



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y
DIRECCIÓN DE EMPRESAS

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO PARA LA POSIBLE OPTIMIZACIÓN DE
DIFERENTES ELEMENTOS SINGULARES DE UNA
VIVIENDA DE MUCHAMIEL

Autor: Javier de Sayas Sánchez

Director: Iñigo Sanz Fernández

Madrid

Julio de 2024

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
**ESTUDIO PARA LA POSIBLE OPTIMIZACIÓN DE DIFERENTES
ELEMENTOS SINGULARES DE UNA VIVIENDA DE MUCHAMIEL**
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2023/24 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Javier de Sayas Sánchez

Fecha: 29/07/2024

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Iñigo Sanz Fernández

Fecha: 29/ 07/ 2024

**SANZ FERNANDEZ
IÑIGO -
52367115W**

Firmado digitalmente
por SANZ FERNANDEZ
IÑIGO - 52367115W
Fecha: 2024.07.30
07:36:52 +02'00'



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y
DIRECCIÓN DE EMPRESAS

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO PARA LA POSIBLE OPTIMIZACIÓN DE
DIFERENTES ELEMENTOS SINGULARES DE UNA
VIVIENDA DE MUCHAMIEL

Autor: Javier de Sayas Sánchez

Director: Iñigo Sanz Fernández

Madrid

Julio de 2024

Agradecimientos

Dedico este trabajo a mis padres. Ellos y su esfuerzo son la razón que me ha permitido obtener una educación valiosa que me abrirá las puertas de mil oportunidades en la vida.

Gracias.

ESTUDIO PARA LA POSIBLE OPTIMIZACIÓN DE DIFERENTES ELEMENTOS SINGULARES DE UNA VIVIENDA DE MUCHAMIEL

Autor: de Sayas Sánchez, Javier.

Director: Sanz Fernández, Iñigo.

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

En este proyecto se realiza un estudio sobre las diferentes tecnologías sostenibles existen en la actualidad enfocadas en ámbitos distintos con el objetivo de aplicarlas en un domicilio unifamiliar en el municipio de Muchamiel, Alicante. Se estudiará la viabilidad de la instalación y los beneficios que estas le podrían aportar al consumidor en el aspecto energético, económico y ambiental. Gracias a la propuesta de compañías instaladoras de algunas de estas tecnologías sostenibles y simulaciones realizadas de la manera más rigurosa posible se han obtenido unos resultados que demuestran que la inversión en tecnologías sostenibles produce un ahorro energético y una disminución en las emisiones contaminantes mientras le genera al consumidor beneficio económico. La investigación abarca un análisis exhaustivo de las tecnologías disponibles determinando las diferentes ventajas y desventajas que presentan cada una de ellas evaluando las más favorables para el contexto de una vivienda unifamiliar. En esta investigación se llegaron a diferentes conclusiones acerca de la implementación de diferentes tecnologías sostenibles en una vivienda. Aunque la implementación de las tecnologías sostenibles supone una gran inversión inicial, en el largo plazo le genera beneficios al consumidor disminuyendo el beneficio energético en más de un 75% además de la reducción de emisiones contaminantes. Este tipo de iniciativas sostenibles son medidas que fomentan el cuidado del planeta y luchan contra la pobreza.

Palabras clave: sostenibilidad, fuentes renovables, eficiencia energética, impacto ambiental, paneles solares, consumo, ahorro.

Introducción

El desarrollo sostenible es un movimiento en auge durante los últimos años en el que aparecen avances en tecnologías y medidas enfocadas en el cuidado del planeta por parte de países y grandes empresas. El proyecto tiene como objetivo principal la optimización de una vivienda unifamiliar en el municipio de Muchamiel, Alicante por medio de tecnologías relacionadas con diversos capítulos de sostenibilidad. Se busca eliminar la dependencia a fuentes de energía renovables y ser capaz de

aplicar nuevas tecnologías sostenibles que aporten a la mejora de la eficiencia energética de la vivienda.

Descripción del modelo

Una vez estudiadas las diferentes tecnologías sostenibles era momento de determinar las alternativas a implementar en la vivienda objeto de estudio. Se determinó como fuente de energía renovable con la que abastecer a la vivienda la energía solar y se propuso la instalación de placas solares. En cuanto a otras tecnologías que mejoraban la eficiencia energética de la casa se propuso instalar una iluminación basada en luces LED y sensores de movimiento, y una climatización de la vivienda por medio de un sistema de suelo radiante y una bomba de calor aerotérmica. También se propuso invertir en materiales de aislamiento térmico y electrodoméstico de máxima eficiencia energética.

Metodología

El proyecto se ha llevado a cabo siguiendo una metodología estructurada que ha permitido la elaboración del estudio de manera eficiente. Para el inicio del proyecto se realizó una búsqueda de información exhaustiva sobre las diferentes tecnologías sostenibles y sus diferentes ventajas y desventajas. Con el conocimiento adquirido se plantearon las alternativas más interesantes para la optimización sostenible de la vivienda. Tras una recolección de datos técnicos sobre la vivienda se llevaron a cabo una serie de simulaciones para comprobar la viabilidad y la eficiencia de la instalación de dichas tecnologías. Por último, se evaluaron los resultados obtenidos de dichas simulaciones y se sacaron unas conclusiones sobre los aspectos favorables y desfavorables que generó dicha instalación a la vivienda.

Resultados

Antes la imposibilidad de obtener resultados reales, se realizaron diferentes simulaciones para determinar el impacto energético, económico y ambiental de la instalación de los paneles solares y otras tecnologías sostenibles.

Se obtuvieron datos favorables en los diferentes aspectos entre los que destacan, en el impacto ambiental, una reducción de los gases de CO₂ emitidos por la vivienda superando los 585 kg al año.

En cuanto a la eficiencia energética, se vio como las diferentes tecnologías sostenibles propuesta generaban un ahorro en el consumo energético importante. Tal es ese ahorro que tan solo con la instalación de las placas solares las compañías energéticas estimaron un ahorro del 75% en el consumo de la vivienda.

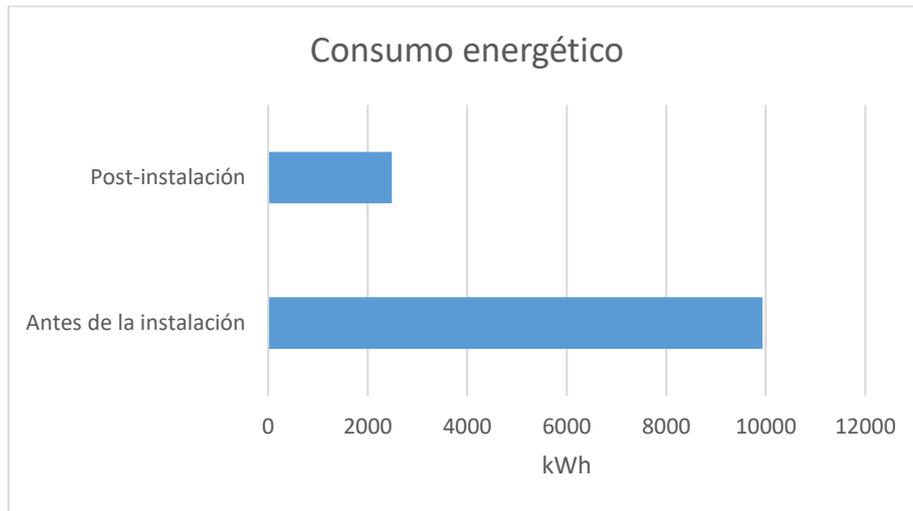


Figura 26. Comparativa del consumo energético de la vivienda de Muchamiel.

En cuanto a lo económico, la instalación de las tecnologías supone un desembolso inicial importante que en el largo plazo le genera beneficios al consumidor. La amortización de los paneles solares es menor a los 9 años y el resto de las tecnologías sostenibles tiene un periodo de amortización entre los 5 y los 10 años. Teniendo en cuenta la larga vida útil de estas tecnologías se asegura que estas generan beneficio económico al igual que energético y ambiental.

Conclusiones

En este proyecto se observan los beneficios de la implantación de diferentes tecnologías sostenibles en una vivienda en términos energéticos, económicos y ambiental. La instalación de estas proporciona un ahorro energético, beneficio económico y reduce las emisiones contaminantes.

La iniciativa de las viviendas sostenibles se muestra como una maniobra para el cuidado del planeta y para la lucha contra la pobreza. Por ello, las iniciativas sostenibles como la que se desarrolla en el proyecto deberían darse en todo el mundo en cualquier tipo de edificaciones.

Referencias

- [1] Data Centers. (n.d.). Google: Hamina Finland Data Center. Recuperado de <https://www.datacenters.com/google-hamina-finland>
- [2] André, F., Cerdá, E. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. Recuperado de [Las-energias-renovables-en-el-ambito-internacional.pdf](#) (researchgate.net)
- [3] Solar Inc. (n.d.) ¿Qué es y cómo funciona un panel solar? Recuperado de <https://www.energiasolarinc.com/que-es-un-panel-solar-como-funciona/>
- [4] Balich, M., Cingolani, M., Gonzalez, N., Lombardo, A. (2011). La Energía Eólica. Recuperado de <https://eolicacsj.blogspot.com/>

- [5] BBVA. (2024). Energía minieólica: una alternativa para el pequeño consumidor. Recuperado de https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/energia-minieolica-una-alternativa-para-el-pequeno-consumidor/?msclkid=269a21614e2a1b3ea75d47fc0bee7bf9&utm_source=bing&utm_medium=cp&utm_campaign=ES_FIN_BBVA_Search_GEN_ALL_&utm_term=https%3A%2F%2Fwww.bbva.com%2Fes%2Fsostenibilidad%2F&utm_content=Generic_Sostenibilidad_DSA
- [6] Instituto Catalán de Energía (ICAEN). (n.d.). ¿Qué es y de donde proviene la energía? Recuperado de https://icaen.gencat.cat/es/energia/que_es/index.html
- [7] Hoel, M. (2020). The rise and fall of bioenergy. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069620300371?via%3Dihub>
- [8] Reid, W., Ali, M., Field, C. (2020). The future of bioenergy. Recuperado de <https://www.mendeley.com/catalogue/5d37811e-530e-3983-aa96-13fe53d1f0be/>
- [9] Sharmin, T., Khan, N., Akram, M., Ehsan, M. (2023). A State-of-the-Art Review on Geothermal Energy Extraction, Utilization, and Improvement Strategies: Conventional, Hybridized, and Enhanced Geothermal Systems. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666202723000423?via%3Dihub>
- [10] Mott, A., Baba, A., Mosleh, M.H., Ökten, H.E., Babaei, M., Gören, A.Y., Feng, C., Recepoglu, Y.K., Uzelli, T., Uytun, H., Morata, D., Yüksel, A., Sedighi, M. (2022). Boron in geothermal energy: Sources, environmental impacts, and management in geothermal fluid. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122007080?via%3Dihub>
- [11] Roperó, S. (2020). Energía mareomotriz: qué es y cómo funciona. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/energia-mareomotriz-que-es-y-como-funciona-2800.html>
- [12] Roperó, S. (2021). Energía mareomotriz: ventajas y desventajas. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/energia-mareomotriz-ventajas-y-desventajas-2802.html>
- [13] Yam, F.K., Hassan, Z. (2005). Innovative advances in LED technology. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002626920400165X>
- [14] Lamparas.es (2020). Bombillas LED – Características y Ventajas. Recuperado de <https://www.blog.lamparas.es/bombillas-led-caracteristicas/>
- [15] Cheng, Y.K., Cheng, K.W.E. (2006). General study for using LED to replace traditional lighting devices. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4147806>

- [16] Qurat U.A., Igbai S., Khan s, Mailk Q., Ahmad., and, Javaid N. (2018). LoT operating system based Fuzzy inference system for home energy management system in smart buildings. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/s18092802>
- [17] euroTopten. (n.d.). Estos son los electrodomésticos más eficientes del mercado. Recuperado de <https://ecodes.org/hacemos/energia-y-personas/eficiencia-energetica/eurotopten/estos-son-los-electrodomesticos-mas-eficientes-del-mercado>
- [18] Editorial RSyS (responsabilidad social empresarial y sustentabilidad). (2022). Sostenibilidad: qué es, definición, concepto, tipos y ejemplos. Recuperado de <https://responsabilidadsocial.net/sostenibilidad-que-es-definicion-concepto-tipos-y-ejemplos/>
- [19] Iberdrola. (n.d.). Iberdrola Smart Solar. Instala tus placas solares. Recuperado de <https://www.iberdrola.es/smart-solar/simulador-placas-solares>
- [20] Naturgy. (n.d.). Naturgy Solar. Calculadora Solar. Recuperado de <https://www.naturgy.es/hogar/solar/calculadora>
- [21] HolaLuz. (n.d.). Instala placas solares. Recuperado de https://www.holaluz.com/placas-solares/?hsa_cam=261365720&utm_source=bing%2Cbing&msslkid=d85937d801991902758d517e89af4d96&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-all_zonas-search_brand-bing&utm_term=holaluz&utm_content=Holaluz&gclid=CKqj3KCpyocDFdJCHQkd69MI8A&gelsrc=ds
- [22] Ayuntamiento de Muchamiel (2023). Bonificación en el IBI por instalaciones térmicas y/o fotovoltaicas. Recuperado de <https://ayto.mutxamel.org/bonificacion-en-el-ibi-por-instalaciones-termicas-y-o-fotovoltaicas/>
- [23] Pursell, S. (2022). ¿Qué es el ROI y cómo se calcula? (fórmula y ejemplos). Recuperado de <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-roi>
- [24] Rey, F.J., Velasco, E. (2005). Bombas de calor y energías renovables en edificios. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HqIwQzDKsIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=bomba+de+calor+geot%C3%A9rmica&ots=bdPRIJIndW&sig=Bszsgb3u6KFpUVNgBksGtzjBG-o&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [25] Peña, A. B. (2023). Bomba de calor geotérmica para calefacción y refrigeración ¿Cómo funciona? Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/geotermia/bomba-de-calor-geotermica-funcionamiento-instalacion.html#cuanto-consume>

- [26] San Vicente, A. (2022). Aerotermia y suelo radiante ¿en qué consiste este sistema? Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/suelo-radiante/aerotermia-y-suelo-radiante-confort-eficiencia-energetica.html>
- [27] S&P. (n.d.). Ventilación Mecánica Controlada (VMC). El sistema de ventilación más innovador y eficiente. Recuperado de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-mecanica-controlada/>
- [28] Arnabat, I. (2022). ¿Qué es y cómo funciona la Ventilación mecánica controlada? – Infografía. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/ventilacion/ventilacion-mecanica-controlada-infografia.html>
- [29] Domínguez, M. (2021). ¿Cuál es el mejor aislante térmico? Guía de materiales para aislamiento. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/materiales-aislamiento-cual-mejor-aislante-termico.html>
- [30] Rehau. (n.d.). ¿Qué es el PVC? Recuperado de <https://www.rehau.com/es-es/que-es-el-pvc>
- [31] Serrano, P. (2024). ¿Qué son las ventanas Passivhaus? Características y certificación. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/ventanas-passivhaus-caracteristicas-certificacion.html>
- [32] EFC Solar. (n.d.). ¿Paneles solares con baterías o sin baterías? Recuperado de <https://www.efcsolar.com/energia-solar-fotovoltaica/paneles-solares-con-baterias-o-sin-baterias/>
- [33] LG. (n.d.). GT28BPP. Recuperado de <https://www.lg.com/cac/refrigerador/lg-GT28BPP>
- [34] Cecotec. (n.d.). Bolero DressCode 121000 Steel. Recuperado de <https://cecotec.es/es/lavadoras/bolero-dresscode-121000-steel>
- [35] Mijael. (2023). 10 consejos para ahorrar agua con el lavavajillas y contribuir al medio ambiente. Recuperado de <https://hogar-sostenible.com/como-ahorrar-agua-con-el-lavavajillas/>
- [36] European Commission. (n.d.). Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Recuperado de https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en
- [37] Damia Solar. (n.d.). ¿Cuánta electricidad genera un panel solar y cómo calcularla? Recuperado de <https://www.damiasolar.com/blog/cuanta-electricidad-genera-un-panel-solar-y-como-calcularla/>
- [38] Alonso, J.A. (2024). Eficiencia y Rendimiento de placas solares. Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/paneles-solares-rendimiento/>

STUDY FOR THE POSSIBLE OPTIMIZATION OF DIFFERENT SINGULAR ELEMENTS OF A HOUSE IN MUCHAMIEL

Author: de Sayas Sánchez, Javier.

Director: Sanz Fernández, Iñigo.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

Abstract

In this project, a study is conducted on the various sustainable technologies currently available, focused on different areas, with the aim of applying them to a single-family home in the municipality of Muchamiel, Alicante. The feasibility of the installation and the benefits that these technologies could provide to the consumer in terms of energy, economy, and environment will be studied. Thanks to the proposals from installation companies of some of these sustainable technologies and simulations carried out as rigorously as possible, results have been obtained that demonstrate that investment in sustainable technologies produces energy savings and a reduction in pollutant emissions while generating economic benefits for the consumer. The research encompasses a thorough analysis of the available technologies, determining the different advantages and disadvantages of each, evaluating the most favorable ones for the context of a single-family home. This research reached various conclusions about the implementation of different sustainable technologies in a home. Although the implementation of sustainable technologies involves a significant initial investment, in the long term it generates benefits for the consumer by reducing energy consumption by more than 75% in addition to reducing pollutant emissions. This type of sustainable initiative promotes the care of the planet and combats poverty.

Keywords: sustainability, renewable sources, energy efficiency, environmental impact, solar panels, consumption, savings.

Introduction

Sustainable development is a growing movement in recent years, with advances in technologies and measures focused on planet care by countries and large companies. The main objective of the project is to optimize a single-family home in the municipality of Muchamiel, Alicante through technologies related to various chapters of sustainability. The aim is to eliminate dependence on non-renewable energy sources and to apply new sustainable technologies that contribute to improving the energy efficiency of the house.

Description of the Model

After studying the different sustainable technologies, it was time to determine the alternatives to implement in the house under study. Solar energy was determined as the renewable energy source to supply the house, and the installation of solar panels was proposed. Regarding other technologies that improve the energy efficiency of the house, the installation of LED lighting and motion sensors, underfloor heating, and an aerothermal heat pump system for climate control were proposed. Investment in thermal insulation materials and highly energy-efficient appliances was also suggested.

Methodology

The project has been carried out following a structured methodology that allowed for the efficient elaboration of the study. At the beginning of the project, an exhaustive search for information on various sustainable technologies and their advantages and disadvantages was conducted. With the acquired knowledge, the most interesting alternatives for the sustainable optimization of the house were proposed. After collecting technical data on the house, a series of simulations were conducted to verify the feasibility and efficiency of installing these technologies. Finally, the results of these simulations were evaluated, and conclusions were drawn on the favorable and unfavorable aspects that the installation generated for the house.

Results

Due to the impossibility of obtaining real results, different simulations were conducted to determine the energy, economic, and environmental impact of installing solar panels and other sustainable technologies. Favorable data were obtained in various aspects, notably in the environmental impact, with a reduction in CO₂ emissions from the house exceeding 585 kg per year. Regarding energy efficiency, it was observed that the proposed sustainable technologies generated significant energy consumption savings. Such savings were substantial enough that energy companies estimated a 75% reduction in the house's energy consumption with just the installation of solar panels.

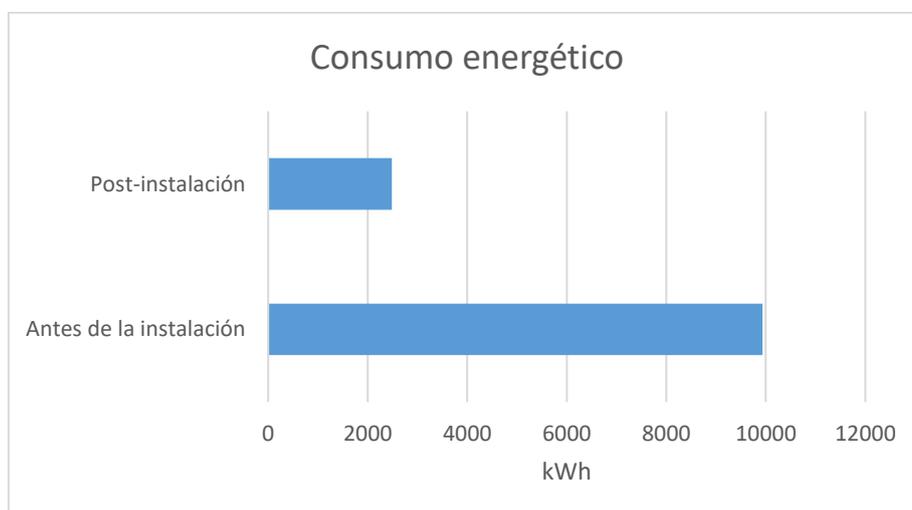


Figure 26. Comparison of the energy consumption of the house in Muchamiel.

From an economic standpoint, the installation of these technologies requires a significant initial investment that, in the long run, generates benefits for the consumer. The payback period for solar panels is less than 9 years, while other sustainable technologies have a payback period ranging from 5 to 10 years. Considering the long lifespan of these technologies, they ensure economic benefits in addition to energy and environmental gains.

Conclusions

This project highlights the benefits of implementing various sustainable technologies in a household in terms of energy, economy, and environment. The installation of these technologies provides energy savings, economic benefits, and reduces pollutant emissions. The initiative for sustainable homes emerges as a strategy for planet care and the fight against poverty. Therefore, sustainable initiatives like the one developed in this project should be implemented worldwide in all types of buildings.

