variabilidad del recurso generador de energía.
- Grado de incertidumbre en el suministro del combustible.

Tabla 2. Matriz de diseño del cuestionario. Bloque Técnico.

Variables de estudio primer nivel	Variables dependientes 2º nivel	Fotovoltaica	Termo solar	Hidrógeno verde	Geotermia	Aerotermia	Mini eólica	Biomasa	Biogás	Mini turbinas
Tecnológicos	¿Ahorro energético?									
	¿Ahorro en GEIS?									
	¿Grado desarrollo tecnológico?									
	¿Plazos?									
	¿Proveedores?									
	¿Garantías?									
Mantenimiento	¿Almacenamiento?									
	¿Vida útil?									
	¿Escalabilidad?									
	¿Implantación?									
	¿Compatibilidad?									
	¿Sostenibilidad energética?									
	¿Rendimiento?									
	¿Especialización empresarial?									

Variables de estudio primer nivel	Variables dependientes 2º nivel	Fotovoltaica	Termo solar	Hidrógeno verde	Geoterminia	Aeroterminia	Mini eólica	Biomasa	Biogás	Mini turbinas
	¿Reemplazo de componentes?									
	¿Tiempo de inactividad?									
Gestión instalación	¿Operabilidad?									
	¿Oportunidad?									
	¿Riesgo?									
	¿Generación de energía?									
	¿Abastecimiento?									

3.-*Aspecto medioambiental*: se considera necesario analizar la importancia y la afección del sistema a implantar en el entorno. También se cree importante relacionar la instalación con la adaptabilidad al municipio, ya que cada municipio presenta unas características particulares que generan una diferencia notable entre municipios. La variable adaptabilidad al municipio, se pretende analizar con las siguientes cuestiones:(Ver Tabla 3)

- Adaptabilidad al perfil paisajístico y arquitectónico en un municipio.
- Adaptabilidad al criterio geográfico en la zona de actuación.
- Implantación en el territorio municipal.
- Capacidad de acceso a recursos naturales y materias primas en el entorno próximo.
- Adaptabilidad a los **aspectos** climatológicos del entorno.

Tabla 3. Matriz de diseño del cuestionario. Bloque Medioambiental.

Variables de estudio primer nivel	Variables dependientes 2º nivel	Fotovoltaica	Termo solar	Hidrógeno verde	Geoterminia	Aeroterminia	Mini eólica	Biomasa	Biogás	Mini turbinas
Adaptabilidad al municipio	¿Impacto ambiental?									
	¿Geográfico?									
	¿Territorial?									
	¿Recursos endógenos?									
	¿Climatológico?									

4.- *Aspecto social*: dentro de los criterios sociales, se encuentra la adaptabilidad a los habitantes. Los habitantes serán aquellos receptores del sistema de generación energética renovable. Por ello, es necesario conocer su predisposición respecto de las siguientes cuestiones: (ver tabla 4)

- Condicionante estético, adaptabilidad del sistema energético al perfil paisajístico y arquitectónico.
- Aceptación de la implantación del sistema energético en el municipio.
- Interesados que participan en el proyecto.

Tabla 4. Matriz de diseño del cuestionario. Bloque Social.

Variables de estudio primer nivel	Variables dependientes 2º nivel	Fotovoltaica	Termo solar	Hidrógeno verde	Geotermia	Aerotermia	Mini eólica	Biomasa	Biogás	Mini turbinas
Adaptabilidad a los habitantes	¿Estético?									
	¿Aceptación social?									
	¿Stakeholders?									

5.- *Aspecto gubernamental*: este aspecto influirá directamente en el desarrollo de la implantación de los sistemas energéticos. Para medirlo, las cuestiones que se consideran en la consulta son las siguientes: (Ver Tabla 5)

- Cantidad de ayudas ofertadas.
- Grado de dependencia de ayudas para el desarrollo de proyectos energéticos
- Grado de necesidad de colaboración público-privada en proyectos energéticos.
- Dificultad de tramitación administrativa de proyectos energéticos.
- Grado de desarrollo de la normativa de aplicación.

Tabla 5. Matriz de diseño del cuestionario. Bloque Gubernamental.

Variables de estudio primer nivel	Variables dependientes 2º nivel	Fotovoltaica	Termo solar	Hidrógeno verde	Geotermia	Aerotermia	Mini eólica	Biomasa	Biogás	Mini turbinas
Ayudas	¿Disponibilidad de ayudas?									
	¿Grado de dependencia?									
	¿Colaboración público-privada?									
	¿Tramitación administrativa?									
	¿Normativa?									

5. Conclusiones y desarrollos futuros

En este trabajo se ha logrado el objetivo de diseñar un cuestionario preliminar destinado a obtener los parámetros de diseño más adecuados para sistemas híbridos de energía renovable a implantar en proyectos locales de energía renovable en municipios con menos de 15.000 habitantes. La estructuración del planteamiento se ha basado en tres elementos fundamentales: el tipo de municipio seleccionado, el perfil de los encuestados y los tipos específicos de energías renovables objeto de análisis.