References

- [1] Data Centers. (n.d.). Google: Hamina Finland Data Center. Recuperado de <https://www.datacenters.com/google-hamina-finland>
- [2] André, F., Cerdá, E. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. Recuperado de [Las-energias-renovables-en-el-ambito-internacional.pdf](#) (researchgate.net)
- [3] Solar Inc. (n.d.) ¿Qué es y cómo funciona un panel solar? Recuperado de <https://www.energiasolarinc.com/que-es-un-panel-solar-como-funciona/>
- [4] Balich, M., Cingolani, M., Gonzalez, N., Lombardo, A. (2011). La Energía Eólica. Recuperado de <https://eeolicacsj.blogspot.com/>
- [5] BBVA. (2024). Energía minieólica: una alternativa para el pequeño consumidor. Recuperado de https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/energia-minieolica-una-alternativa-para-el-pequeno-consumidor/?msclkid=269a21614e2a1b3ea75d47fc0bee7bf9&utm_source=bing&utm_medium=cp&utm_campaign=ES_FIN_BBVA_Search_GEN_ALL_&utm_term=https%3A%2F%2Fwww.bbva.com%2Fes%2Fsostenibilidad%2F&utm_content=Generic_Sostenibilidad_DSA
- [6] Instituto Catalán de Energía (ICAEN). (n.d.). ¿Qué es y de donde proviene la energía? Recuperado de https://icaen.gencat.cat/es/energia/que_es/index.html
- [7] Hoel, M. (2020). The rise and fall of bioenergy. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069620300371?via%3Dihub>

- [8] Reid, W., Ali, M., Field, C. (2020). The future of bioenergy. Recuperado de <https://www.mendeley.com/catalogue/5d37811e-530e-3983-aa96-13fe53d1f0be/>
- [9] Sharmin, T., Khan, N., Akram, M., Ehsan, M. (2023). A State-of-the-Art Review on Geothermal Energy Extraction, Utilization, and Improvement Strategies: Conventional, Hybridized, and Enhanced Geothermal Systems. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666202723000423?via%3Dihub>
- [9] Mott, A., Baba, A., Mosleh, M.H., Ökten, H.E., Babaei, M., Gören, A.Y., Feng, C., Recepoglu, Y.K., Uzelli, T., Uytun, H., Morata, D., Yüksel, A., Sedighi, M. (2022). Boron in geothermal energy: Sources, environmental impacts, and management in geothermal fluid. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122007080?via%3Dihub>
- [10] Roperó, S. (2020). Energía mareomotriz: qué es y cómo funciona. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/energia-mareomotriz-que-es-y-como-funciona-2800.html>
- [11] Roperó, S. (2021). Energía mareomotriz: ventajas y desventajas. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/energia-mareomotriz-ventajas-y-desventajas-2802.html>
- [12] Yam, F.K., Hassan, Z. (2005). Innovative advances in LED technology. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002626920400165X>
- [13] Lamparas.es (2020). Bombillas LED – Características y Ventajas. Recuperado de <https://www.blog.lamparas.es/bombillas-led-caracteristicas/>
- [14] Cheng, Y.K., Cheng, K.W.E. (2006). General study for using LED to replace traditional lighting devices. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4147806>
- [15] Qurat U.A., Igbai S., Khan s, Mailk Q., Ahmad., and Javaid N. (2018). LoT operating system based Fuzzy inference system for home energy management system in smart buildings. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/s18092802>
- [16] euroTopten. (n.d.). Estos son los electrodomésticos más eficientes del mercado. Recuperado de <https://ecodes.org/hacemos/energia-y-personas/eficiencia-energetica/eurotopten/estos-son-los-electrodomesticos-mas-eficientes-del-mercado>
- [17] Editorial RSyS (responsabilidad social empresarial y sustentabilidad). (2022). Sostenibilidad: qué es, definición, concepto, tipos y ejemplos. Recuperado de <https://responsabilidadsocial.net/sostenibilidad-que-es-definicion-concepto-tipos-y-ejemplos/>
- [18] Iberdrola. (n.d.). Iberdrola Smart Solar. Instala tus placas solares. Recuperado de <https://www.iberdrola.es/smart-solar/simulador-placas-solares>

- [19] Naturgy. (n.d.). Naturgy Solar. Calculadora Solar. Recuperado de <https://www.naturgy.es/hogar/solar/calculadora>
- [20] HolaLuz. (n.d.). Instala placas solares. Recuperado de https://www.holaluz.com/placas-solares/?hsa_cam=261365720&utm_source=bing%2Cbing&msslkid=d85937d801991902758d517e89af4d96&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-all_zonas-search_brand-bing&utm_term=holaluz&utm_content=Holaluz&gclid=CKqj3KCpyocDFdJCHQkd69MI8A&gclid=ds
- [21] Ayuntamiento de Muchamiel (2023). Bonificación en el IBI por instalaciones térmicas y/o fotovoltaicas. Recuperado de <https://ayto.mutxamel.org/bonificacion-en-el-ibi-por-instalaciones-termicas-y-o-fotovoltaicas/>
- [22] Pursell, S. (2022). ¿Qué es el ROI y cómo se calcula? (fórmula y ejemplos). Recuperado de <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-roi>
- [23] Rey, F.J., Velasco, E. (2005). Bombas de calor y energías renovables en edificios. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HqIwQqzDKsIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=bomba+de+calor+geot%C3%A9rmica&ots=bdPRlJIndW&sig=Bszs3u6KFpUVNgBksGtzjBG-o&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [24] Peña, A. B. (2023). Bomba de calor geotérmica para calefacción y refrigeración ¿Cómo funciona? Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/geotermia/bomba-de-calor-geotermica-funcionamiento-instalacion.html#cuanto-consume>
- [25] San Vicente, A. (2022). Aerotermia y suelo radiante ¿en qué consiste este sistema? Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/suelo-radiante/aerotermia-y-suelo-radiante-comfort-eficiencia-energetica.html>
- [26] S&P. (n.d.). Ventilación Mecánica Controlada (VMC). El sistema de ventilación más innovador y eficiente. Recuperado de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-mecanica-controlada/>
- [27] Arnabat, I. (2022). ¿Qué es y cómo funciona la Ventilación mecánica controlada? – Infografía. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/aire-accionado/ventilacion/ventilacion-mecanica-controlada-infografia.html>
- [28] Domínguez, M. (2021). ¿Cuál es el mejor aislante térmico? Guía de materiales para aislamiento. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/materiales-aislamiento-cual-mejor-aislante-termico.html>
- [29] Rehau. (n.d.). ¿Qué es el PVC? Recuperado de <https://www.rehau.com/es-es/que-es-el-pvc>

- [30] Serrano, P. (2024). ¿Qué son las ventanas Passivhaus? Características y certificación. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/ventanas-passivhaus-caracteristicas-certificacion.html>
- [31] EFC Solar. (n.d.). ¿Paneles solares con baterías o sin baterías? Recuperado de <https://www.efcsolar.com/energia-solar-fotovoltaica/paneles-solares-con-baterias-o-sin-baterias/>
- [32] LG. (n.d.). GT28BPP. Recuperado de <https://www.lg.com/cac/refrigerador/lg-GT28BPP>
- [33] Cecotec. (n.d.). Bolero DressCode 121000 Steel. Recuperado de <https://cecotec.es/es/lavadoras/bolero-dresscode-121000-steel>
- [34] Mijael. (2023). 10 consejos para ahorrar agua con el lavavajillas y contribuir al medio ambiente. Recuperado de <https://hogar-sostenible.com/como-ahorrar-agua-con-el-lavavajillas/>
- [35] European Commission. (n.d.). Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Recuperado de https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en
- [36] Damia Solar. (n.d.). ¿Cuánta electricidad genera un panel solar y cómo calcularla? Recuperado de <https://www.damiasolar.com/blog/cuanta-electricidad-genera-un-panel-solar-y-como-calcularla/>
- [37] Alonso, J.A. (2024). Eficiencia y Rendimiento de placas solares. Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/paneles-solares-rendimiento/>

Índice

Capítulo 1.- Introducción y Planteamiento del Proyecto	3
1.1. Introducción al proyecto.....	3
1.2. El término sostenibilidad.....	4
1.3. Justificación de la elaboración del proyecto	5
1.4. Inspiración del proyecto	5
Capítulo 2.- Estado del Arte.....	7
3.1. Tecnologías existentes	7
3.1.1. Fuentes de energía renovables	7
3.1.2. Consumo energético eficiente.....	16
3.1.3 Climatización de viviendas	20
3.1.4 Aislamiento	31
Capítulo 3.- Descripción del modelo	40
3.1. Objetivos.....	40
3.2. Viabilidad e impacto de las tecnologías en la vivienda.....	41
3.2.1. Contexto de la instalación residencial.....	41
3.2.2. Fuentes de energía renovables	44
3.2.3. Tecnologías en eficiencia energética.....	57
3.2.4 Climatización de la vivienda.....	62
Capítulo 4.- Análisis de resultados.....	66
4.1. Contextualización de los resultados	66
4.1.1. Propuestas de instalación.....	66
4.1.2. Metodología del análisis.....	67
4.2. Propuesta de resultados.....	68
4.2.1 Eficiencia energética	68
4.2.2. Resultados económicos	71
4.2.3 Impacto ambiental.....	73
4.3 Conclusiones del análisis.....	74

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Capítulo 5.- Motivación del proyecto	75
5.1. Auge del desarrollo sostenible	75
5.2. Viviendas sostenibles	75
Capítulo 6.- Metodología del proyecto	77
6.1. Primera fase. Adquisición de conocimientos	77
6.2. Segunda fase. Evaluación de las tecnologías	77
6.3. Tercera fase. Diseño del modelo	78
6.4. Cuarta fase. Resultados del modelo	78
6.5. Quinta fase. Preparado del documento	78
6.6. Sexta fase. Continua revisión y posibles correcciones	79
6.7 Cronograma	79
Capítulo 7.- Conclusiones	80
7.1. Conclusiones sobre la metodología	80
7.2. Conclusiones sobre los resultados	80
7.3. Recomendaciones para futuros estudios	81
Capítulo 8.- Referencias	82
ANEXO I: Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	87

Capítulo 1.- Introducción y Planteamiento del Proyecto

1.1. Introducción al proyecto

En este proyecto se llevará a cabo un estudio sobre las diferentes tecnologías sostenibles existentes en la actualidad con el objetivo de ser capaz de seleccionar las más adecuadas para el caso de una vivienda unifamiliar en el municipio de la ciudad de Alicante, Muchamiel, en términos de eficiencia energética, viabilidad de instalación, cuidado del medio ambiente y beneficio económico.

Para ello, llevar a cabo este estudio se dividirá en las diferentes tecnologías sostenibles en amplios campos sobre su utilización y se pasará a valorar cuales se deberán aplicar teniendo en cuenta los factores mencionados anteriormente.

- **Obtención de energía mediante fuentes de energía renovables.** Se evaluarán las diferentes tecnologías sostenibles dedicadas a la obtención de energía mediante fuentes renovables como pueden ser el sol, el aire o el agua de mares, océanos o ríos entre otras. Se valorarán en cuanto a productividad en la obtención de energía, impacto ambiental y viabilidad de su instalación para una vivienda particular en Muchamiel.
- **Tecnologías que mejoran la eficiencia energética de un lugar.** Además, de buscar una fuente de energía limpia también se busca hacer un uso más responsable del consumo de recursos de una vivienda unifamiliar. Para ello, se deben de valorar las diferentes tecnologías disponibles en ámbitos como la iluminación del hogar, los electrodomésticos o el control inteligente del consumo.
- **Climatización de la vivienda.** Uno de los puntos de mejora de la mayoría de las edificaciones hoy en día es la climatización de estas. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), la calefacción y refrigeración supone el 47% del consumo del hogar, lo que demuestra la importancia de su optimización. Se estudiarán tecnologías sostenibles que permiten reducir el consumo de los hogares en calefacción y refrigeración y que a su vez se reduzcan las emisiones contaminantes de estos sistemas.

Todas estas posibles soluciones al proyecto planteado se valorarán y se elegirá la solución más óptima en el contexto de una vivienda unifamiliar en Muchamiel.

Además, en la medida de lo posible dado que no se podrán obtener datos reales tras la supuesta instalación de las diferentes tecnologías sostenibles, se evaluará si la optimización de la vivienda por medio de estas tecnologías es favorable tanto en términos ambientales como en términos económicos.

1.2. El término sostenibilidad

El término sostenibilidad ha ganado gran notoriedad en el mercado y los medios durante los últimos años. Se ha mantenido una tendencia alcista y se ha convertido en una de las principales expresiones del siglo XXI, con varias empresas y países demostrando preocupación por el desarrollo sostenible.

Por razones como calentamiento global, preocupación por el medio ambiente o incluso marketing, diversas industrias invirtieron para recibir el sello de compañía sostenible. Esta inversión se ha convertido en un aspecto clave no solo en minimizar las repercusiones negativas de la actividad industrial en el planeta, sino que ha proporcionado a organizaciones tanto públicas como privadas una muy buena imagen a ojos de los consumidores.

El desarrollo sostenible se trata de buscar evolucionar socioeconómicamente, pero de una forma orientada a no comprometer a las generaciones futuras. Es decir, desarrollarse de una manera que sea sostenible para el medio ambiente.

No obstante, el desarrollo sostenible no es un concepto nuevo en la historia del ser humano. De hecho, la evolución humana ha sido capaz de, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías, afectar al equilibrio entre el ecosistema natural y la economía humana. Buenos ejemplos de ello podría ser el surgimiento de la agricultura hace miles de años, o el uso del carbón mineral como fuente de energía durante la Revolución Industrial.

En la actualidad no es distinto. Hoy en día, están presentes diversas tecnologías relacionadas con capítulos de sostenibilidad en muchos ámbitos de la industria. Además de las tecnologías más conocidas, como pueden ser la obtención de energía eléctrica mediante energía solar o eólica, países y empresas buscan presentar las tecnologías sostenibles más

desarrolladas, permitiéndoles operar con gran productividad sin comprometer los recursos naturales de generaciones futuras.

1.3. Justificación de la elaboración del proyecto

Este proyecto se contextualiza en una vivienda unifamiliar en Muchamiel, Alicante. Este proyecto tiene como objetivo principal hacer de dicha vivienda una vivienda sostenible que sea capaz de mejorar la calidad de vida de sus residentes, disminuya en gran medida su aportación negativa hacia el medio ambiente y le sume un valor añadido a dicha vivienda. Este proyecto, además, puede aportar un valor informativo para el movimiento de edificaciones sostenibles que está sucediendo hoy en día con el importante objetivo que es la prosperidad del mundo.

1.4. Inspiración del proyecto

En este trabajo se pretende optimizar una instalación mediante tecnologías relacionadas con capítulos de sostenibilidad. Para su realización, comenzó siendo un trabajo basado en la búsqueda de la información en la cual se encontraron casos de instalaciones sostenibles muy llamativas.

En pleno auge del movimiento sostenible, este proyecto cogió inspiración del caso del centro de datos de Google de Hamina, Finlandia. Una edificación capaz de funcionar de manera sostenible cuya iniciativa se va a pretender llevar a una vivienda de un particular en el municipio de Muchamiel.

El centro de Datos de Google de Hamina, Finlandia, es un ejemplo de cómo la tecnología puede ser utilizada para reducir el impacto ambiental. En 2009, Google compró la fábrica de papel Summa Mill de la empresa finlandesa Stora Enso para convertirla en un centro de datos. El proyecto inicial costó €200 millones y se completó en 2011. Desde entonces, Google ha invertido €1.2 billones en el centro de datos y la infraestructura relacionada, con el objetivo de operar completamente con energía limpia.



Figura 1. Centro de datos de Google de Hamina, Finlandia

Google ha sido carbono neutral desde 2017 y tiene como objetivo funcionar completamente con energía limpia en todas las operaciones hasta 2030. El centro de datos de Hamina es un ejemplo de esta ambición, debido a las diferentes tecnologías innovadoras que se han aplicado para reducir su consumo energético.

Entre sus tecnologías, destaca su tecnología de enfriamiento avanzada que aprovecha el agua del mar del Golfo de Finlandia. Esta agua se utiliza para enfriar los servidores, lo que reduce significativamente la necesidad de sistemas de aire acondicionado convencionales. Este método no sólo es más eficiente energéticamente, sino que también reduce las emisiones de carbono asociadas con el enfriamiento tradicional. Además, Google ha firmado acuerdos de compra de energía (PPA) para suministrar el centro de datos con energía eólica y solar, lo que asegura una gran parte de la energía consumida por el centro de datos provenga de fuentes renovables. También, se han implementado tecnologías avanzadas de gestión de energía y optimización de recursos, utilizando inteligencia artificial para prever y gestionar la demanda energética de manera eficiente. Por último, se destaca las políticas restrictivas que tiene Google en cuenta al reciclaje y reutilización de equipos de hardware, asegurando que los componentes de los servidores se reutilicen o reciclen adecuadamente su vida útil. Esto reduce los residuos electrónicos y la necesidad de extraer nuevos materiales, contribuyendo a la sostenibilidad global.

Capítulo 2.- Estado del Arte

3.1. Tecnologías existentes

Las tecnologías sustentables o sostenibles son las que no buscan comprometer los recursos naturales en el futuro. Por otra parte, para que sea considerada una tecnología sostenible ha de reducir el uso de recursos naturales en todas las etapas, desde la creación a la puesta en marcha y, finalmente, en la utilización o reciclaje.

Los ejemplos de tecnologías sostenibles que se dejan ver en la actualidad son numerosos. Esto se debe a la importancia que se le otorga al desarrollo de las mismas, como se explica de mejor manera en una publicación del New York Times de 2009.

"El país que presente la tecnología industrial sostenible más desarrollada en el siglo XXI, presentará también una mayor seguridad energética, seguridad nacional, seguridad económica, preservación ambiental, empresas innovadoras y respeto global."

Las tecnologías sostenibles, actualmente, se consideran fundamentales para que se mantenga el equilibrio entre el ecosistema natural y la economía humana. En un mundo donde se avanza a gran velocidad y se busca la mayor producción en el menor tiempo, las tecnologías sostenibles aparecen como una solución para conseguir que se desarrollen estas actividades mientras se preservan recursos para las generaciones futuras.

Existen diferentes ámbitos donde aparecen esta clase de tecnologías relacionadas con capítulos de sostenibilidad y para el caso de estudio, se necesitan valorar estas y seleccionar las más que tengan una aplicación óptima.

3.1.1. Fuentes de energía renovables

A pesar de esta gran diversidad de utilidades, es posible que el que más resuena sea el ámbito de la obtención de energía. El auge de la obtención de energía mediante fuente renovables ha hecho que gran parte de la población global sea conocedora de la existencia de tecnologías como los paneles solares, los molinos de viento o las presas de las que se obtiene energía solar, eólica e hidráulica respectivamente.

Estas tecnologías, además de haberse hecho oír entre la población, han sufrido un gran desarrollo en los últimos años como se puede ver en la Figura 2. Los avances en tecnologías sostenibles permiten que estén sean cada vez más eficientes y accesibles para más personas.

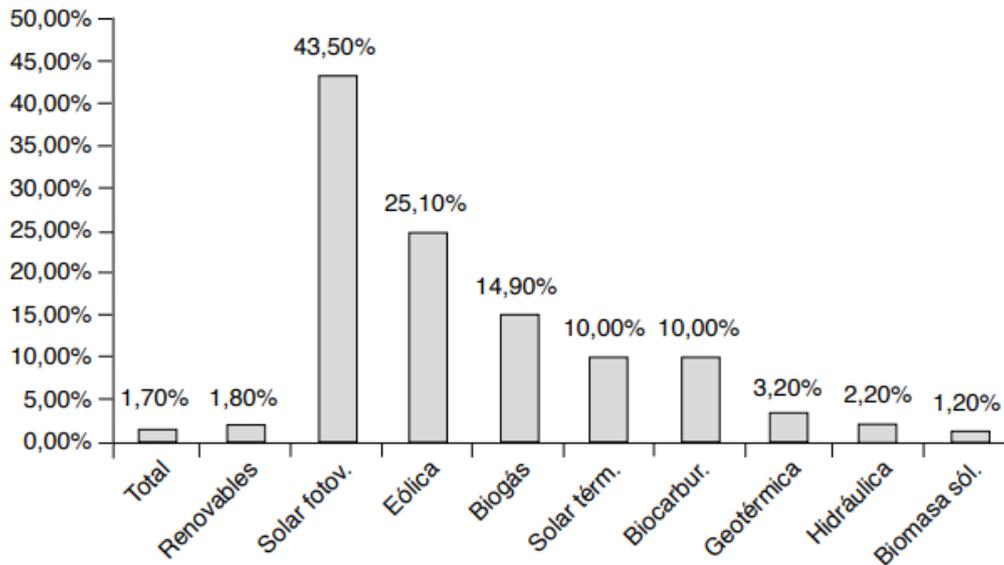


Figura 2. Tasas medias de crecimiento anual de la oferta de energías renovables en el mundo desde 1990 (hasta 2009) [2]

a) Paneles solares fotovoltaicos

Los paneles solares fotovoltaicos representan una tecnología sostenible que está ganando una aceptación creciente en todo el mundo como una solución eficaz para generar electricidad a partir de la energía solar. Estos dispositivos convierten la luz del sol directamente en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas, funcionando como se explica en la Figura 3, ofreciendo una fuente de energía limpia y renovable. A medida que la eficiencia de los paneles mejora, su adopción se expande rápidamente, contribuyendo significativamente a la reducción de las emisiones de carbono y al avance hacia un futuro energético más sostenible.

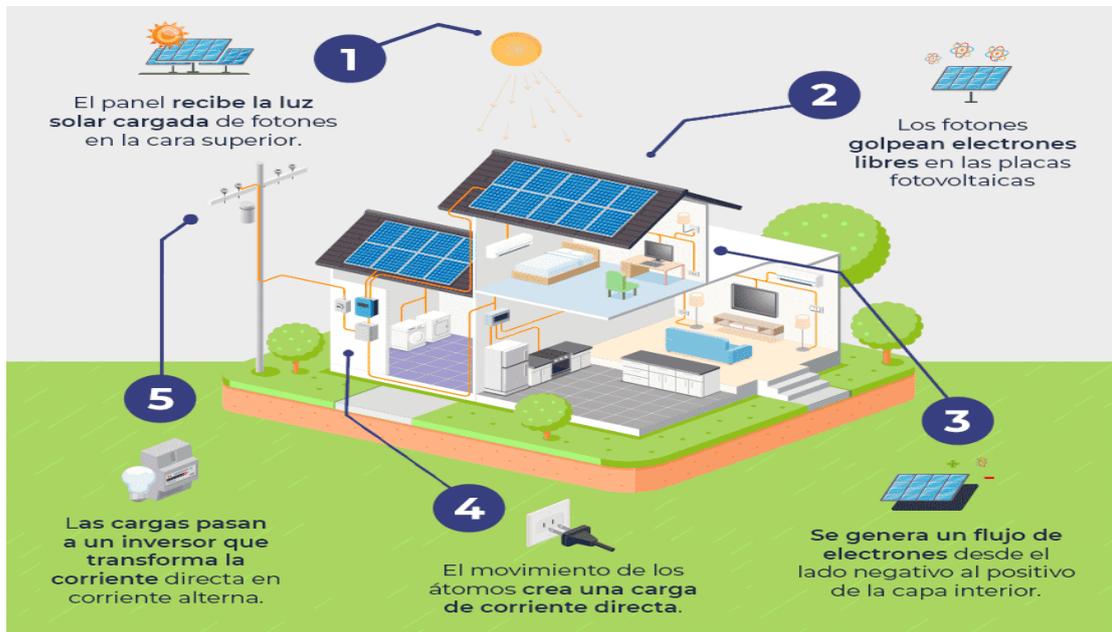


Figura 3. Panel Solar: ¿Cómo funciona? [3]

La energía solar generada por los paneles fotovoltaicos es una fuente inagotable, considerando inagotable la vida de la estrella conocida como el Sol, y no genera residuos ni emisiones contaminantes durante su funcionamiento para los ecosistemas del planeta. Estos paneles presentan una gran versatilidad a la hora de instalarse en diversas ubicaciones, además de requerir poco mantenimiento y teniendo una vida útil que oscila entre los 25 y los 30 años.

Sin embargo, estas tecnologías sostenibles también presentan ciertas desventajas que se deben tener en cuenta. A pesar de que en el largo plazo la instalación de paneles solares suponga un ahorro en la factura de la electricidad que se debe comprar a la red, la instalación de los mismos requiere un gran desembolso inicial, aunque los precios se han visto ciertamente reducidos en los últimos años. Además, se deben tener en cuenta otros aspectos como la necesidad de un espacio amplio para que estos paneles sean capaces de generar cantidades significativas de electricidad o la obvia dependencia del clima dado que su rendimiento se ve afectado por la mayor o menor captación de radiación solar. Hablando en términos de sostenibilidad, se debe considerar que, en fase de fabricación de los paneles solares, el uso de recursos y la generación de contaminación en el ambiente, en cualquier caso, menor a la que generan las fuentes fósiles.

Los paneles solares fotovoltaicos ofrecen una alternativa sostenible y cada vez más asequible para generar electricidad, aunque aún enfrentan algunos desafíos técnicos y económicos. Su uso se ha expandido rápidamente en los últimos años y se espera que siga creciendo a medida que las tecnologías mejoran y los costos disminuyen.

b) Turbinas eólicas

Las turbinas eólicas, conocidas más comúnmente como molinos de viento, son una tecnología sostenible que utiliza la energía que captan a través del viento para generar electricidad. Estas estructuras, vista habitualmente por zonas montañosas alejadas de las ciudades, consisten en grandes palas montadas sobre altas torres que, al ser movidas por el viento, accionan un generador eléctrico como se observa en la Figura 4.

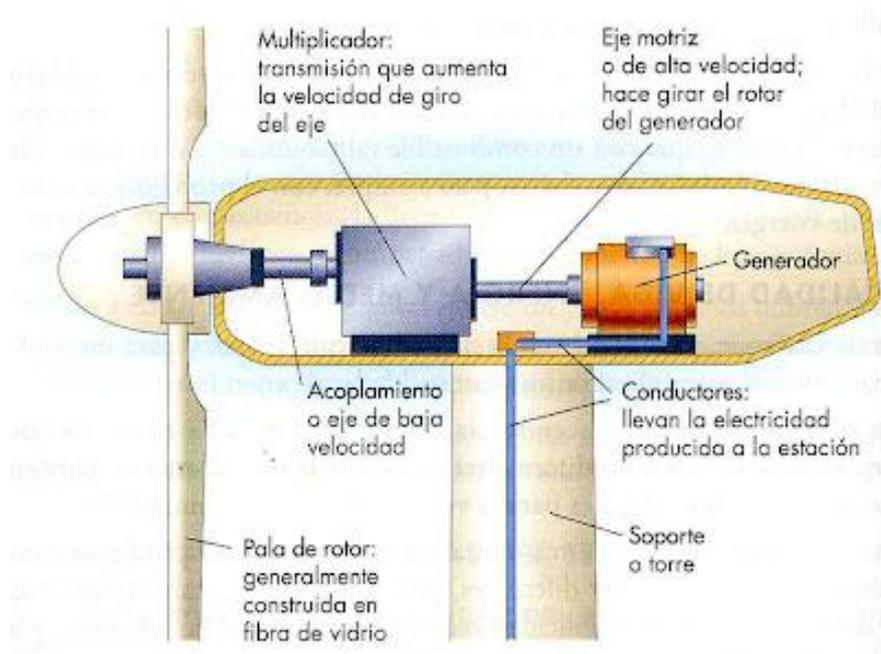


Figura 4. Partes de una turbina eólica [4]

La energía eólica es una fuente limpia y renovable que no produce emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que a medida que las tecnologías se desarrollan y la eficacia de estas avanza, las turbinas eólicas se convierten en una opción clave hacia la transición sostenible.

Al igual que en el caso de los paneles solares, las turbinas eólicas destacan por proveer con una energía limpia que reduce en gran medida la dependencia de los combustibles fósiles y los gases de efecto invernadero, con una cuota de producción todavía mayor que la energía solar. También los molinos de viento destacan por su versatilidad a la hora de instalarse en ubicaciones muy diversas y por el poco mantenimiento que requieren, teniendo una vida útil entre los 20 y los 25 años.

No obstante, el uso de las turbinas eólicas presenta algunos desafíos que deben tenerse en cuenta. La instalación de estas estructuras supone un coste elevado inicialmente a pesar de los resultados que puede otorgar a largo plazo. Además, la instalación de un parque eólico presenta diferentes impactos negativos como son la peligrosidad que representan para la avifauna, los ruidos y vibraciones que emiten, pudiendo afectar a residentes cercanos, o la dependencia que se tiene al viento, viéndose reducido su rendimiento seriamente en días de viento débil o nulo.

En resumen, los molinos de viento ofrecen una forma sostenible de generar electricidad, aunque enfrentan desafíos técnicos y visuales. Su uso ha aumentado significativamente en los últimos años y se espera que siga creciendo con la adopción de políticas más sostenibles y la innovación tecnológica. Este uso se refleja en diferentes ámbitos como pueden verse en la creación de parques eólicos para generar energía renovable para diferentes países, existiendo políticas gubernamentales que fomentan su uso e instalación como medida sostenible, o, incluso, su instalación para el uso particular de hogares o de pequeñas instalaciones (BBVA, 2024).

c) Energía hidráulica

Las centrales hidráulicas, también conocidas como presas hidroeléctricas, son una tecnología de generación de energía que utiliza el flujo del agua para producir electricidad. Estas instalaciones aprovechan la energía potencial del agua almacenada en embalses o ríos para mover turbinas conectadas a generadores eléctricos. Al convertir la energía cinética del agua en energía eléctrica, las centrales hidráulicas proporcionan una fuente de energía limpia y renovable. Este tipo de energía es especialmente valiosa por su capacidad de

generar electricidad de manera constante y predecible, siendo esta la que mayores resultados aporta en la generación de energía eléctrica entre las fuentes renovables.

Las centrales hidroeléctricas destacan por su alta eficiencia a la hora de la conversión de energía, alcanzando una eficiencia alrededor del 90%. Esta eficacia viene de la mano con una larga vida útil que oscila entre los 50 y los 100 años, lo que convierte a las presas hidráulicas en una inversión a largo plazo con una eficacia destacable. Además, las presas pueden ajustar rápidamente su producción y actuar como reservar de energía al poder almacenar agua en embalses. (Instituto Catalán de Energía (ICAEN), n.d.)

Sin embargo, la construcción de presas y embalses puede tener un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos y terrestres circundantes, como la alteración de los flujos naturales de los ríos. Además, la generación de energía hidroeléctrica depende de la disponibilidad de agua, lo que la hace vulnerable a sequías y cambios climáticos. Otro desafío es que la construcción de presas hidroeléctricas requiere una gran inversión inicial, lo que puede limitar su desarrollo en algunas regiones. Por último, las presas solo pueden construirse en lugares con ríos, lagos o saltos de agua adecuados, lo que las convierte en instalaciones poco versátiles con un limitado despliegue en algunas áreas. Esto hace que este tipo de tecnologías sostenibles no sea utilizado entre particulares, a pesar de ser de las más eficientes a gran escala en la industria.

d) Bioenergía

La bioenergía es una tecnología sostenible que utiliza recursos orgánicos renovables, como madera, cultivos energéticos y residuos agrícolas, para generar energía. Esta fuente de energía destaca por su capacidad para reducir las emisiones de dióxido de carbono, ya que, al quemar biomasa en lugar de combustibles fósiles, se disminuye la cantidad neta de emisiones, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.

Además, la bioenergía permite la gestión eficiente de residuos orgánicos, evitando su acumulación y descomposición incontrolada, y complementa otras fuentes de energía renovable, diversificando la matriz energética y mejorando la seguridad del suministro.

Sin embargo, la bioenergía enfrenta varios desafíos. Uno de los principales es la competencia por el uso de la tierra, ya que el cultivo de biomasa para energía puede interferir con la producción de alimentos, afectando la seguridad alimentaria. También puede tener impactos negativos en la biodiversidad, los suelos y los recursos hídricos, dependiendo de las prácticas de gestión. Además, algunos procesos de conversión de biomasa a energía, como la combustión directa, presentan una eficiencia energética relativamente baja en comparación con otras tecnologías. La disponibilidad de biomasa sostenible también puede ser limitada en algunas regiones, restringiendo su potencial de desarrollo. (Hoel, 2020)

En la actualidad, la bioenergía se utiliza cada vez más para la generación de calor y electricidad, especialmente en países con abundantes recursos de biomasa, como los países nórdicos y algunos países en desarrollo. Los biocombustibles líquidos, como el bioetanol y el biodiesel, se han desarrollado como alternativas a los combustibles fósiles, principalmente en el sector del transporte. Además, la digestión anaeróbica de residuos orgánicos, como los residuos agrícolas y los vertidos, permite la producción de biogás, que puede ser utilizado para generar calor y electricidad. Muchos países han implementado políticas y programas de apoyo a la bioenergía, incluyendo objetivos de mezcla de biocombustibles, incentivos fiscales y subvenciones, con el fin de promover su desarrollo. (Reid, 2019)

e) Geotermia

La energía geotérmica o geotermia es una fuente de energía renovable y sostenible que utiliza el calor almacenado debajo de la superficie terrestre para generar electricidad y proporcionar calefacción y refrigeración. Esta energía se obtiene mediante el aprovechamiento de recursos térmicos como puede ser, entre otros, reservorios de agua caliente, vapor, o rocas calientes secas situadas a diversas profundidades. (Sharmin, 2023)

A diferencia de los combustibles fósiles, las centrales geotérmicas tienen un impacto medioambiental muy reducido, con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Además, la energía geotérmica se encuentra disponible de manera constante, independientemente de las condiciones climáticas, lo que la convierte en una de

las fuentes de energía más fiables. Sus instalaciones no suponen un impacto visual y, también, es una tecnología sostenible versátil en cuanto a sus diferentes aplicaciones, utilizándose tanto en la generación de energía, como en la calefacción o refrigeración de edificios, resultando una solución de los más interesante para este estudio.

No obstante, la energía geotérmica también presenta algunos desafíos a tener en cuenta. Esta clase de energía tan solo es aprovechable en regiones determinadas que presenten los recursos geotérmicos adecuados, incluyendo que la instalación inicial con la perforación y construcción de una planta geotérmica supone unos costos iniciales muy elevados lo que limita su despliegue y desarrollo a nivel global. Además, dependiendo de la tecnología utilizada, la energía geotérmica puede tener un impacto negativo en el entorno local, como la emisión de gases o la alteración del equilibrio térmico del subsuelo. Y destacando que esta fuente de energía renovable conlleva unos riesgos de explotación elevados debido a que no siempre se puede garantizar la disponibilidad y calidad del recurso. (Mott, 2022)

El uso actual de la energía geotérmica se concentra en la generación de energía y climatización, pero también se deja ver en algunos procesos industriales como el secado, la destilación o la acuicultura. Esta clase de energía sostenible se encuentra en auge en países en desarrollo y ofrece importantes ventajas a nivel global.

f) Mareomotriz

La energía mareomotriz, en ocasiones conocida como energía oceánica o energía marina, es la energía que se obtiene por medio del aprovechamiento del movimiento que producen las mareas, es decir, cuando suben y bajan. La energía que se genera de esta forma es aprovechada por las turbinas que al activarse mueven el conjunto mecánico del alternador y, así, se produce la energía eléctrica.

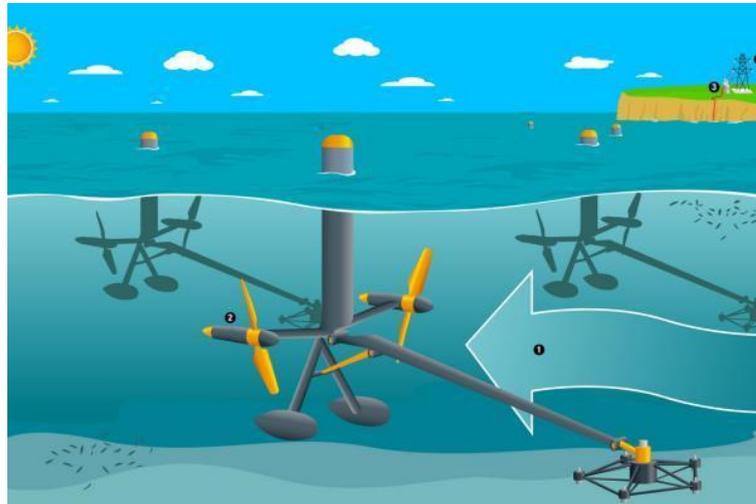


Figura 5. Planta Mareomotriz. [11]

Buscando la máxima eficacia, estas centrales electromotrices se instalan en un estuario, una bahía o una donde el agua del mar penetre y se dé una diferencia de, al menos 5 metros entre el máximo nivel del mar y el mínimo. (Roper, 2020)

La energía mareomotriz presenta varias ventajas interesantes y beneficiosas. Es una fuente de energía renovable e ilimitada, disponible durante todo el año. Además, es una energía limpia que no emite gases de efecto invernadero y sus instalaciones son silenciosas, evitando la contaminación acústica. Es predecible, ya que los avances científicos permiten conocer cuándo ocurrirán las mareas altas y bajas, facilitando el diseño de sistemas adecuados a su potencial. Cabe destacar también que la densidad del agua hace que la energía mareomotriz presente una alta eficacia, permitiendo que las turbinas funcionen a baja velocidad. Una vez construidas, las instalaciones requieren poco mantenimiento, dado que las centrales tienen una vida útil entre los 75 y los 100 años.

Sin embargo, la energía mareomotriz presenta varios desafíos a tener en cuenta, principalmente debido al impacto ambiental de las infraestructuras necesarias para su explotación. La construcción de estas instalaciones puede representar un gran riesgo para las especies vegetales y animales locales, afectar la salinidad y calidad del agua, y alterar los hábitats marinos debido a sus grandes dimensiones. Además, las estructuras cercanas a las costas pueden tener un impacto visual negativo. La energía mareomotriz también es más cara de generar en comparación con las fuentes de energía más establecidas en la

industria debido a los altos costos de diseño y construcción de sus infraestructuras. Aunque es una energía disponible durante todo el año, su generación no es viable en todas las partes del mundo, ya que en algunos lugares las mareas no tienen la fuerza necesaria para producir electricidad. (Roper, 2021)

A pesar de encontrar grandes plantas mareomotrices que algunos países del mundo, la energía mareomotriz es de las que menor presencia tiene en la industria como muestra la Figura 6. Además, la baja versatilidad que se trataba con anterioridad la hace una alternativa poco viable para particulares y, por tanto, para el caso que concierne.

Hidráulica	54,5 por 100
Eólica	22,5 por 100
Bioenergía	18,6 por 100
Solar	3,5 por 100
Geotérmica	0,8 por 100
Energías marinas	0,1 por 100

Figura 6. Porcentaje de cada recurso renovable en la cuota de energías renovables en el consumo eléctrico total en la UE. [2]

3.1.2. Consumo energético eficiente

Esta vertiente sobre el desarrollo de las tecnologías sostenibles como herramienta de cuidado del planeta ha traído consigo tecnologías aplicables en diferentes ámbitos. La obtención de energía, a pesar de ser probablemente la más conocida popularmente, no es la única que se destaca hoy en día.

Existen tecnologías, como los coches eléctricos o el sistema de procesamiento de residuos, que surgen como herramientas destinadas a la reducción de emisión de CO₂ y gases de efecto invernadero que son aplicadas por países como medida destinada a la prosperidad del planeta. Para el caso de la optimización de una vivienda unifamiliar también existen tecnologías relacionadas con capítulos de sostenibilidad muy útiles y con un uso global bastante desarrollado globalmente.

Estas tecnologías están diseñadas para lograr un consumo de energía más eficiente. Esto significa que requieren menos energía para funcionar en comparación con las tecnologías tradicionales, lo que se traduce en una menor demanda de energía de la red eléctrica. Como resultado, no solo se reduce el consumo total de energía, sino que también se disminuyen los costos operativos y se minimiza el impacto ambiental.

Aparecen como destacadas las luces LED, para un consumo energético eficiente en la iluminación de viviendas o instalaciones diversas, y los electrodomésticos eficientes, que disminuyen el consumo de la red en comparación con los tradicionales.

a) Bombillas LED

Los diodos emisores de luz (LED) emergen como la fuente de luz sostenible para la industria en la tecnología de iluminación. Las fuentes de luz convencionales, como las bombillas de filamento y las lámparas fluorescentes, dependen de la incandescencia o la descarga en gases. Estos dos procesos están acompañados por grandes pérdidas de energía, que se atribuyen a las altas temperaturas y las características de gran desplazamiento de Stokes. Por otro lado, los semiconductores permiten una forma eficiente de generación de luz. Los LED hechos de materiales semiconductores tienen el potencial de convertir la electricidad en luz con una eficiencia cercana a la unidad (Yam, 2005).

Una alta eficiencia energética y una larga vida útil son dos de los factores que destacan en estas tecnologías LED. Las luces LED consumen mucha menos energía que las bombillas incandescentes o fluorescentes, lo que se traduce en un menor consumo eléctrico y una reducción significativa de las emisiones de CO₂. Al consumir menos energía y pudiendo llegar a tener una vida útil de 50,000 horas, las luces LED generan menos residuos y tienen un menor impacto ambiental que otras tecnologías de iluminación. Además, las luces LED ofrecen una gran versatilidad en cuanto a diseño, color y control, lo que permite optimizar la instalación de acuerdo con las necesidades específicas. Todo esto unido a una mejor calidad de la luz, con un espectro de color más natural y reducción del parpadeo hacen que las luces LED sean la alternativa líder en la industria de la iluminación.

Su protagonismo en la industria es debido a la gran cantidad de ventajas competitivas que presentan las luces LED frente a los sistemas tradicionales de iluminación, como se observa en la Figura 13 en términos de consumo. Las luces LED están por delante de las otras alternativas en varios ámbitos como son el consumo, el control, el rango de colores o la eficiencia. Los desafíos a los que hay que enfrentarse al utilizar luces LED son la adaptación de estas a un circuito de un entorno de trabajo tradicional, la gestión térmica y el coste que supone su instalación.

Datos aproximados de Consumo [W] e Iluminación [lm.]				
Bombilla LED	Bombilla Bajo Consumo	Bombilla Halógena	Bombilla Incandescente	Lúmenes
3-4W	7W	20W	30W	300-450lm.
5-6W	11W	32W	50W	500-650lm.
7-10W	16W	50W	80W	700-1050lm.
11-15W	24W	72W	120W	1100-1500lm.
+15W	+30W	+90W	+150W	+1500lm.

Figura 7. Datos de Consumo e Iluminación de diferentes bombillas. [14]

Con el avance en esta clase de tecnologías el acondicionamiento para la instalación de las luces LED es algo cada vez más asequible. Y hablando del coste, se debe tener en cuenta que las luces LED suponen una inversión más económica en el largo plazo que las alternativas tradicionales (Cheng, 2006).

b) Electrodomésticos eficientes

El sector residencial ocupa el tercer puesto de mayor consumo de energía en el mundo y se estima que para el 2035 la demanda de electricidad aumentará en un 24% considerando el crecimiento poblacional, el incremento económico, así como el desarrollo tecnológico e industrial de los países emergentes (Qurat et al., 2018).

El consumo de energía eléctrica en los hogares viene dado en gran medida por los electrodomésticos, además de la iluminación. El uso de electrodomésticos eficientes en cuanto al consumo energético permite reducir el consumo de hogares y otras construcciones contribuyendo a reducir el impacto de estos en el medioambiente.

Los electrodomésticos eficientes ofrecen una serie de beneficios significativos. En primer lugar, el ahorro energético es una de las ventajas más destacadas. Estos electrodomésticos consumen menos energía en comparación con los modelos convencionales, lo que se traduce en un menor gasto en las facturas de electricidad. Además, al consumir menos energía, contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, lo que ayuda a mitigar el cambio climático y mejora la calidad del aire.