Limitar el alcance de la investigación a municipios de menor tamaño ayuda a focalizarse en entornos con características particulares y, posiblemente, recursos y capacidades técnicas y financieras limitadas. A su vez, el hecho de que en el diseño del cuestionario hayan participado dos técnicos de una empresa de servicios energéticos ha permitido complementar las visiones académica y profesional lo cual ha supuesto una mejora en el cuestionario

La selección de energías renovables a analizar es exhaustiva y diversa, abarcando desde fotovoltaica hasta las novedosas mini turbinas, lo que permitirá evaluar una amplia gama de soluciones para adaptarse a diferentes contextos municipales y necesidades específicas.

Los bloques temáticos diseñados para abordar aspectos económicos, técnicos, medioambientales, sociales y gubernamentales contemplan diferentes perspectivas clave, lo que garantizará una evaluación completa de la viabilidad y la implementación de sistemas híbridos de energía renovable en los municipios objeto de estudio.

Como desarrollos futuros, el siguiente paso en la investigación será pasar el cuestionario a unos pocos expertos para probar su validez y posteriormente estudiar cuál será la mejor manera de pasar el cuestionario definitivo a un número más amplio de expertos con el fin obtener resultados fiables.

Las futuras líneas de investigación que se plantean son las siguientes:

1. Análisis de Fiabilidad y Validez: Realizar análisis estadísticos para evaluar la fiabilidad y validez del cuestionario.

2. Exploración de Técnicas de Consenso: Aplicación de las técnicas de Análisis de interesados y decisiones en grupo basadas en el consenso de los interesados.

Esto podría incluir técnicas de grupo nominal, paneles de expertos o cuestionarios iterativos para refinar y validar las respuestas obtenidas.

La diversidad de perfiles de los futuros encuestados (técnicos, gestores municipales y ciudadanos) promete ofrecer una visión holística del problema de diseño. Los expertos técnicos aportarán conocimientos especializados, los gestores municipales compartirán información crucial sobre viabilidad política y gestión pública, y los ciudadanos contribuirán con su experiencia y percepción local, enriqueciendo así el análisis.

Al abordar estas líneas de investigación, se puede mejorar la calidad y la utilidad del cuestionario diseñado para obtener parámetros óptimos de diseño para sistemas híbridos de energía renovable en entornos municipales. Esto facilitará una mejor toma de decisiones y una planificación más efectiva en este ámbito crucial para el desarrollo sostenible.

6. Referencias

Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA). Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España (2022). Recuperado de https://www.appa.es/wpcontent/uploads/2023/11/Estudio_Impacto_Macroeconomico_Renovables_2022.pdf

- Cruz-Pérez, N., Cerezal, J. C. S., Rodríguez-Martín, J., Beltrán, R. F., & García-Gil, A. (2023). Photovoltaic potential of public buildings in a world Heritage city: The case of San Cristóbal de La Laguna (Canary Islands, Spain). *Renewable Energy*, 209, 357-364. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.03.127>
- España. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2024). Cifras oficiales de población de los municipios españoles en aplicación de la Ley de Bases del Régimen Local (Art. 17) (Versión 2024) [Conjunto de datos].
- España. Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de junio de 2021, relativo a la Ley Europea de Clima.
- España. Real Decreto 736/2020, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030.
- España. Ley 7/2018, de 5 de diciembre, de Cambio Climático y Transición Energética
- España. Real Decreto-ley 23/2019, de 22 de noviembre, por el que se declara la emergencia climática y ambiental y se adoptan medidas urgentes para abordar la crisis climática.
- Álvarez, M. R., & Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *Revista D'innovació I Recerca En Educació*, 9 (1). <https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916>
- España. (2020). Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf
- European Commission, J.R.C, 2019. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).
- European Commission, 2020. New Leipzig Charter- The Transformative Power of Cities for the Common Good.
- Falope, T., Lao, L., Hanak, D. P., & Huo, D. (2024). Hybrid energy system integration and management for solar energy: A review. *Energy Conversion And Management: X*, 21, 100527. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100527>
- Kim, H. (2017). A Community Energy Transition Model for Urban Areas: The Energy Self-Reliant Village Program in Seoul, South Korea. *Sustainability*, 9(7), 1260. <https://doi.org/10.3390/su9071260>
- Martín-Consuegra, F., De Frutos, F., Aja, A. H., Oteiza, I., Alonso, C., & Vázquez, B. F. (2021). Utilización de datos catastrales para la planificación de la rehabilitación energética a escala urbana: aplicación a un barrio ineficiente y vulnerable de Madrid. *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*, 54(211), 115-136. <https://doi.org/10.37230/cytet.2022.211.7>
- Rodríguez-Segura, F. J., & Frolova, M. (2021). Los contextos institucionales de la transición energética en España y Hungría: la diversidad de un objetivo comunitario. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 90. <https://doi.org/10.21138/bage.3130>
- Tsagkari, M., Roca, J., & Stephanides, P. (2022). Sustainability of local renewable energy projects: A comprehensive framework and an empirical analysis on two islands. *Sustainable Development*, 30(5), 1155-1168. <https://doi.org/10.1002/sd.2308>
- Unión Europea. Directiva 2018/2002/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa a la eficiencia energética.

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