Otro beneficio importante es la vida útil prolongada de estos aparatos. Muchos electrodomésticos eficientes están diseñados con materiales de alta calidad y sistemas avanzados que aumentan su durabilidad. Esto no solo prolonga la vida del producto, sino que también reduce la necesidad de reemplazos frecuentes, lo que a su vez disminuye los residuos electrónicos.

La demanda de electrodomésticos eficientes ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a la creciente conciencia sobre la sostenibilidad y el ahorro de costos. Muchos países han implementado estándares y etiquetas de eficiencia energética, como se puede ver en la Figura 8, para guiar a los consumidores en la selección de electrodomésticos eficientes. Esta tendencia refleja un compromiso global hacia la reducción del consumo energético y la disminución de las emisiones de carbono.

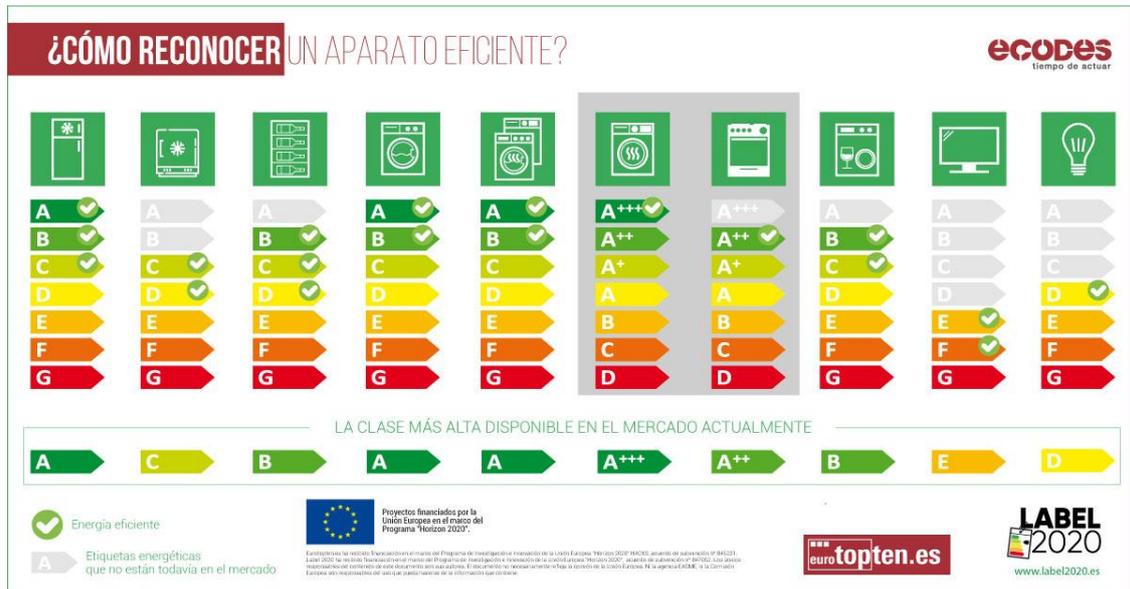


Figura 8. Etiquetado sobre la eficiencia energética de los electrodomésticos [17]

3.1.3 Climatización de viviendas

Las tecnologías sostenibles de climatización son fundamentales para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de los sistemas de calefacción y refrigeración que aparecen en muchos hogares. Los sistemas de calefacción y refrigeración son muy utilizados en vivienda con climas extremos, tanto fríos como cálidos.

Debido al elevado consumo energético que demandan los sistemas de climatización de las viviendas, este es un campo importante por explorar avances tecnológicos sostenibles que ayuden a mejorar la eficiencia energética en este ámbito.

La climatización de viviendas y edificaciones es un campo en el que aparecen diferentes alternativas de tecnologías sostenibles que son una alternativa que reduce la emisión de gases de efecto invernadero de estos sistemas de refrigeración y calefacción.

Existen diferentes alternativas en el ámbito de la climatización.

a) Bombas de calor

Las bombas de calor son sistemas altamente eficientes que transfieren calor desde una fuente externa (aire, agua o suelo) hacia el interior de la vivienda durante el invierno y en sentido inverso durante el verano. Existen varios tipos:

- Bomba de calor aire-aire: Toma calor del aire exterior y lo transfiere al interior.
- Bomba de calor aire-agua: Utiliza el aire exterior para calentar agua que luego se distribuye a través del sistema de calefacción.
- Bomba de calor geotérmica: Extrae calor del suelo, que tiene una temperatura relativamente constante durante todo el año.

Ya se ha comentado anteriormente que la energía geotérmica era una fuente de energía renovable muy utilizada en el ámbito de la calefacción y la refrigeración de viviendas y edificaciones dado que es la fuente de energía que proviene de energía de forma constante.

Una bomba de calor esencialmente es una máquina termodinámica formada principalmente por un circuito frigorífico clásico (compresor, condensador, sistema de expansión, y evaporador, como se pueden ver en la Figura 9) del que se aprovecha la energía calorífica cedida por el condensador (aire caliente o agua caliente que sale del condensador) y no la que absorbe en el evaporador (fuente fría) del aire ambiente o del agua de un pozo o un río. (Rey, 2005)

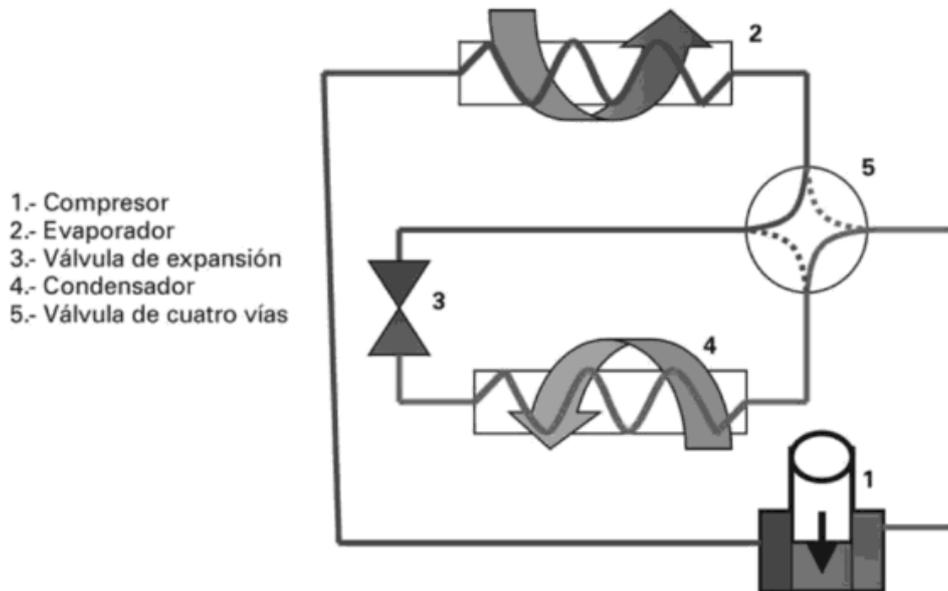


Figura 9. Esquema de funcionamiento de una bomba de calor [24].

También es posible aprovechar la energía acumulada del subsuelo mediante el empleo de una bomba de calor. El aprovechamiento se realiza a través de un intercambio energético entre los tubos del intercambiador de calor subterráneo y el subsuelo, evacuando o absorbiendo calor.

Existen dos variantes en la bomba de calor geotérmica.

Por un lado, la bomba de calor horizontal tiene como principal característica la distribución de forma horizontal de los colectores de captación que reparten el fluido caloportador. Estos figuran extendidos a lo largo y ancho de la parcela. Es el formato más habitual empleado en la modalidad geotérmica. Su ubicación se encuentra en torno al metro y medio de profundidad, y es el único caso en el que el clima exterior puede resultar condicionante. Para que esta modalidad sea eficiente, será necesario contar en extensión con los metros cuadrados suficientes.

Por el otro lado, existe la opción de colocar el sistema de intercambio (tuberías) de forma vertical. Esta alternativa recupera la falta de espacio con una perforación superior. Este trabajo supone el empleo de maquinaria preparada más compleja, pero el resultado es más

eficiente al alcanzar yacimientos de temperaturas superiores, siendo el rango de profundidad entre los 25 y los 150 metros. (Peña, 2023)

	CAPTADOR VERTICAL	CAPTADOR HORIZONTAL
Temperatura del suelo	Constante durante todo el año	Ligeramente variable en el año
Requerimiento de terreno	Mínimo	Alto
Impacto sobre organización del terreno	Mínimo	Alto
Uso del terreno en el futuro	Libre	Limitado
Transmisión de la energía	Muy buena	Buena
Consumo de energía eléctrica	Muy bajo	Bajo
Relación de cálculo (de referencia)	1 / 0,75 - 1 (m ² suelo radiante/m perforación)	1 / 1,5 - 2 (m ² suelo radiante/m ² terreno)
Costes de instalación	Mayor	Menor (aprox. 50% de captador vertical)

Figura 10. Comparativa entre captadores geotérmicos [25].

El funcionamiento de una bomba geotérmica se basa en una instalación en el subsuelo que conecte con la edificación objeto de climatización. Por dicha instalación subterránea se hace circular un fluido, que es el que sirve de elemento de transporte de elemento de transporte energético conectando el subsuelo con el local a climatizar. La energía geotérmica como ya se ha comentado presenta la ventaja de que la temperatura natural del subsuelo es relativamente constante e independiente de las fluctuaciones estacionales.

En la temporada fría, el fluido del circuito, que circula por el bucle subterráneo, absorbe calor del subsuelo, ya que la temperatura de este fluido está aproximadamente entre 0 y 5°C, y la del subsuelo entre 10 y 15 °C. Esto se ve favorecido sobre todo por la unidad bomba de calor geotérmica que es la responsable de aportar calor a la vivienda intercambiando calor con el bucle subterráneo. Dicha unidad trabaja con un rango de temperaturas de agua en el bucle muy amplio, de -4 °C a 45 °C. Una vez que el fluido está en superficie, la unidad extrae el calor del fluido y lo aporta al aire por impulsión directa o a través de una red de conductos de aire, distribuyéndose de esta forma por el interior de los locales.

En verano el proceso es el inverso, la bomba de calor geotérmica absorbe el calor de la casa o aplicación y lo envía por medio del fluido caloportador al subsuelo, donde será disipado

por la diferencia de temperatura existente entre la temperatura del bucle (entre 35 y 50 °C) y la del subsuelo (entre 13 °C y 20 °C). (Rey, 2005)

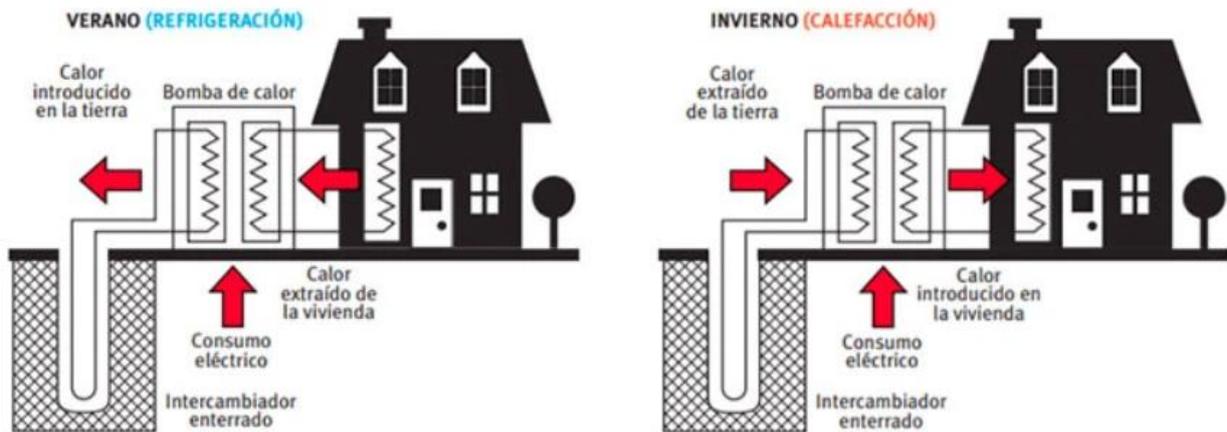


Figura 11. Esquema de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica [25].

Los diferentes tipos de bombas presentan características diferentes, con sus debidas ventajas e inconvenientes que deben evaluar. La bomba de calor geotérmica cuando con la ventaja de ser provista de una fuente de energía constante que no depende de las condiciones climáticas con la temperatura del aire o la temperatura del agua. Además, es más versátil ya que no requiere de la disponibilidad de un río o un pozo cercano a la vivienda. No obstante, la captación en agua resulta una instalación más sencilla y económica con una gran eficiencia; teniendo en cuenta el condicionante de la disponibilidad de ríos o pozos para su instalación.

En el caso de la captación aerotérmica, según un estudio de Peña (2023), basado en la hipótesis de estabilidad térmica anual, un sistema aerotérmico resulta más productivo que uno geotérmico. Ante esto resultado no se debe olvidar que la eficiencia de la alternativa aerotérmica es dependiente de las variaciones térmicas ambientales, condicionante que no existe para la energía geotérmica. Aunque esto no debe opacar que la aerotermia es la alternativa más extendida debido a su sencillez en la instalación, su eficiencia y unos costos iniciales no demasiado elevados.

A parte de todas estas consideraciones es interesante conocer que este tipo de tecnologías sostenibles son compatibles con otras en el campo de la climatización.

b) Suelo radiante

El suelo radiante es un sistema de climatización que utiliza tuberías o cables eléctricos instalados bajo el suelo para calentar o enfriar el espacio.

- El suelo radiante por tuberías es el más común y hace que circule agua a alta o baja temperatura por un circuito de tuberías situado bajo el pavimento. Esta opción supone un consumo de energía muy reducido dado que el caudal de agua es muy pequeño y es una opción combinable con la aerotermia.
- El suelo radiante por hilos eléctricos se configura con unas resistencias empotradas en el pavimento de la construcción que se calienta o enfrían por el paso de corriente. Es un sistema menos eficiente y con un coste de funcionamiento mucho mayor que el suelo radiante por agua, ya que la fuente de energía es la electricidad de manera directa.

El sistema de climatización de suelo radiante por tuberías es una alternativa superior a la del hilo eléctrico a nivel de eficiencia, economía y sostenibilidad, por lo que no se tratará en profundidad esta opción.

La combinación del suelo radiante con la aerotermia es una opción muy destacada para una vivienda sostenible. La configuración básica del sistema de suelo radiante por aerotermia consiste en la impulsión de agua a media temperatura (en torno a los 40°C en invierno y a los 16°C en verano) impulsada por la bomba de calor aerotérmica a través de circuitos de tuberías de polietileno reticulado. De esta forma se transmite (calefacción) o se extrae (refrigeración) el calor de la vivienda, adecuándose a las necesidades térmicas de cada estación del año.

En invierno, el cemento absorbe el calor de las tuberías y lo cede al pavimento superior que, por último, transmite esta energía hacia las paredes y techo de la habitación mediante radiación y en menor grado por convección natural.

En verano, el proceso se invierte de forma que el pavimento absorbe el calor por radiación y convección desde las paredes y el techo. Luego el calor se transmite a la capa de mortero

y a la tubería de suelo radiante, transportándose a través del agua el calor hacia el exterior de la vivienda.

El mayor grado de eficiencia energética de este tipo de instalación por suelo radiante se encuentra al dimensionar la instalación para trabajar a baja temperatura (entre 30 y 50 grados para calefacción) de forma que combinado con la bomba de calor aerotérmica los consumos energéticos son realmente bajos y los resultados de confort térmico excelentes. (San Vicente, 2022)

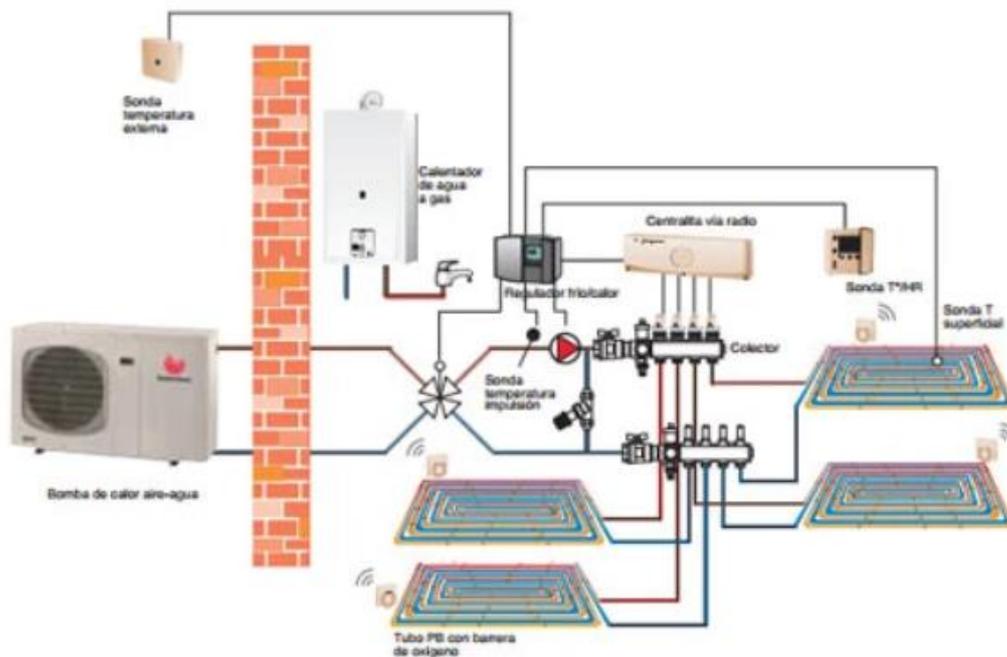


Figura 12. Esquema de instalación de bomba de calor aire-agua conectada a caldera de gas y suelo radiante [26].

La mejor tecnología actual para la conjunción con el sistema basado en suelo radiante es la bomba de calor aerotérmica aire-agua que además permite la climatización mixta (calefacción y refrigeración).

Se trata de una tecnología basada en el ciclo de Carnot de las máquinas convencionales de aire acondicionado, pero con un mayor rendimiento energético y que extrae la energía presente en el aire mediante el cambio de fase de un líquido/gas refrigerante. Esa energía

puede ser extraída del exterior para cederla al interior de la vivienda (calefacción) o extraerla del interior para expulsarla al exterior (refrigeración)

Son máquinas que van conectadas a la instalación eléctrica convencional y tienen un consumo bastante bajo en relación con la energía que proporcionan, por lo que tiene condiciones ventajosas también en términos de sostenibilidad.

Calientan o enfrían el circuito de agua que después servirá de mecanismo de radiación a temperaturas bajas:

- 30-50°C para calefacción
- 15-20° para refrigeración

Además, en el caso de instalación del suelo radiante por tuberías en una vivienda permite el control independiente de la temperatura para cada estancia de la misma. Los distintos circuitos de tubería que se quieren independizar para la vivienda se centralizan en una caja de registro denominada zona de colectores donde se regulan de forma independiente las temperaturas de cada una de las habitaciones de la vivienda en función de sus respectivas necesidades caloríficas. Cada circuito puede tener su propia temperatura de consigna fijada por termostato que da la orden de abrir o cerrar a una válvula de 3 o 4 vías que impulsa o paraliza el circuito hidráulico.

c) Ventilación mecánica controlada (VMC)

La forma de ventilación de los hogares ha evolucionado significativamente en los últimos años, pasando de la ventilación natural a novedosos sistemas de ventilación mecánica controlada (VMC) de doble flujo que permiten disminuir el gasto energético de las viviendas, mejorar la calidad del aire interior y aumentar el confort de los usuarios.

Los sistemas VMC son aquellos en los que el movimiento del aire, introducido y expulsado en un edificio, se genera por la acción de un ventilador.

La ventilación mecánica controlada puede realizarse principalmente de dos formas: por extracción mecánica y admisión natural (sistema de simple flujo) o por extracción y admisión mecánica, conocido también como sistema de doble flujo.

En los sistemas **VMC de simple flujo**, la entrada de aire se produce por depresión, a través de rejillas situadas en las fachadas, mientras que la extracción se realiza a través de un ventilador. Estos sistemas cuentan con una red de conductos que permiten conducir el aire viciado desde el interior de la vivienda hacia el exterior. Además, garantizan la renovación permanente del aire, la eliminación de montajes y malos olores, y un montaje sencillo.

Existen dos tipos de Ventilación Mecánica Controlada de simple flujo, autorregulable e higrorregulable:

VMC Simple Flujo Autorregulable

- Concebida para trabajar con caudales constantes.
- Sencillez de instalación y mantenimiento.
- Calidad de aire y bajo coste.

VMC Simple Flujo Higrorregulable

- Sistema inteligente que regula los caudales en función de la humedad, obteniendo una ventilación que se ajusta a las necesidades.
- Disminución de las pérdidas energéticas.
- Mayor confort.

En ambas el aire viciado es extraído de las estancias húmedas por bocas conectadas al grupo extractor de ventilación. El aire nuevo entra a través de entradas de aire situadas en las ventanas o en la fachada de las estancias secas.



Figura 13. Sistema VMC de flujo simple [28].

Los **sistemas de doble flujo** permiten obtener tener la máxima eficiencia, asegurando la filtración de aire y el aislamiento de la vivienda. Al sustituir las entradas de aire de la fachada por unas rejillas de impulsión se eliminan ruidos y posibles corrientes de aire, lo que asegura el confort en las diferentes estancias del hogar. Los sistemas de doble flujo están compuestos básicamente por un intercambiador de calor/frío, filtros de aire, un ventilador de impulsión y otro para extracción.

El aire exterior se atempera por intercambio con el aire proveniente del interior de la vivienda sin que se mezclen, lo que permite transferir la energía sin que el aire se vicie. La cesión de calor en este tipo de dispositivos nos permite calentar el aire frío que entra del exterior en invierno, mientras que en verano nos permite enfriar el aire caliente del exterior. Así se reduce significativamente la carga térmica de la vivienda por ventilación.

	Sistema auto	Sistema higró	Doble flujo
Ahorro energético		★ ★	★ ★ ★
Aislamiento acústico externo		★	★ ★ ★
Ruido generado	★	★ ★	★
Polución externa: partículas, pólenes...		★	★ ★ ★
Confort térmico	★	★ ★	★ ★ ★
Protección contra humedades	★ ★	★ ★ ★	★ ★
Simplicidad de montaje	★ ★	★ ★	
Mantenimiento	★ ★	★ ★	
Coste	★ ★ ★	★ ★	

Figura 14. Comparativa de sistemas VMC [27].

Estos sistemas de ventilación presentan otras funciones además de la mejora de la calidad del aire.

- Confort térmico. Gracias al recuperador de calor de alta eficiencia la temperatura del aire que circula por la casa es muy estable, asegurando un confort térmico óptimo durante todo el año.
- Ahorro energético. Sistema eficiente para proyectos de viviendas de bajo consumo. El ahorro proporcionado por el recuperador permite optimizar los resultados del certificado energético.
- Confort sonoro. El aislamiento acústico de la fachada no se ve comprometido al eliminarse las entradas de aire directas.

(S&P, n.d.)

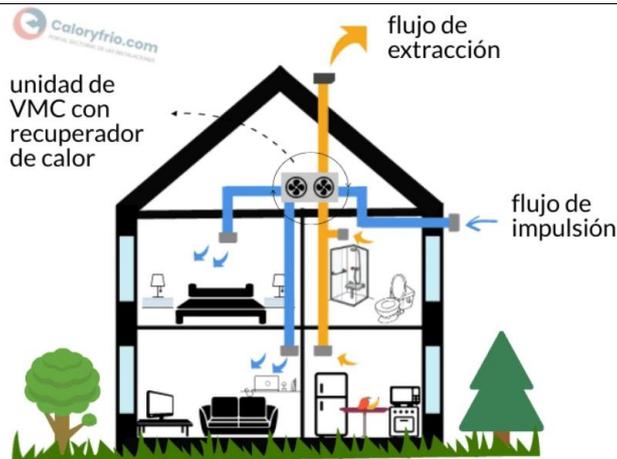


Figura 15. Sistema VMC de doble flujo [28].

3.1.4 Aislamiento

Al igual que unos sistemas de calefacción y refrigeración optimizados por medio de tecnologías sostenibles, un aislamiento desarrollado y de calidad es muy útil para la mejora de la eficiencia del consumo de energía en el hogar. Un aislamiento adecuado no solo mantiene el calor durante el invierno y el fresco durante el verano, sino que también reduce significativamente la necesidad de utilizar sistemas de climatización durante un tiempo prolongado, lo que se traduce en un menor consumo energético y una disminución en las facturas de electricidad.

Existen tecnologías que ayudan a que las viviendas y demás edificaciones mejoren su aislamiento y de esa forma gestionen sus recursos de la forma más eficiente.

a) Materiales aislantes

Gracias al desarrollo y conocimiento obtenido tanto en el ámbito de la construcción como en el de la climatización, se han determinado una serie de materiales con unas determinadas características que les permiten funcionar como aislantes térmicos de una vivienda u otra construcción.

Estos materiales aislantes térmicos presentan como características clave para su utilidad una baja conductividad térmica, lo que permite reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de la construcción.

La instalación de aislamiento térmico es esencial para la reducción de las emisiones de las edificaciones vinculadas al consumo energético, con capacidad para reducir hasta un 30% las facturas por consumos energéticos según un artículo de Domínguez (2021).

El ahorro de energía conseguido dependerá del espesor de la capa de material aislante, las prestaciones del material y la calidad de la instalación. Para asegurarse que se está delante de un material aislante de buena calidad se debe conocer cuáles son las características que hacen de este un buen material aislante.

- Baja conductividad térmica. Indica cuál es la capacidad del material para transmitir calor y con qué facilidad lo conduce. Por tanto, cuanto más bajo sea, más eficiente será a la hora de evitar la pérdida de calor.
- Alta resistencia térmica. Es la capacidad de un material de oponerse al flujo de calor. Cuanto más alta sea, más eficaz será el aislamiento contra el calor en verano.
- Resistencia al paso del vapor de agua. Tiene que ver con el espesor y la permeabilidad del material. Resulta clave para evitar condensaciones.
- Buen comportamiento ante el fuego. Es un factor directamente vinculado con la seguridad.
- Aislamiento acústico. Sin duda, que el material posea capacidad de absorción del ruido es un plus.

Para conseguir una rehabilitación energética de calidad, con la que mejorar de forma eficaz la eficiencia de las edificaciones, no basta con elegir el mejor material aislante. Resulta imprescindible una instalación de aislamiento térmico profesional, con perfiles técnicos con la formación adecuada y experiencia en el sector.

La elección del aislamiento más adecuado dependerá por un lado de la viabilidad técnica y económica de una u otra solución. Posteriormente y para la elección del aislamiento térmico se deberán valorar sus prestaciones térmicas atendiendo a su conductividad, espesor y factor de resistencia a la difusión del vapor.

Existen múltiples de materiales aislantes con buenas prestaciones. Sin embargo, los más frecuentados en el mercado son: el poliuretano, la lana mineral, el yeso y el poliestireno tanto expandido como extruido. (Domínguez, 2021)

Poliuretano

La espuma rígida de poliuretano (PU) incluye materiales de poliuretano (PUR) y de poliisocianurato (PIR). Se usa como material de aislamiento térmico y acústico, así como impermeabilizante. Algunos productos de poliuretano usados como aislante son:

- Planchas de poliuretano. Son elementos rígidos en forma de planchas que pueden estar también revestidas de otro material (lámina de aluminio, poliéster, etc).
- Paneles sándwich de poliuretano. Es una plancha revestida por ambas caras de una capa metálica.
- Poliuretano conformado. La espuma rígida se presenta como piezas moldeadas con distintas formas.

Entre las ventajas del aislamiento con poliuretano se encuentra que permite conformar una única capa sin juntas ni solapes, garantizando una total estanqueidad. A esto hay que añadir que aísla e impermeabiliza a la vez, se adapta a cualquier geometría y permite una instalación rápida y sin obra. Asimismo, tiene una alta resistencia y durabilidad y es 100% reciclable.

Lana mineral

Es un material compuesto de filamentos inorgánicos entrelazados para conformar un tejido. Con esta premisa se consigue un material muy ligero con muy buenas prestaciones como aislante térmico y acústico. También aporta una excelente protección contra el fuego al ser incombustible y no generar gases tóxicos al contacto con la llama.

Se encuentra lana de vidrio (elaborada fundiendo arena), lana de roca (elaborada fundiendo rocas basálticas) y fibra de vidrio en varios formatos:

- Planchas de lana mineral. Producto rígido o semirrígido sin o con revestimiento en una de sus caras de distintos materiales (papel kraft, lámina de aluminio, lámina asfáltica, placa de yeso laminado, etc.).
- Manta de lana mineral. En forma de rollos, es un producto flexible que puede contar también con revestimiento de papel kraft o de velo mineral en una de sus caras.
- Borra de lana mineral. Es un producto suelto, que se insufla por ejemplo en una cámara de aire o bien se sopla para que se deposite sobre una superficie horizontal, como un suelo.
- Paneles sándwich de lana mineral. La plancha de lana mineral se reviste por ambas caras con una lámina rígida (metálica o de madera).

Los productos autoportantes como las planchas y paneles son muy empleados para la rehabilitación de fachadas con aislamiento por el interior, para sistemas de fachadas ventiladas, además de para revestir cubiertas por el interior.

Así, la instalación de aislamiento de lana mineral no exige andamiaje ni tiempos de espera para el secado de materiales, por lo que no se compromete la habilidad durante el proceso. Con la actuación se pueden solucionar los defectos de los muros, eliminar puentes térmicos (en la aplicación por el exterior) y reducir el ruido aéreo y de impactos.

Placas de yeso laminado

El yeso es un material sostenible, infinitamente reciclable, incombustible y sin sustancia tóxica alguna, es resistente a la humedad y al moho, evita las condensaciones y reduce el ruido de impacto y el aéreo.

Las placas de yeso laminado están compuestas de un núcleo de yeso unido a dos láminas de celulosa por ambas caras, conformando de este modo placas rectangulares listas para instalar en tabiques, techos, trasdosados, suelos... Son sistemas ligeros y manejables, que eliminan fácilmente puentes térmicos, con resistencia a los golpes y al fuego, y una instalación rápida y sencilla.

Las placas de yeso laminado se suelen combinar con la lana mineral para lograr un óptimo aislamiento térmico. Además, se emplean en actuaciones en fachadas por el interior y por el exterior.

Poliestireno expandido

Es un material plástico espumado, rígido, que se fabrica a partir de gránulos de poliestireno expandible o de uno de sus copolímeros. Se moldea muy fácilmente y es muy versátil, lo que permite obtener productos de poliestireno expandido para el aislamiento térmico como los siguientes:

- Planchas de poliestireno expandido. Son elementos rígidos rectangulares, con un espesor único o variable.
- Perlas de poliestireno a granel. Se usan para, mezcladas con un aglomerante, inyectarlas a través de unos orificios practicados en la fachada en cámaras de aire, como relleno.
- Productos compuestos. A la plancha de poliestireno se le suma una plancha de otro material, por ejemplo, de yeso laminado. Son muy empleados en SATE (sistemas de aislamiento término exterior).

El poliestireno expandido tiene ofrece una gran resistencia y conductividad térmicas, es un material ligero, resistente al agua y a los golpes, fácil de manejar y de instalar. Tiene un gran desempeño como aislante térmico para cubiertas, suelos y fachadas. Además, ayuda a resolver puentes térmicos y suma en el aislamiento acústico.

Se incluye poliestireno expandido en soluciones de aislamiento por el exterior (SATE), por el interior y en cubiertas bajo teja.

Poliestireno extruido

Es una espuma termoplástica, rígida, de estructura celular cerrada, que se obtiene a partir del poliestireno o alguno de sus copolímeros a través de procesos de extrusión y expansión. Destaca por su excelente resistencia mecánica y altas prestaciones como aislante térmico y protección frente a la humedad

Es un material versátil que se presenta en estos formatos:

- Planchas de poliestireno extruido. Es un producto rígido, de espesor uniforme y forma rectangular normalmente, con bordes de distintas formas.
- Productos compuestos. Es la unión de una plancha de XPS con otra de un material como madera o yeso laminado.

Resulta un gran aliado frente a la humedad, puesto que apenas absorbe agua y no necesita barrera de vapor. Además, tiene una gran resistencia mecánica, una elevada durabilidad y se puede reciclar en un alto porcentaje. Se usa en el aislamiento de la envolvente, con un gran desempeño en el aislamiento de cubiertas planas e inclinadas, en fachadas por el exterior (SATE) y el interior, así como en suelos.

b) Ventanas eficientes

Al igual que ocurría con la fachadas y paredes de una construcción, las ventanas son capaces de proporcionar un aislamiento térmico a una instalación capaz de reducir el consumo energético de los sistemas de calefacción y refrigeración. Las ventanas con eficiencia energética se caracterizan por tener un bajo coeficiente de transmisión térmica, un alto factor solar y un buen aislamiento acústico.

Entre varias opciones existen en el mercado destacan las ventanas de PVC y el modelo de passivhaus. Son modelos muy frecuentados en la industria y tiene como objetivo mejorar la eficiente energética de las edificaciones y, por tanto, su sostenibilidad.

El PVC, que corresponde a policloruro de vinilo, es un material muy utilizado para la fabricación de ventanas dado que reúne una serie de propiedades útiles para el campo.

Además de presentar una mala conductividad, es un material con una larga vida útil que puede llegar hasta los 50 años sin necesidad de mantenimiento, lo que lo hace un aislante muy duradero para el sector. Las ventanas de PVC son capaces de soportar la acción de las inclemencias meteorológicas durante años sin necesidad de mantenimiento gracias a su resistencia a la corrosión, al impacto y al desgaste. Gracias a estas características, el PVC es un material idóneo para zonas costeras con un ambiente salino.

Además, de ser un material con grandes ventajas técnicas, también presenta ventajas sostenibles el PVC. Al igual que una gran cantidad de polímeros, el PVC puede ser totalmente reciclado. Además, las emisiones de CO₂ generadas por su fabricación son menores que las producidas con otros materiales dedicados a la fabricación de ventanas. Este importante punto, unido a su elevada capacidad aislante, que mejora la eficiencia energética de los edificios donde se instalan, permite que las ventanas de PVC tengan un balance energético positivo. Es decir, ahorran más energía que la consumida en su fabricación, contribuyendo de esta forma aún más a reducir las emisiones de CO₂ y a mitigar los efectos del cambio climático. (REHAU, n.d.)

Por otro lado, las ventanas passivhaus se caracterizan fundamentalmente por su baja transmitancia térmica, tanto del perfil del marco como del vidrio, y su alta hermeticidad.

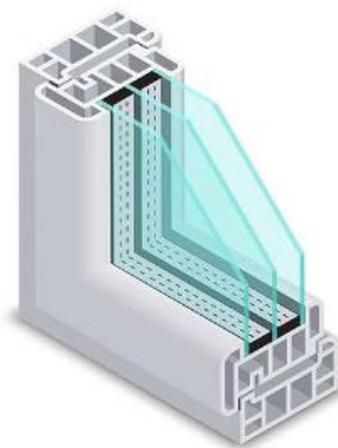


Figura 16. Ventanas passivhaus [31].

El estándar fue creado para un clima frío-templado, por lo que las ventanas passivhaus suelen ser de vidrios triples e incluso pueden ser cuádruples para climas muy fríos (clima

ártico). Pero también pueden instalarse con vidrios dobles en climas cálidos. Las cámaras se rellenan de gases para reducir la transmitancia térmica del vidrio, y los acristalamientos suelen ser bajo emisivos para evitar las pérdidas de calor desde el interior hacia el exterior por radiación. No obstante, en clima cálido, el acristalamiento puede incluir tratamiento de protección solar para el control de la radiación solar desde el exterior hacia el interior.

Pero la calidad de una ventana passivhaus no sólo depende de la calidad de la propia ventana, sino también de su instalación. Para ello, el estándar establece los requisitos de posición de la ventana respecto del cerramiento y la de correcta instalación y ejecución de encuentros entre ventana y cerramiento. (Serrano, 2024)

c) Cortinas térmicas

Las cortinas térmicas son un tipo de cortina diseñada específicamente para mejorar la eficiencia energética en el hogar. Estas cortinas están fabricadas con materiales aislantes que reducen la transferencia de calor entre el interior y el exterior, ayudando a mantener una temperatura interior estable y de esta forma reducir el consumo energético de la vivienda

En invierno, las cortinas térmicas ayudan a mantener el calor dentro de la vivienda, reduciendo la necesidad de calefacción. En verano, bloquean el calor del sol, disminuyendo la necesidad de aire acondicionado. Además, estas cortinas también pueden ayudar a reducir el ruido exterior y proporcionar mayor privacidad. Son una solución práctica y estética para mejorar el aislamiento térmico de las ventanas y, en consecuencia, la eficiencia energética del hogar.

Esta es una alternativa sostenible dado que su acción con la eficiencia energético permite una reducción en el consumo de recursos que generan gases contaminantes para el planeta.

Estas cortinas además de aislar el frío y el calor para el hogar bloquean el paso de la luz y los rayos UV perjudiciales, además de reducir el ruido del exterior. Todas estas características hacen de las cortinas térmicas una alternativa sostenible que permitirá a una vivienda aislar en su interior el frío en verano y el calor en invierno, reduciendo así su consumo en calefacción y refrigeración, y, por tanto, reduciendo sus emisiones de CO₂ y

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

gases de efecto invernadero además de que ese ahorro energético permitirá una reducción en las facturas.

Capítulo 3.- Descripción del modelo

3.1. Objetivos

En este proyecto se tiene como objetivo principal la optimización de una vivienda unifamiliar en el municipio de Muchamiel, Alicante, España. Para ello, se requerirá la instalación de tecnologías relacionadas con capítulos de sostenibilidad.

Para que el proyecto se pueda efectuar de una manera eficiente se deben cumplir otra serie de objetivos, que podrían considerarse secundarios, pero igual de relevantes que el primero. Para llevar a cabo una optimización de una edificación con tecnologías sostenibles es necesario la realización de un estudio sobre estas para conocer tanto la versatilidad y la viabilidad de la instalación de las tecnologías como para poder seleccionar las mejores en términos de eficiencia energética, impacto ambiental, costos y beneficios.

Además, la relación del proyecto con el cuidado del medio ambiente lleva a destacar en gran medida el término de la sostenibilidad. Para la realización de este proyecto es necesario conocer en profundidad el término de sostenibilidad, para ser consciente de la motivación real del proyecto.



Figura 17. Desarrollo Sostenible [18].

La definición de sostenibilidad se refiere, a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social. (Editorial RSyS, 2022)

3.2. Viabilidad e impacto de las tecnologías en la vivienda

3.2.1. Contexto de la instalación residencial

El objetivo del proyecto es convertir una vivienda unifamiliar en una instalación sustentable, que se alimente a base de energía limpia, generada en la medida de lo posible en sí misma. Esta vivienda pretende no suponer un perjuicio para el medio ambiente reduciendo la emisión de gases CO₂ y gases de efecto invernadero. Para ello, se requiere la instalación de tecnologías sostenibles para obtener energía desde fuentes de energía renovables, además de ejercer otras prácticas de eficiencia energética que reduzcan el consumo evitando comprometer recursos de generaciones futuras y daños el planeta.

Esta vivienda se encuentra en la provincia de Alicante, en un municipio próximo conocido como Muchamiel en la propia ciudad de Alicante. La vivienda forma parte de una urbanización de chalets llamada Les Paulines y se van a proporcionar unos datos descriptivos de esta.

- a) Ubicación de la vivienda
 - Calle Músico Puerto Chapí
 - Urbanización Les Paulines
 - Puerta 6
 - Código postal 03110 Muchamiel (Alicante, España)

b) Características del inmueble

- Suburbano
- De uso residencial
- 350 m² construidos

c) Parcela

- Calle Músico Ruperto Chapí
- Urbanización Les Paulines
- Puerta 6
- Código postal 03110 Muchamiel (Alicante, España)
- Una única vivienda unifamiliar
- 950 m² de superficie

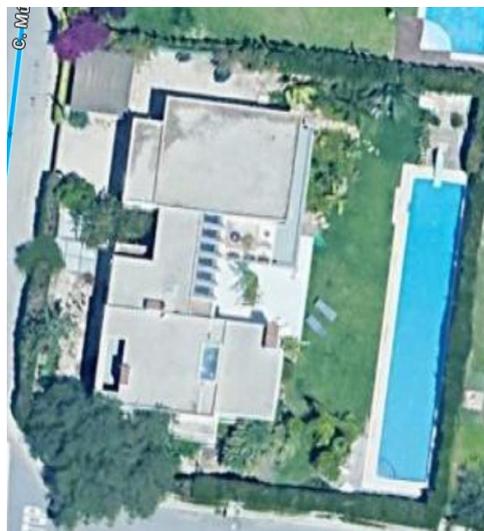


Figura 18. Parcela de la vivienda de Muchamiel

La vivienda consta de dos pisos y tiene una superficie de techo de 200 metros cuadrados. El techo no tiene inclinación alguna lo que hace que toda la superficie reciba la misma cantidad de irradiación solar. Además, no existen obstáculos próximos a la construcción que vaya a provocar sombras en el tejado a ninguna hora del día; esto unido a

que el inmueble se encuentra en una zona con un clima muy soleado hace que esta vivienda perciba una gran cantidad de luz solar durante el año.

El tejado está dividido en diferentes módulos, todos ellos llanos, con una desviación de altura entre algunos no superior a la de un escalón. Salvo un pequeño módulo en la parte sur y el espacio requerido por la antena en el centro de la construcción, el resto del techo dispone de espacio disponible para instalaciones.

En la parcela, se dispone de un patio situado al oeste de la construcción, el cual está destinado a la entrada principal de la vivienda y a la puerta de acceso a la parcela desde la vía pública. Este patio sirve como punto de entrada funcional al inmueble.

Al norte de la construcción, se encuentra una caseta de madera de aproximadamente 17 metros cuadrados. Adyacente a la caseta, se ha reservado un espacio para la plantación de árboles y otra vegetación.

En la zona este de la parcela es donde se encuentra el jardín destinado al uso y disfrute de residentes y visitantes. La superficie gráfica del jardín consta de 380 metros cuadrados de los que se reserva parte para una piscina de 94 metros cuadrados y un pequeño espacio de ducha y un tobogán para la piscina.

La distribución de la vivienda se separa en diferentes espacios entre ambas plantas. La planta inferior es por la que se accede a la vivienda consta de un gran salón-comedor, un baño, un cuarto de estar, la terraza que da al jardín principal, una despensa, una sala de lavadora y cocina con un pequeño comedor. Subiendo las escaleras para subir al piso superior existen dos dormitorios suite con baños y otros dos dormitorios simples. Esto se le suma otro baño, un pequeño despacho y un balcón.

Como se ha visto la vivienda dispone de unas características para las que se debe analizar la viabilidad de la instalación de tecnologías sostenibles que le permitan actuar como un entorno eco responsable que no dañe al planeta.

3.2.2. Fuentes de energía renovables

Como se ha comentado previamente en el estudio existen diferentes tecnologías sostenibles en el ámbito de la obtención de energía. Las principales fuentes de energía renovables son la solar, la eólica, la hidráulica, la biomasa, la geotérmica y la mareomotriz. A la hora de elegir la más eficiente para el caso de estudio se debe tener en cuenta diferentes factores como, la viabilidad de la instalación en un domicilio particular, los costes que conllevarían y, por supuesto, su eficiencia para obtener energías limpias requiriendo una menor demanda a la red.

En este caso, se busca una fuente de energía renovable para una vivienda unifamiliar en Muchamiel. Para el caso de una particular, las instalaciones más viables por costes y versatilidad son las fuentes de energía solar, eólica o geotérmica. Una instalación de una planta mareomotriz o presa hidráulica para un particular no es factible por diferentes motivos, tanto la necesidad de un mar o río que no se encuentra en las proximidades del hogar como que estas instalaciones están pensadas a gran escala, es decir, son centrales que se destinan al abastecimiento de energía de grandes complejos o incluso ciudades, en ningún caso para una vivienda particular.

En el caso de la biomasa, se trata de una de las fuentes de energía renovables más importantes a nivel global. No obstante, su uso se expande en mayor medida en países nórdicos y países en vías de desarrollo donde abundan los recursos de biomasa.

Viendo las alternativas viables restantes, se ha decidido optar por la energía solar como fuente de energía ya que es la que más desarrollada está, sobre todo, en el uso para particulares. La energía eólica no muestra tantos avances para el uso en viviendas unifamiliares y la energía geotérmica se utiliza en mayor medida para la calefacción y refrigeración de construcciones.

Una vez determinado que la instalación para la obtención de energía desde una fuente limpia serán los paneles fotovoltaicos solares, se deben valorar los desafíos que presenta este tipo de tecnologías sostenibles.

a) Espacio para la instalación

Para que exista viabilidad en la instalación de placas solares en la vivienda objeto de estudio se necesita un espacio disponible acorde para ello. En este caso, la vivienda de Muchamiel cuenta con 200,77 metros cuadrados de techo aptos para la instalación de las tecnologías sostenibles. Además, la orientación de la vivienda favorece al buen funcionamiento de los paneles solares, en un municipio en el que van a estar expuestos a la irradiación solar numerosas horas al día. Estas características ponen a la vivienda en disposición de convertirse en una fuente de energía renovable.

b) Acción del clima

Se debe considerar que el municipio de Muchamiel, como la mayoría en la provincia de Alicante, se encuentra en una zona de la costa del mediterráneo que dispone de un clima soleado durante la gran mayoría del año. Durante los veranos hay unas 14 horas de sol y en los inviernos hay unas 10 horas aproximadamente. Esta exposición a la irradiación solar permite que la vivienda se encuentre en una zona óptima para la instalación de placas solares.

3.2.2.1 Datos y características de la instalación

Además, es obvio que se deben tener en cuenta las limitaciones económicas y se debe evaluar el rendimiento financiero de la instalación de estas tecnologías.

Para ello, se evalúa de diferentes compañías como son Iberdrola Smart Solar, Naturgy Solar y HolaLuz. Estas tres proporcionan diferentes planes para la instalación de las placas solares que sirven de fuente de energía para la vivienda.

a) Iberdrola Smart Solar (Iberdrola, n.d.)

La compañía Iberdrola ofrece una posible solución que ellos consideran más eficiente basándose en el gasto aproximado de la vivienda en su factura de la luz y las condiciones de la misma para la instalación de placas solares.

- Configuración de la instalación: 4 paneles solares con una potencia pico de 1,84 kWp⁽¹⁾.
- Pago al contado de 4.350,01 € con IVA incluido
- Pago financiado de 62,77 €/mes con IVA incluido
- Ahorro de 813 €/año⁽²⁾.
- El Plan Solar de Iberdrola reduce la factura de luz de la vivienda en torno a un 30%. En el caso de esta vivienda si la factura oscilaba entre los 120-150€ pasaría a costar entre los 84-105€.
- Además, el Plan Solar incluye la reducción del 50% del precio durante las horas sin luz. Para esta vivienda las horas promocionadas serían de 19.00 h a 8.59 h durante todo el año.
- Si se genera un excedente de energía, esta se compensará en la factura con el límite de dejar la factura a 0 €. s. La energía vertida a la red durante un mes será valorada por la empresa comercializadora y dicho valor será descontado de la parte de energía de tu factura.
- También se incluye un servicio de reparación de averías con I+REPAIR SOLAR por 5,99 €/mes

b) Naturgy Solar (Naturgy, n.d.)

Siguiendo el mismo método para la presentación de la propuesta, Naturgy Solar presenta una oferta diferente de instalación de placas solares.

- Configuración de la instalación: 8 paneles solares con una potencia pico de 3,00 kWp.
- Pago al contado de 5.444 €.

⁽¹⁾ El kWp se refiere a la máxima potencia que puede entregar un panel solar bajo condiciones de trabajo estándar.

⁽²⁾ Incluida la compensación de Excedentes de acuerdo con el RD 244/2019 y cambio de tarifa al plan solar.

- Pago financiado de 63,69 €/mes⁽³⁾.
- Ahorro anual de 755 €.
- Ahorro de un 52% en tu factura. En el caso de esta vivienda las factura pasaría de ser entre los 120-150 € a salir por 57-72 €.
- Gracias a la energía que producirá la instalación, la vivienda consumirá un 53% menos de energía de la red.

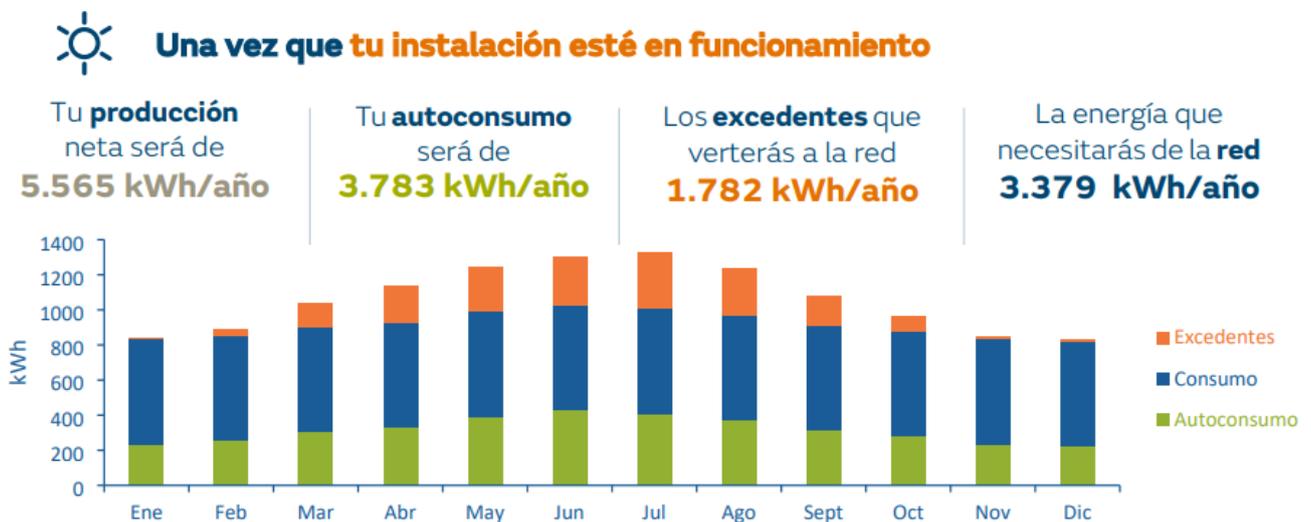


Figura 19. Funcionamiento de la vivienda tras la instalación de Naturgy Solar [20]

- Compensación por excedentes de 0,11 €/kWh.

c) HolaLuz (HolaLuz, n.d.)

HolaLuz también hace una propuesta de oferta de instalación de placas solares basándose en la disponibilidad de instalación en el tejado de la vivienda y en el importe de la factura de la luz aproximado que se pagaba en dicha vivienda.

⁽¹⁾ Financiación otorgada por CaixaBank Payments & Consumer, E.F.C., E.P., S.A. y sujeta a su aprobación. (TIN 6,95% TAE: 7,17%. Sin comisiones). Importe orientativo para instalación estándar con una financiación a 120 meses.

- Configuración de la instalación: 11 paneles solares con una potencia pico de 5,72 kWp.
- Pago al contado de 9.464 €.
- Pago financiado de 89 €/mes financiado el 100% en 180 cuotas con un mes de carencia⁽¹⁾.
- Tarifa fija de luz de 53 €/mes. Cuota fija garantizada por contrato durante un año.

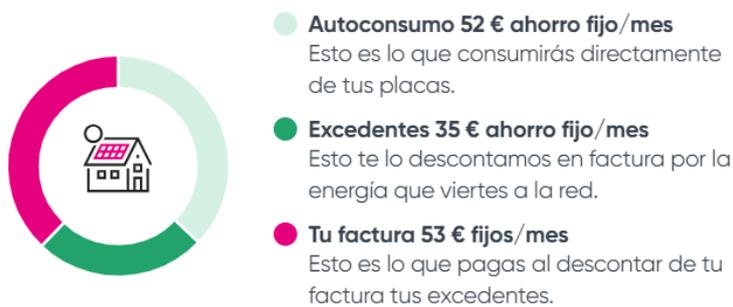


Figura 20. Tarifas de luz de HolaLuz [21].

- Si se ha consumido menos de los generado, la compañía se encarga de hacer el cálculo y abonar la diferencia.
- Ahorro de 1.044 € al año en la factura de la luz.
- El servicio de mantenimiento viene incluido en la cuota.
- Tiempo de amortización de un año. Dado que se incluyen las subvenciones a las que se optan.

⁽¹⁾ Financiación ofrecida por entidad colaboradora, sujeta a aprobación. Ejemplo representativo para un préstamo de 9.464 € que se paga en 180 cuotas con 1 mes de carencia. TAE 7,44 % y TIN del 7,2 %. Importe total adeudado 15.866,91 € (importe total del crédito: 9.463 € + intereses 6.214,65 € + costes apertura 189,26 €).



Figura 21. Amortización de la instalación de HolaLuz⁽¹⁾ [21].

3.2.2.2 Evaluación económica

Para todas estas ofertas se debe tener en cuenta, a nivel económico, que la instalación de placas solares en una propiedad particular para reducir las emisiones que CO₂ que se generan desde esta permite al usuario a optar a compensaciones económicas diversas.

Estas subvenciones vienen dadas por iniciativas de los gobiernos de los países para incentivar a los ciudadanos a usar estas tecnologías o otras alternativas sostenibles. Esto demuestra que el cuidado del medio ambiente es una preocupación real, y los países del mundo están tomando medidas que ayuden a reducir la huella de gases de carbono y gases de efecto invernadero.

⁽¹⁾ Importe estimado suponiendo un aumento del 3% del precio de la energía anual. El tiempo de amortización es un cálculo aproximado teniendo en cuenta un valor medio de IBI y suponiendo la bonificación del IRPF estatal y autonómico.

Como se informa en las propuestas de ofertas de las compañías de instalación de placas solares son varias las subvenciones a las que se pueden optar en beneficio del usuario. Según HolaLuz, se optan a una deducción autonómica del IRPF de hasta 3.520 € dado que la Comunidad Valenciana ofrece deducciones por llevar a cabo reformas que tienen como objetivo la eficiencia energética. Además, se opta a una deducción estatal del IRPF de hasta 3.000 € debido a que el estado ofrece deducciones por realizar reformas que reduzcan como mínimo un 30% el consumo de energía no renovable.

Estas son algunas de las razones por las que en la propuesta de HolaLuz, en la Figura 21, se muestra como la inversión se amortiza en tan solo un año.

Además de esto según Naturgy Solar, también se puede tener una bonificación en el IBI gracias a este tipo de reformas con objetivos sostenibles. Esta bonificación varía en cada municipio por lo que se debe consultar cuál es el importe de la bonificación en el Ayuntamiento del municipio al que pertenece la vivienda. En Muchamiel, se ofrece una bonificación del 50% en la cuota íntegra del Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) para aquellos inmuebles que instalen sistemas energéticos eficaces para el aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía solar. Esta bonificación se aplica tanto a instalaciones térmicas como fotovoltaicas y está vigente mientras los sistemas estén instalados y en funcionamiento, con un máximo de tres años (Ayuntamiento de Muchamiel, 2023).

A parte de obtener algunas ayudas públicas para la instalación de los paneles solares fotovoltaicos, se espera obtener de estos un retorno económico. Cuando se realiza una instalación de placas fotovoltaicos no solo se espera que reduzcan las emisiones de gases perjudiciales para el medio ambiente y consumen una menor cantidad de energía generada por fuentes no renovables, sino que se espera que ese menor consumo de la energía de la red reduzca las facturas de la vivienda que proporcione a largo plazo un beneficio económico.

Para realizar el balance entre gasto y beneficio se va a evaluar la operación en el momento de la inversión inicial y, también los resultados que se obtienen en el largo plazo. Esto permitirá al usuario evaluar las condiciones económicas que le ofrece cada compañía y deberá valorar según sus intereses cual es la mejor alternativa.

a) Inversión inicial

Para el cálculo de la rentabilidad en el momento de la inversión inicial se va a utilizar el indicador del ROI. Se debe tener en cuenta que el ROI es un indicador financiero, conocido como retorno de inversión, que mide el rendimiento obtenido de una inversión en relación con su costo inicial. No obstante, no tiene en cuenta el periodo de tiempo en el cual se obtiene el retorno y por ello se han fijado como puntos de evaluación el primer año de inversión y el fin de la vida útil de los paneles solares instalados. (Pursell, 2022)

Iberdrola Smart Solar

- ❖ Inversión inicial: 4.350 €
- ❖ Beneficio al primer año: 813 €

$$ROI = \frac{(\text{Beneficio} - \text{Coste de la inversión})}{\text{Coste de la inversión}} \times 100$$

$$ROI = \frac{813 - 4350}{4350} \times 100 = -81,31\%$$

Naturgy Solar

- ❖ Inversión inicial: 5.444 €
- ❖ Beneficio al primer año: 755 €

$$ROI = \frac{755 - 5444}{5444} \times 100 = -86,13\%$$

Holaluz

- ❖ Inversión inicial: 9.464 €
- ❖ Beneficio al primer año: 1.044 €

$$ROI = \frac{1044 - 9464}{9464} \times 100 = -88,97\%$$

Como se puede observar todos los resultados del ROI han salido negativos, lo que quiere decir que durante el primer año no se recupera la inversión inicial (dejando de lado las posibles subvenciones para este cálculo). Esto podía ser previsible ya que uno de los principales desafíos que supone la instalación de placas fotovoltaicas es el gran costo inicial que suponen.

Los paneles solares fotovoltaicos generan energía por medio de una fuente de energía renovable como es el sol, y reduce las emisiones de gases que daña el planeta. Además de esto, la generación de energía desde fuentes renovables reduce la cantidad de energía demandada a la red por lo que genera un ahorro en la factura de una instalación.

Este ahorro que tiene la vivienda tras la instalación de los paneles solares va acumulándose factura a factura con la posibilidad de generar un beneficio económico. Los paneles solares disponen de una vida útil de unos 25 años aproximadamente, aunque se debe tener en cuenta que la eficiencia de los paneles disminuye año a año.

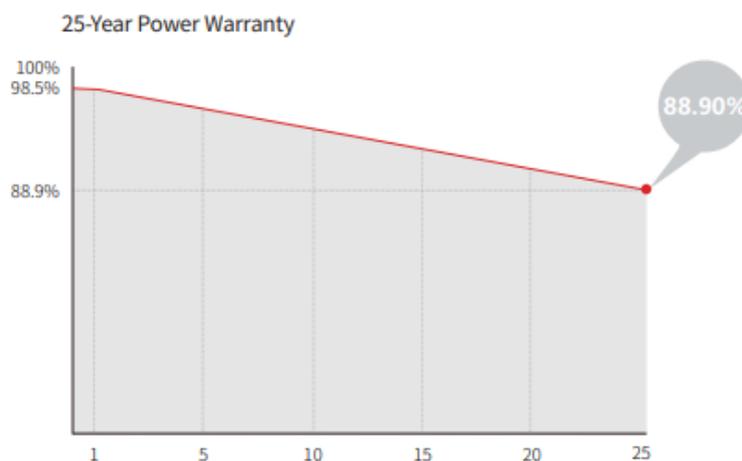


Figura 22. Variación de la eficiencia de los paneles de HolaLuz [21].

Según las especificaciones técnicas de los paneles de HolaLuz, que pueden aproximarse al resto de paneles, la eficiencia de las placas solares no llega a operar al 100% ni siquiera en su primer año tras la instalación. Los paneles fotovoltaicos tienen una eficiencia durante que primer año no menor al 98,5%. Tras el primer año, las tecnologías de obtención de energía

solar sufren una degradación lineal del 0,4% durante el resto de su vida útil. Por tanto, durante toda su vida útil los paneles solares sufren una degradación de su eficiencia del 9,6% teniendo en cuenta que tras su instalación no opera con un rendimiento del 100%.

b) Largo plazo

Considerando que la vida útil eficiente de los paneles solares instalados tiene una vida útil de 25 años se puede calcular el beneficio aproximado que generan para la vivienda viendo la estimación de ahorro de cada propuesta de cada compañía.

Según los datos de ahorro de las propuestas de cada compañía, tras los 25 años desde la instalación, con Iberdrola Smart Solar se obtiene un beneficio total de 20.318 €, con Naturgy Solar se obtiene un beneficio de 18.112 € y con HolaLuz el beneficio es de un total de 38.063 €.

Al final de la vida útil de los paneles solares instalados se debe comprobar si la inversión ha sido rentable en términos económicos. Para ello, se volverá a utilizar el indicador financiero del ROI obteniendo de esta forma el rendimiento que ha dado dicha inversión.

Iberdrola Smart Solar

- ❖ Inversión inicial: 4.350 €
- ❖ Beneficio total: 20.318 €

$$ROI = \frac{20318 - 4350}{4350} \times 100 = 367,08\%$$

Naturgy Solar

- ❖ Inversión inicial: 5.444 €
- ❖ Beneficio total: 18.112 €

$$ROI = \frac{18112 - 5444}{5444} \times 100 = 232,7\%$$

HolaLuz

- ❖ Inversión inicial: 9.464 €
- ❖ Beneficio total: 38.063 €

$$ROI = \frac{38063 - 9464}{9464} \times 100 = 302,19\%$$

Para entender los resultados del ROI se toma el ejemplo de Iberdrola Smart Solar. El ROI a los 25 años de la instalación para esta compañía es de 367,08%, lo que significa que por cada euro que se ha invertido se han obtenido 3,67 € de beneficio.

Comparando los resultados, se observa que la inversión en Iberdrola Smart Solar es la que mejor rendimiento ha dado según el indicador del ROI, pero la oferta de HolaLuz es la que más beneficio neto genera (si solo se tiene en cuenta la resta de beneficio total del ahorro acumulado menos la inversión inicial). La oferta que si resulta en una peor posición es la de Naturgy Solar ya que es la que menor beneficio total genera, la que tiene menor rendimiento tiene al fin de la vida útil de las placas solares y, además, requiere una inversión inicial más elevada que la de Iberdrola Smart Solar.

En cualquier caso, deberá ser el usuario el que deberá decidir cuál es la propuesta que presenta mejores condiciones para su caso particular, teniendo en cuenta si le da preferencia a una oferta con un gran rendimiento en la inversión sin hacer un gran desembolso inicial, o si le da prioridad a obtener los mayores beneficios posibles, a pesar de que esto de supongo un gran costo de dinero para la instalación.

3.2.2.3 Impacto en el medio ambiente

A parte del beneficio económico, la instalación de unas tecnologías que sirvan como fuente de energía renovable para una vivienda también tiene como objetivo la contribución con el bienestar del planeta.

Las tecnologías sostenibles sirven como una herramienta para llevar a cabo una transición hacia un mundo que siga desarrollando sin poner en riesgo la prosperidad del planeta ni

poner en riesgo los recursos de las generaciones futuras. Estas tecnologías relacionadas con capítulos de sostenibilidad permiten reducir la emisión de contaminante y utilizar los recursos disponibles de una manera más eficiente.

Las viviendas del municipio de Muchamiel contribuyen a la emisión de gases de CO₂ y gases de efecto invernadero, por tanto, su optimización con tecnologías relacionadas con capítulos sostenibles supone un impacto notorio en el cuidado del medio ambiente. Por ello, como se ha visto, ya se están implementando medidas que incentiven a los ciudadanos a instalar tecnologías que les sirvan como fuentes de energía renovables o que mejoren su eficiencia energética en su propia vivienda.

Una residencia particular es una instalación que demanda una serie diversa de recursos. El consumo de una vivienda no se compone tan solo de energía eléctrica proveniente de la red, depende también de otras fuentes de energía no renovables como el gas natural, carbón u otros recursos necesarios para la construcción de estas residencias, además de otros recursos como el agua. Teniendo en cuenta una parte de la definición de sostenibilidad, es importante tomar estrategias para evitar la sobreexplotación de los recursos disponibles para no comprometer la disponibilidad de estos para las generaciones futuras.

Por tanto, en el objetivo de la transformación a unas viviendas más sostenibles se debe tener en cuenta tanto las fuentes de energía renovables como las tecnologías que mejoren la eficiencia energética de la vivienda.

La instalación de los paneles solares le permitirá a la vivienda de Muchamiel generar su propia energía desde una fuente de energía renovable y, gracias a ello, reducir la energía demandada a la red. Sin embargo, existen otras tecnologías y prácticas que seguirían contribuyendo a la reducción del consumo de recursos.

En el mundo actual se ven varias de estas tecnologías sostenibles que contribuyen a generar un impacto ambiental positivo. Se han desarrollado avances sostenibles en diferentes ámbitos como el transporte, con los vehículos eléctricos, o en la agricultura, con sistema avanzados eficientes de riego. Estos avances cuidan tanto el bienestar del planeta, como la preservación de los recursos disponibles; surgiendo como alternativas a las tecnologías tradicionales más contaminantes para el planeta.

La existencia de esta variedad de tecnologías permite adoptar medidas sostenibles para cuidar el planeta. En el caso de las residencias, estas medidas resultan clave para la reducción de la huella de carbono y el consumo de recursos. Las residencias son grandes focos de consumo por lo que, además de la implantación de placas solares, la instalación de tecnologías y la adopción de ciertas prácticas contribuiría a reducir el consumo de recursos y mejoraría de eficiencia energética de estas.

3.2.2.4. Instalación de paneles con batería

Dentro de los componentes en una instalación de paneles solares fotovoltaicos se encuentran las baterías solares, que sirven para acumular la electricidad y reservarla para su uso en momentos en los que las placas no están produciendo, por ejemplo, durante la noche. Sin embargo, no son imprescindibles, y se puede disfrutar de la energía solar sin necesidad de utilizar estas baterías.

Para el caso de la vivienda de Muchamiel se obtendrían beneficios en el impacto económico para instalaciones de placas solares tanto con como sin batería. Se ha visto en las ofertas presentadas por las diferentes compañías, los excedentes generados por la energía solar no se pierden, sino que la compañía calcula el excedente y lo descuenta de las facturas.

A pesar del uso avanzado de los paneles solares y que su coste se ha visto reducido en los últimos años, la inclusión de baterías en la instalación continúa suponiendo un desembolso muy elevado. En la oferta de Naturgy Solar se presenta el coste de la inclusión de una batería en la instalación, y es de 3.258 € que es aproximadamente un 60% de la inversión básica.

El uso de batería tan solo es determinante para casos donde las placas solares van a estar expuestas a pocas horas de luz o donde la conexión a la red eléctrica es inestable por ser una vivienda aislada ubicada en zonas remotas. (EFC Solar, n.d.)

En el caso de la vivienda de Muchamiel, las placas solares estarían expuestas a la irradiación solar durante un gran número de horas de luz y se tendrá una conexión a la red eléctrica adecuada. Esto unido a las compensaciones por excedentes que ofrecen las compañías de instalación de paneles solares hace que, aunque las baterías sean una opción interesante

para el abastecimiento de energía por medio de fuentes renovables, no sea una opción tan interesante para el caso particular de esta vivienda.

Dicho esto, será el consumidor el que deberá plantear la inversión que quiere llevar a cabo y plantear si está interesado en la instalación de estas baterías junto a los paneles solares fotovoltaicos.

3.2.3. Tecnologías en eficiencia energética

Con el objetivo puesto en la reducción del consumo energético de la vivienda unifamiliar de Muchamiel existen diferentes tecnologías sostenibles que aportan en este contexto. Una opción perfectamente aplicable y muy extendida en la iniciativa de viviendas sostenibles son las luces LED.

a) Iluminación

La iluminación de las viviendas en un campo en el que la eficiencia energética está bastante extendida y existen diversas opciones en el mercado. La instalación de bombillas LED en detrimento de las bombillas tradicionales es una alternativa sostenible que reducirá el consumo del hogar y será una inversión rentable en términos económicos tanto por la reducción de las facturas como por la menor necesidad de repuestos de bombillas gracias a la extendida vida útil de las bombillas LED.

Comprobando la rentabilidad de la transformación sostenible de la instalación se hará una aproximación del cálculo del coste anual de la iluminación. Teniendo en cuenta que para la vivienda de Muchamiel actualmente se dispone de 32 bombillas halógenas de 60 W para la iluminación y que estas se usan con una media de 4 horas cada una (realizando una aproximación de que todas se usan lo mismo).

Gasto en iluminación con bombillas halógenas

$0,06 \text{ kW por bombillas} \times 32 \text{ bombillas} \times 4\text{h/día} \times 365 \text{ días} \times 0,145 \text{ €/kWh} = 431,69 \text{ € anuales}^{(1)}$

En la comparativa, se sustituyen las bombillas halógenas por el mismo número de bombillas Led de 7 W, que dan los mismos lúmenes que las bombillas halógenas de 60 W.

Gasto en iluminación con bombillas LED

$0,007 \text{ kW por bombillas} \times 32 \text{ bombillas} \times 4\text{h/día} \times 365 \text{ días} \times 0,145 \text{ €/kWh} = 47,42 \text{ € anuales}$

Se observa que la disminución en el precio de la energía consumida es de un 89% en un año. A esto se debe tener en cuenta que las bombillas LED tienen un precio de venta superior al de las bombillas halógenas, pero la vida útil de estas bombillas sostenibles es cada 10 veces superior, por lo que la elevada inversión inicial se vería compensada por la no necesita de repuestos que demandarían las bombillas tradicionales.

Además de la instalación de las bombillas LED otra manera de la optimización del consumo energético en la iluminación del hogar son los sensores de movimiento. Los sensores de movimiento permitirán tener un uso más responsable del consumo en iluminación detectando el movimiento de los residentes para encenderse solo cuando sean necesarios.

Para ello se instalará, en las zonas de tránsito que dispone la vivienda como pasillos y escaleras, unas cintas adhesivas con luces LED y sensores de movimiento. Las luces disponen de un sensor que detectará el movimiento de 1 a 5 metros de distancia con una visión de 120°. Una vez se deja de detectar el movimiento la luz se apagará a los 25 segundos si no vuelve a detectar nada, lo que optimizará el consumo en iluminación del hogar un nivel más allá.

⁽¹⁾ Se ha calculado el precio medio del kWh (kilovatio por hora) según los datos en España en el mes de julio de 2024



Figura 23. Cintas adhesivas LED con sensores de movimiento.

b) Electrodomésticos eficientes

El uso de los electrodomésticos en el hogar es otra fuente de consumo donde se pueden aplicar estrategias y tecnologías que harán de su consumo uno más responsable y reducirá las emisiones contaminantes que este provoca.

Son conocidas algunas estrategias para la reducción de las facturas energéticas como la elección responsable de la hora de utilización de ciertos electrodomésticos como lavadora y lavavajillas. Sin embargo, otras estrategias sostenibles aplicables es la inversión en electrodomésticos eficientes. Al igual que ocurre con otras tecnologías sostenibles, los electrodomésticos eficientes además de reducir las emisiones contaminantes por su uso también tienen un consumo menor, lo que hace que disminuya el importe a pagar en las facturas energéticas y provoque que esta inversión sea rentable.

Para esta vivienda de Muchamiel se ha seleccionado una serie de electrodomésticos eficientes que mejorarán la sostenibilidad de la residencia y reducirán su consumo energético.

Nevera

En la vivienda objeto de estudio se dispone de dos neveras, por lo que su eficiencia energética es doblemente importante. La nevera es de los electrodomésticos que mayor consumo provoca en un hogar debido a su naturaleza de permanecer encendida continuamente para preservar los alimentos en buen estado.

La elección de las neveras pasa por un frigorífico con una clase de eficiencia A. Estos frigoríficos presentan diferentes tecnologías que ayudan a reducir su consumo energético sin que sus prestaciones técnicas se vean resentidas.

Existen tecnologías como la tecnología DoorCooling, que consiste en la salida del aire en la parte superior en forma de cascada. Esta tecnología permite enfriar un 32% más rápido y de manera uniforme.

Además, el frigorífico puede presentar un cajón FRESHConverter que adapta la temperatura de manera eficiente entre los -2°C y los 3°C en función del tipo de alimento que se almacene. Esta tecnología de regulación inteligente permite que se mejora la eficiencia energética de la nevera y de esta manera su consumo sea menor.

Estas neveras sostenibles funcionan con un motor compresor Smart Inverter que permite una larga vida útil para el electrodoméstico y un ahorro de energía mediante el control de capacidad de enfriamiento. (LG, n.d)



Figura 24. Frigorífico LG GBP61SWPGN

Lavadora

Las lavadoras son uno de los electrodomésticos más utilizados en el hogar y, por tanto, uno de los que tiene una mayor presencia en el consumo total del hogar. Las lavadoras además del consumo de energía eléctrica requieren de otros recursos como el agua, por lo que su consumo eficiente tiene un gran valor para la sostenibilidad.

En el certificado energético se busca una lavadora A+++ dado que estas tecnologías generan un ahorro en recursos tanto de electricidad como de agua. Este ahorro como se ha está viendo también permite ahorrar económicamente gracias a esta utilización eficiente de los recursos necesario.

Las tecnologías en electrodoméstico están muy avanzadas, por lo que en el mercado se encuentran distintas soluciones a precios relativamente asequibles, teniendo en cuenta que son elementos que a largo plaza van a generar un ahorro económico para la vivienda.

Además, estas lavadoras presentan tecnologías como el motor inverter que permite reducir el consumo un 33% en comparativa con lavadoras que no utilizan este motor. También, presentan avances como el lavado programado para hacer uso de la lavadora en las horas en las que el precio del kWh está más bajo, como una estrategia responsable para el ahorro. (Cecotec, n.d.)

Otras estrategias responsables que reducirían en uso de recursos, sería una buena elección del tamaño de carga de la lavadora. Una buena elección evitará que se necesiten ciclos innecesarios de lavado o que se haga ciclos de lavado con la lavadora medio vacía consumido muchos más recursos de los requeridos en el lavado. Este tipo de estrategias aportan a la sostenibilidad en gran medida y se deben de tener en consideración al igual que el desarrollo de las tecnologías.

Lavavajillas

El lavavajillas es un elemento que no está incluido en todos los hogares, pero que puede ser de gran utilidad si se integra con un uso responsable y estrategias sostenibles. El uso del lavavajillas fundamentalmente viene a sustituir a lavado a mano de plato y demás utensilios de cocina.

Siguiendo una estrategia que incluya algunas prácticas sostenibles hará que el consumo de agua y energía se verá reducido en comparación con el lavado a mano.

- Adquirir un lavavajillas de eficiencia A+++, que representa un consumo muy bajo y aporta en la conservación del planeta.
- Llenar la carga completa del lavavajillas para evitar ciclos innecesarios.
- Raspado previo de los restos de comida para cuidar los filtros del lavavajillas y así, su vida útil.
- Utilizar los programas de lavado eco o ahorro de agua que suelen estar disponibles en los lavavajillas modernos. Estos programas están diseñados para consumir menos agua y energía sin comprometer la eficiencia de limpieza.

La complementación de la tecnología con estas estrategias sostenibles permite reducir en mayor medida el consumo energético y la emisión de gases de CO₂ y de efecto invernadero. (Mijael, 2023)

3.2.4 Climatización de la vivienda

La climatización de las viviendas supone gran parte del consumo de las mismas, sobre todos en climas extremos, tanto cálidos como fríos. Para el caso de la vivienda objeto de estudio, se encuentra en una ubicación costera con inviernos moderados, pero veranos muy calurosos donde el consumo aumenta por la necesidad de la refrigeración de los hogares.

Para la optimización de la climatización del hogar se tratan dos aspectos como son los sistemas de calefacción y refrigeración de la vivienda y el aislamiento térmico de la misma. A la hora de elegir como reducir el consumo en los sistemas de climatización se deben

buscar tecnologías que se amolden a la configuración y recursos disponibles de la vivienda para una instalación viable, y que presente mejoras sostenibles en cuanto a los sistemas tradicionales.

a) Sistemas de refrigeración y calefacción

Entre las diversas opciones que aparecen en el ámbito de los sistemas de calefacción y refrigeración se debe buscar la alternativa que sea óptima para su instalación en la vivienda de Muchamiel.

Primeramente, observando a los recursos disponibles en la vivienda para la instalación de estas tecnologías de climatización sostenibles se ha descartado la bomba de calor de agua debido a la necesidad de ríos o pozos cercanos a la vivienda para su instalación.

Por su versatilidad no es posible la instalación de esta bomba de calor, pero esta alternativa no se descarta dado que es posible su instalación en otras configuraciones.

La aerotermia y la geotermia son dos alternativas de bombas de calor extendidas en el mercado y que su uso sería posible para esta vivienda. En el contexto de esta instalación se encuentra más ventajas para su instalación a la aerotermia. La aerotermia es la alternativa que más presencia tiene en el mercado de la climatización sostenible gracias a su sencillez en la instalación y a sus reducidos costes iniciales. La bomba de calor geotérmica presenta unos costes mayores y una instalación más aparatosa. A pesar de que la geotermia opera con independencia del clima ambiental, las condiciones meteorológicas en las que se encuentra la vivienda hacen de la aerotermia una opción igual de productiva sino mayor.

Ambas alternativas proporcionarían a la vivienda la reducción del consumo energético y la disminución de emisiones contaminantes. Sin embargo, otro punto favorable hacia la aerotermia es la capacidad de combinarse con otras tecnologías sostenible en el ámbito de la climatización. La combinación del suelo radiante y la bomba de calor aerotérmica es una alternativa que proveería a la vivienda de un importante ahorro energético desde una vía sostenible.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

	Demanda de calefacción (KWh)	Rendimiento Equipo Medio Estacional	Energía final (KWh)	
Caldera de gas natural	10000 KWh	95%	10526,32 KWh	Gas
Bomba de calor aerotérmica	10000 KWh	230%	4347,826 KWh	Elctricidad

Figura 25. Comparativa de consumo entre una caldera de gas y una bomba de calor aerotérmica [26].

Esta instalación, además de los beneficios energéticos y ambientales que genera, pese a la inversión inicial que supone, se amortiza en un periodo de tiempo entre los 8 y los 10 años gracias al ahorro que proporciona en las facturas.

La ventilación mecánica controlada a pesar de ser una opción interesante por los beneficios que aporta en cuanto a la mejora de la calidad del aire es una alternativa menos productiva en cuanto al ahorro en climatización. Esto se debe al menor control que se tiene para los diferentes espacios de la vivienda que sí se tiene con el sistema de suelo radiante. Además, esta alternativa tiene algunos puntos a mejorar como la contaminación acústica que provoca su configuración.

Todas las alternativas anteriores le otorgarían a la vivienda mejoras sostenibles reduciendo el consumo energético de esta y disminuyendo las emisiones de gases de CO₂ y de gases de efecto invernadero perjudiciales para la prosperidad del planeta.

b) Aislamiento

A parte de la utilización de tecnologías sostenibles en los sistemas de calefacción y refrigeración, otra práctica interesante para la reducción del consumo energético en climatización es el uso de un óptimo aislamiento térmico del hogar.

El uso de aislantes en la fachada y cubierta de una edificación supone un gran ahorro energético. Además, la inversión en estos materiales aislante es muy interesante en el aspecto económico ya que supone una reducción de hasta el 30% en las facturas. aislar térmicamente es clave para reducir las emisiones en las ciudades y revalorizar los inmuebles. Es más, una actuación de aislamiento térmico se amortiza en pocos años (entre 3 y 5) y no necesita mantenimiento durante la vida útil del edificio. (Domínguez, 2021)

Como materiales aislantes destacados para la vivienda del municipio de Muchamiel destacan el poliestireno expandido gracias a su versatilidad y fácil instalación.

Este aislante térmico presenta algunas características muy interesantes como su fácil instalación y uso expandidos para fachadas, cubiertas y suelos tanto en aislamiento interior como en SATE. Además, el poliestireno expandido presenta resistencia al agua, una característica muy interesante tanto por la alta humedad que presenta la provincia de Alicante, como por el buen uso que se le da para sistemas de suelo radiante con tuberías ya comentados.

Tanto el uso de materiales aislantes como el de ventanas eficientes de PVC y cortinas térmicas es muy favorable en cuanto a la eficiencia de los sistemas de climatización. La inclusión de estos en la vivienda de Muchamiel ayudará a reducir el consumo energético de la misma, junto con beneficios en lo económico, reduciendo el importe de las facturas energéticas, y en lo ambiental, reducción la emisión de contaminantes.

Capítulo 4.- Análisis de resultados

4.1. Contextualización de los resultados

En el siguiente capítulo se van a analizar los resultados sobre la instalación de tecnologías sostenibles en una vivienda unifamiliar en el municipio de Muchamiel, Alicante. Sin embargo, en este estudio no es posible obtener resultados reales tras la instalación de las tecnologías seleccionadas. Es por ello, que esta sección analizará los resultados obtenidos en las simulaciones propuestas por las diferentes compañías de instalación de placas solares comentados en este trabajo. Obviamente, el valor no es el mismo que el de unos resultados reales, pero las simulaciones ofrecen unos datos muy próximos a la realidad y que será muy interesante su análisis.

Se espera que estas simulaciones muestren resultados sobre el posible impacto que puede llevar a generar la instalación de los paneles fotovoltaicos en la vivienda de Muchamiel en términos de eficiencia energética y cuidado del medio ambiente.

Para ello, se analizará la comparativa en la eficiencia energética del hogar y el ahorro que supone en los costes la supuesta mejora en la eficiencia de la vivienda. También, se deberá evaluar la rentabilidad de esa inversión en la instalación de las placas solares y los resultados económicos resultantes en un periodo de la vida útil de las placas instaladas.

Por último, se deben comprobar el impacto ambiental que tiene la instalación en cuanto a la disminución de las emisiones de CO₂ y gases de efecto invernadero.

4.1.1. Propuestas de instalación

Durante el estudio se presentaron tres propuestas de instalación de paneles solares de tres compañías diferentes: Iberdrola Smart Solar, Naturgy Solar y HolaLuz. De estas tres propuestas se determinó que la propuesta de Naturgy Solar era inferior a las otras dos en diferentes aspectos, por lo que para la evaluación de resultados no se tendrá en cuenta.

Considerando las simulaciones de Iberdrola Smart Solar y de HolaLuz, se tienen en cuantas las estimaciones que presentan en cuanto a eficiencia energética y ahorro económico.

Iberdrola Smart Solar

- Costos iniciales: 4.350 €
- Ahorro económico: 813 €/año
- Ahorro energético: reducción del 70%
- Impacto ambiental: reducción de 584,7 kg de CO₂ al año

HolaLuz

- Costos iniciales: 9.464 €
- Ahorro económico: 1.044 €
- Ahorro energético: reducción del 80%
- Impacto ambiental: HolaLuz no realiza estimaciones sobre la reducción de emisiones de CO₂

A partir de estas simulaciones es desde las que se deben analizar los resultados en cuanto a eficiencia energética, resultados económicos e impacto ambiental.

4.1.2. Metodología del análisis

En el análisis de resultados se evaluarán los aspectos ventajosos y los más desfavorables sobre la instalación de paneles solares en una vivienda de Muchamiel. Para ello se recopilarán datos reales sobre la vivienda objeto de estudio, se tomarán en cuenta las simulaciones de las compañías de instalación de placas solares y se pasará a evaluar los resultados que se obtienen.

Entre los datos iniciales, se ha obtenido el consumo energético de la vivienda mediante las diferentes facturas mensuales. Estas facturas se han obtenido desde la compañía contratada para el consumo de luz teniendo en cuenta las tarifas de la misma. Además, se han recopilado especificaciones técnicas de la vivienda que pueden resultar importantes para el análisis de los resultados.

Esta metodología pretende sacarle el máximo partido a los resultados de los que se dispone por medio de estas simulaciones comentadas anteriormente. Se espera ser capaz de desgranar de la mejor manera posible los beneficios y desafíos que presentan la instalación de paneles solares en una vivienda particular.

4.2. Propuesta de resultados

4.2.1 Eficiencia energética

A la hora de evaluar la eficiencia energética de unos paneles solares instalados en una vivienda unifamiliar de Muchamiel, Alicante, se debe tener en cuenta que la eficiencia energética es un indicador crucial a la hora de evaluar el rendimiento de los mismos.

En este estudio, se ha llevado a cabo una simulación detallada de la eficiencia energética de los paneles solares instalados en una vivienda unifamiliar en Muchamiel. Los resultados de estas simulaciones ofrecen una visión clara de la capacidad del sistema para convertir la energía solar en electricidad utilizable y su impacto en la reducción del consumo de energía de la red.

a) Parámetros de la simulación

- Ubicación: La vivienda se encuentra en la calle Músico Ruperto Chapí en el municipio de Muchamiel, Alicante
- Irradiación solar: se ha estimado un promedio de irradiación solar de 2105 kWh/m²/año con unas pérdidas por sombras u obstáculos del 14% (European Commission, n.d.)
- Consumo de la vivienda: mediante las facturas mensuales del último año se ha visto que la vivienda presenta un consumo anual de 9.930 kWh

- Paneles solares: son unos paneles de células monocristalinas con una eficiencia de conversión del 22,7%
- Superficie de paneles solares: existe una superficie de paneles solares instalados en la fachada de la vivienda de unos 26 m² aproximadamente.

b) Consumo energético

- Consumo previo a la instalación: 9.930 kWh
- Consumo post-instalación según Iberdrola Smart Solar (reducción del 70%): 2.979 kWh
- Consumo post-instalación según HolaLuz (reducción del 80%): 1.986 kWh

c) Estimación de la producción de energía

Para el cálculo de la energía producida gracias a la instalación de paneles solares se usa la siguiente fórmula: (Damia Solar, n.d.)

$$\textit{Producción anual} = \textit{Radiación Solar} \times \textit{Superficie} \times \textit{Eficiencia} \times (1 - \textit{Pérdidas})$$

$$\textit{Producción anual} = 2.105 \frac{\textit{kWh}}{\textit{m}^2} \times 26 \textit{ m}^2 \times 0,227 \times (1 - 0,14) = 10.684,4 \textit{ kWh}$$

d) Evaluación final sobre la eficiencia energética

Para evaluar la eficiencia energética de la instalación de unos paneles solares se puede usar diferentes indicadores. Uno de los principales es la reducción de energía demandada a la red. Esta aparece en la propuesta de las compañías energéticas y se le aproxima una reducción del 75% dado que Iberdrola Smart Solar estima una reducción de 70% y HolaLuz del 80%.

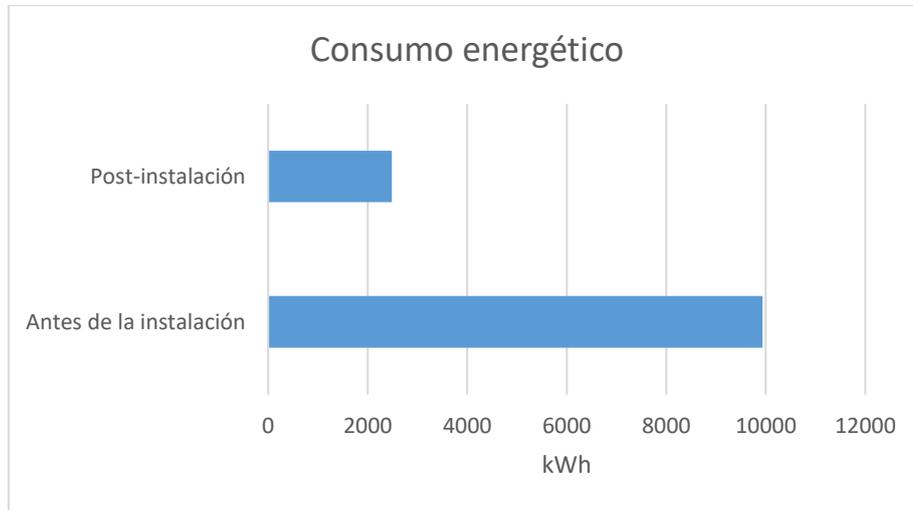


Figura 26. Comparativa del consumo energético de la vivienda de Muchamiel.

Otra manera de evaluar la actuación de los paneles fotovoltaicos es calcular el rendimiento en la conversión de energía solar a energía eléctrica. Para ello se realizan los siguientes cálculos:

$$\text{Energía Solar Captada} = \text{Radiación Solar} \times \text{Superficie}$$

$$\text{Energía Solar Captada} = 2.105 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \times 26 \text{ m}^2 = 54.730 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

$$\text{Energía Eléctrica Convertida} = \text{Producción anual}$$

$$\text{Energía Eléctrica Convertida} = 10.684,4 \text{ kWh/año}$$

$$\text{Rendimiento de conversión} = \frac{\text{Energía Eléctrica Convertida}}{\text{Energía Solar Captada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento de conversión} = \frac{10.684,4}{54.730} \times 100 = 19,5\%$$

El rendimiento de conversión es un 19,5% lo cual refleja que la instalación es óptima dado que el rendimiento de los paneles solares suele tener un valor entre el 17% y el 23% para células monocristalinas. (Alonso, 2024)

Vistos los resultados en rendimiento e irradiación solar captada por los paneles solares, se puede deducir que la instalación de paneles en la vivienda de Muchamiel genera buenos resultados en cuanto a eficiencia energética. A parte de la reducción de energía demandada a la red, esta instalación contribuye a la sostenibilidad disminuyendo el uso de recursos no renovables y la emisión de gases contaminantes.

4.2.2. Resultados económicos

La instalación de paneles solares en una vivienda pretende generar un beneficio económico para el consumidor, además de los beneficios en eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO₂.

Para evaluar los resultados económicos de la inversión inicial se mide el ahorro potencial por medio de las simulaciones hechas previamente para el caso de la compañía de Iberdrola Smart Solar y para HolaLuz. También se quiere utilizar el indicador del “payback period” que se refiere al tiempo necesario requerido para recuperar el importe de una inversión inicial.

a) Ahorro potencial

Iberdrola Smart Solar

- Inversión inicial: 4.350 €
- Consumo tras la instalación (reducción del 70%): 3.000 kWh
- Cálculo del ahorro potencial (para ello se toma el precio medio del kWh en España, que es de 0,145 €/kWh):
 - Ahorro energético: $9.930 \text{ kWh} - 2.979 \text{ kWh} = 6.951 \text{ kWh}$
 - Ahorro económico: $6.951 \text{ kWh} \times 0,145 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = \mathbf{1007,9 \frac{\text{€}}{\text{año}}}$

HolaLuz

- Inversión inicial: 9.464 €
- Consumo tras la instalación (reducción del 80%): 1.986 kWh
- Cálculo del ahorro potencial:
 - Ahorro energético: $9.930 \text{ kWh} - 1.986 \text{ kWh} = 7.944 \text{ kWh}$
 - Ahorro económico: $7.944 \text{ kWh} \times 0,145 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1.151,88 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

Los cálculos realizados son estimaciones del ahorro anual económico que supondría la instalación de los paneles solares en la vivienda unifamiliar de Muchamiel. Estos cálculos son una aproximación a la realidad dado que se calcula el ahorro económico solo teniendo en cuenta el ahorro energético que estiman las compañías instaladoras que habrá. En estas estimaciones no se han podido tener en cuenta tarifas de compañías energéticas ni otras consideraciones de la realidad, pero el resultado proporcionado se aproxima considerablemente a la realidad y es interesante su análisis

b) Payback Period

Para el cálculo del periodo de retorno de la inversión se realiza una simple operación. Para obtener el resultado tan solo se debe dividir la inversión realizada para instalación de las placas entre el ahorro anual que proporcionan.

Iberdrola Smart Solar

- Inversión inicial: 4.350 €
- Ahorro anual: 1.007,9 €

$$\text{Periodo de retorno de la inversión} = \frac{4.350 \text{ €}}{1.007,9 \text{ €/año}} = 4,32 \text{ años}$$

HolaLuz

- Inversión inicial: 9.464 €
- Ahorro anual: 1.151,88 €

$$\text{Periodo de retorno de la inversión} = \frac{9.464 \text{ €}}{1.151,88 \text{ €/año}} = 8,22 \text{ años}$$

Si se comparan ambas propuestas se observa que la propuesta de Iberdrola Smart Solar es una propuesta más eficiente dado que el tiempo de retorno de la inversión es menor y sus ahorros porcentuales anuales respecto a la inversión inicial son mayores que los de la propuesta de HolaLuz. No obstante, se debe de resaltar que la propuesta de HolaLuz, a pesar de que el periodo de retorno de la inversión es mayor, en el largo plazo generará un mayor beneficio económico que la propuesta de Iberdrola Smart Solar.

Teniendo estas consideraciones en cuenta, el consumidor será el encargado de elegir que propuesta es más interesante para él según las condiciones en la que se encuentre. Pero lo que es seguro es que la inversión en la instalación de paneles en una vivienda de Muchamiel es una operación beneficiosa también en el aspecto económico.

4.2.3 Impacto ambiental

Mediante la instalación de paneles solares en una vivienda de Muchamiel, Alicante se pretende reducir la dependencia energética de dicha vivienda a fuente de energía no renovables. Este cambio hacia una fuente de energía renovable como es el Sol permitirá a la vivienda alimentarse de energía limpia y reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y gases de CO₂.

Según la propuesta de Iberdrola Smart Solar, la implementación de paneles solares en la vivienda objeto de estudio reducirá las emisiones de gases de CO₂ en 584,7 kg al año. Para entender la magnitud del ahorro que supone la instalación de las tecnologías sostenibles en la vivienda la compañía muestra un equivalente a la cantidad de emisiones reducidas. 584,7 kg de CO₂ equivalen a viajar en un vehículo de combustión 5.070 km o plantar 29 árboles.

Estos beneficios obtenidos en el impacto ambiental gracias a la instalación de las placas solares convierten a la vivienda de Muchamiel en un activo sostenible de gran valor. Además de los beneficios en eficiencia energética y en los resultados económicos, la iniciativa tomada en la vivienda permite la disminución de emisiones contaminantes y evita la dependencia a fuentes de energía no renovables abasteciendo a la residencia de recursos obtenidos desde la vía sostenible.

4.3 Conclusiones del análisis

En este análisis de los resultados se ha observado que la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la vivienda unifamiliar de Muchamiel, Alicante proporciona resultados favorables en cuanto a la eficiencia energética, el ahorro económico y el impacto ambiental.

Los paneles solares instalados en la vivienda trabajan con una eficiencia de conversión óptima para este tipo de instalaciones y permiten la reducción del consumo de fuentes no renovables en un 75% aproximadamente. Estos resultados hacen de esta instalación una funcional y beneficiosa para la vivienda en términos de eficiencia energética y sostenibilidad.

En términos económicos, se ha observado que para ambas propuestas de diferentes compañías instaladores de las placas solares el periodo de retorno de la inversión no es superior a los 9 años. La inversión en instalación de placas solares, por tanto, le da rendimiento económico al consumidor en un tiempo mucho menor a la vida útil de esta, que está alrededor de los 25 años.

Además, la instalación permite la reducción en las emisiones de gases de CO₂ hace de esta una instalación sostenible y beneficiosa para el medio ambiente.

Estos resultados contribuyen a la promoción de iniciativas sostenibles tanto en viviendas como en otras instalaciones. Estas medidas tanto de particulares como de empresas y países ayudan a evitar la sobreexplotación de recursos y haciendo del planeta un lugar más próspero.

Capítulo 5.- Motivación del proyecto

5.1. Auge del desarrollo sostenible

Las tecnologías sostenibles, actualmente, se consideran fundamentales para que se mantenga el equilibrio entre el ecosistema natural y la economía humana. En un mundo donde se avanza a gran velocidad y se busca la mayor producción en el menor tiempo, las tecnologías sostenibles aparecen como una solución para conseguir que se desarrollen estas actividades mientras se preservan recursos para las generaciones futuras.

Entre todas estas tecnologías, se busca comparar las ventajas y limitaciones que presentan cada una tanto en la industria como para el medio ambiente. Se pretende encontrar las tecnologías sostenibles más favorables dado que el desarrollo sostenible es fundamental para países y empresas en la actividad.

El estudio sobre la posible optimización de este tipo de tecnologías supone un avance fundamental para una industria donde las grandes compañías y gobiernos adoptan cada vez más medidas a favor para el medio ambiente.

La gran motivación de este proyecto se basa simplemente en la presencia de su contenido en el mundo actual. Como se ha dicho las tecnologías industriales están muy presentes en la industria como herramienta fundamental, y que su desarrollo es clave para el avance de la sociedad. La importancia de estas tecnologías es un grito al cielo para su estudio y, en mayor medida si se traslada a una instalación tan básica como una residencia particular.

5.2. Viviendas sostenibles

La motivación principal de este proyecto es optimizar una vivienda unifamiliar en Muchamiel mediante la implementación de tecnologías sostenibles. Esta iniciativa tiene como objetivo reducir la huella ecológica de la vivienda. Muchamiel, al igual que muchas otras áreas, enfrenta desafíos ambientales relacionados con el consumo energético y la dependencia de fuentes no renovables. Al adoptar soluciones se puede lograr una significativa disminución

en el consumo de energía y las emisiones de gases contaminantes, contribuyendo así a la protección del medio ambiente.

A parte del aspecto económico, otro aspecto crucial de este proyecto es la mejora de la calidad de vida de los residentes. Las tecnologías sostenibles no solo ofrecen beneficio en el impacto económico, sino que también proporcionan ahorros económicos sustanciales a largo plazo y le suman un valor añadido a la vivienda de Muchamiel.

Finalmente, este proyecto sirve para contribuir al movimiento global hacia la sostenibilidad. Al implementar estas tecnologías en una vivienda unifamiliar en Muchamiel, se establece un modelo replicable para otras residencias en la región y más allá. Esto demuestra cómo las soluciones sostenibles pueden integrarse de manera efectiva en el diseño y la operación de viviendas, promoviendo prácticas de construcción y vida más ecológicas. De esta manera, el proyecto no solo beneficia a los residentes individuales, sino que también apoya los objetivos más amplios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental a nivel comunitario y global.

Capítulo 6.- Metodología del proyecto

Tratando de trabajar con la mayor eficiencia posible durante la elaboración de este proyecto se ha seguido una metodología concreta. Para ello, se ha pretendido trabajar de una manera estructurada y organizada dividiendo el trabajo en distintas fases que permitan encontrar la solución más eficiente para el contexto presentado.

6.1. Primera fase. Adquisición de conocimientos

Para la elaboración de una optimización sostenible de una vivienda en el municipio de Muchamiel, supone un aspecto clave la adquisición de conocimiento sobre las posibles soluciones.

Esta fase consiste en una búsqueda de información sobre aspecto relevante como el término sostenibilidad, el auge en el uso de las tecnologías sostenibles, las fuentes de energía renovables u otras tecnologías relacionadas con diferentes capítulos de sostenibilidad.

Para asegurarse que la información sea de calidad que recopilará información desde artículos informativos, estudios sobre la eficiencia de las tecnologías sostenibles, estadísticas de institutos tecnológicos o sostenibles e informes de tecnologías energéticas.

6.2. Segunda fase. Evaluación de las tecnologías

Realizado el estudio sobre las tecnologías sostenibles, se deben evaluar las diferentes ventajas y desventajas de cada una de ellas para determinar cuáles son las óptimas en diferentes ámbitos.

Para ello, se evalúan las tecnologías en diferentes aspectos como su productividad, su coste y, sobre todo, lo beneficiosas que son para el medio ambiente. Todas estas tecnologías estudiadas además deben comparar en los aspectos mencionados con las alternativas tradicionales.

6.3. Tercera fase. Diseño del modelo

Esta fase está dedicada a la implementación de las alternativas sostenibles seleccionadas para el contexto que concierne a este proyecto, una vivienda en el municipio de Muchamiel, Alicante.

Primeramente, se recopilarán los datos técnicos y energéticos necesarios sobre la propia vivienda y con ellos la viabilidad de su instalación.

6.4. Cuarta fase. Resultados del modelo

Estudiada la viabilidad de la instalación de las diferentes alternativas sostenibles, se deberá recurrir a todos los recursos disponibles para la obtención de resultados tras la implementación de las fuentes de energía y tecnologías seleccionadas.

Debido a la imposibilidad de obtener datos reales se recurrirá a simulaciones y cálculos para la obtención de resultados que se aproximen lo más posible a la realidad.

A partir de estos resultados, se evaluará el rendimiento de la instalación de las tecnologías en cuanto a eficiencia energética, ahorro económico e impacto medioambiental.

6.5. Quinta fase. Preparado del documento

Esta fase se dedica a hacer del trabajo un documento bien redactado, siguiendo una estructura que haga de su lectura algo agradable.

Para ello se seguirán las bases marcadas por la entidad encargada de la evaluación del proyecto y se tratará de seguir un estilo formal, pero organizado con una estructura que haga el documento lo más visual posible.

6.6. Sexta fase. Continua revisión y posibles correcciones

Esta última fase del proyecto sirve como comodín en el capítulo de la metodología dado que se estará llevando a cabo durante todo el periodo de elaboración del trabajo. El trabajo en esta fase consiste en prestar atención a posibles variaciones que se pueden llevar a cabo como la inclusión de una tecnología que no se había tenido en cuenta en un principio, el añadido de información por la búsqueda de fuentes más relevante o correcciones en el formato de escritura del trabajo.

6.7 Cronograma

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1ª Fase							
2ª Fase							
3ª Fase							
4ª Fase							
5ª Fase							
6ª Fase							

Capítulo 7.- Conclusiones

7.1. Conclusiones sobre la metodología

La metodología utilizada en un proyecto como este es fundamental para asegurar la rigurosidad y validez de la información plasmada en el trabajo y de los resultados obtenidos. En este estudio, la metodología se ha diseñado para abordar de manera sistemática y estructurada los objetivos planteados.

La elección de una metodología adecuada a permitido abordar de manera eficiente los diferentes desafíos y cuestiones que presentaba el proyecto. Buena parte de este trabajo se centraba en la búsqueda de información y, por ello, ha resultado un aspecto fundamental la búsqueda de artículo y fuentes rigurosas.

Adicionalmente, el hecho de haber trabajado de forma estructurada ha permitido que se avanzara en el proyecto de manera sólida y eficiente. Previo a la elaboración de un modelo se ha recopilado toda la información necesaria para ser capaz de seleccionar con rigurosidad las alternativas más favorables.

Esta manera de trabajar ha permitido sacar adelante un proyecto como el de la optimización sostenible de una vivienda. Sin duda la metodología ha tenido un gran peso en la calidad y la eficiencia del trabajo.

7.2. Conclusiones sobre los resultados

En este proyecto se ha trabajado en la optimización de una vivienda unifamiliar del municipio de Muchamiel, Alicante. En este trabajo se han evaluado las diferentes tecnologías sostenibles con una viabilidad óptima de instalación en la vivienda.

Con los resultados obtenidos se ha visto que la instalación de las diferentes tecnologías sostenibles provee al hogar de Muchamiel de beneficios en eficiencia energética, en el aspecto económico y en la reducción de emisiones de gases de CO₂ y gases de efecto invernadero.

Estas iniciativas sostenibles además de contribuir con el cuidado del medio ambiente y la protección de los recursos con generaciones futuras son capaces de funcionar como medidas de lucha contra la pobreza. Se ha visto que existen estrategias de ahorro energéticos que hacen diferencias notorias en cuanto a la reducción de las facturas.

En resumen, la instalación de tecnologías y estrategias sostenibles suponen mejoras en la eficiencia energética, el ahorro económico y en el impacto medioambiental. Este movimiento sostenible, aunque en algunos sea muy costoso proporciona beneficios tanto para el consumidor como para la prosperidad del planeta.

7.3. Recomendaciones para futuros estudios

Poniendo la vista en futuros estudios relacionados con capítulos de sostenibilidad se encuentran diferentes aspectos a mejorar.

Para esta clase de estudios resultaría importante obtener resultados reales tras la instalación de las tecnologías sostenibles implementadas. En este proyecto no se ha sido capaz de obtener resultados energéticos tras la instalación de fuentes de energía renovables en la vivienda. Este aspecto le daría un valor extra al estudio gracias al 100% de veracidad de esos resultados.

Además, vistos los resultados que dan este tipo de tecnologías y iniciativas sostenibles este proyecto se podría llevar a cabo en el futuro a gran escala, ya sea la optimización de grandes edificaciones públicos como aeropuerto o universidades o trabajar en un concepto de ciudades sostenibles abastecidas desde fuentes de energía renovables.

Este estudio ha permitido comprobar la viabilidad de convertir una vivienda en un entorno sostenible, alimentado desde una fuente de energía renovable como es la energía solar y evitando comprometer los recursos que necesitarán las generaciones futuras. La importancia de la sostenibilidad en el mundo actual es clave y, por ello, es crucial seguir actualizado es los posibles avances que surjan en este campo para futuros estudios.

Capítulo 8.- Referencias

- [1] Data Centers. (n.d.). Google: Hamina Finland Data Center. Recuperado de <https://www.datacenters.com/google-hamina-finland>
- [2] André, F., Cerdá, E. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. Recuperado de [Las-energias-renovables-en-el-ambito-internacional.pdf \(researchgate.net\)](#)
- [3] Solar Inc. (n.d.) ¿Qué es y cómo funciona un panel solar? Recuperado de <https://www.energiasolarinc.com/que-es-un-panel-solar-como-funciona/>
- [4] Balich, M., Cingolani, M., Gonzalez, N., Lombardo, A. (2011). La Energía Eólica. Recuperado de <https://eeolicacsj.blogspot.com/>
- [5] BBVA. (2024). Energía minieólica: una alternativa para el pequeño consumidor. Recuperado de https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/energia-minieolica-una-alternativa-para-el-pequeno-consumidor/?msclkid=269a21614e2a1b3ea75d47fc0bee7bf9&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=ES_FIN_BBVA_Search_GEN_ALL_&utm_term=https%3A%2F%2Fwww.bbva.com%2Fes%2Fsostenibilidad%2F&utm_content=Generic_Sostenibilidad_DSA
- [6] Instituto Catalán de Energía (ICAEN). (n.d.). ¿Qué es y de donde proviene la energía? Recuperado de https://icaen.gencat.cat/es/energia/que_es/index.html
- [7] Hoel, M. (2020). The rise and fall of bioenergy. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069620300371?via%3Dihub>
- [8] Reid, W., Ali, M., Field, C. (2020). The future of bioenergy. Recuperado de <https://www.mendeley.com/catalogue/5d37811e-530e-3983-aa96-13fe53d1f0be/>
- [9] Sharmin, T., Khan, N., Akram, M., Ehsan, M. (2023). A State-of-the-Art Review on Geothermal Energy Extraction, Utilization, and Improvement Strategies: Conventional, Hybridized, and Enhanced Geothermal Systems. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666202723000423?via%3Dihub>

-
- [10] Mott, A., Baba, A., Mosleh, M.H., Ökten, H.E., Babaei, M., Gören, A.Y., Feng, C., Recepoglu, Y.K., Uzelli, T., Uytun, H., Morata, D., Yüksel, A., Sedighi, M. (2022). Boron in geothermal energy: Sources, environmental impacts, and management in geothermal fluid. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122007080?via%3Dihub>
- [11] Roper, S. (2020). Energía mareomotriz: qué es y cómo funciona. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/energia-mareomotriz-que-es-y-como-funciona-2800.html>
- [12] Roper, S. (2021). Energía mareomotriz: ventajas y desventajas. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/energia-mareomotriz-ventajas-y-desventajas-2802.html>
- [13] Yam, F.K., Hassan, Z. (2005). Innovative advances in LED technology. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002626920400165X>
- [14] Lamparas.es (2020). Bombillas LED – Características y Ventajas. Recuperado de <https://www.blog.lamparas.es/bombillas-led-caracteristicas/>
- [15] Cheng, Y.K., Cheng, K.W.E. (2006). General study for using LED to replace traditional lighting devices. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4147806>
- [16] Qurat U.A., Igbai S., Khan s, Mailk Q., Ahmad., and, Javaid N. (2018). LoT operating system based Fuzzy inference system for home energy management system in smart buildings. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/s18092802>
- [17] euroTopten. (n.d.). Estos son los electrodomésticos más eficientes del mercado. Recuperado de <https://ecodes.org/hacemos/energia-y-personas/eficiencia-energetica/eurotopten/estos-son-los-electrodomesticos-mas-eficientes-del-mercado>
- [18] Editorial RSyS (responsabilidad social empresarial y sustentabilidad). (2022). Sostenibilidad: qué es, definición, concepto, tipos y ejemplos. Recuperado de <https://responsabilidadsocial.net/sostenibilidad-que-es-definicion-concepto-tipos-y-ejemplos/>
- [19] Iberdrola. (n.d.). Iberdrola Smart Solar. Instala tus placas solares. Recuperado de <https://www.iberdrola.es/smart-solar/simulador-placas-solares>

-
- [20] Naturgy. (n.d.). Naturgy Solar. Calculadora Solar. Recuperado de <https://www.naturgy.es/hogar/solar/calculadora>
- [21] HolaLuz. (n.d.). Instala placas solares. Recuperado de https://www.holaluz.com/placas-solares/?hsa_cam=261365720&utm_source=bing%2Cbing&msclkid=d85937d801991902758d517e89af4d96&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-all_zonas-search_brand-bing&utm_term=holaluz&utm_content=Holaluz&gclid=CKqj3KCpyocDFdJCHQkd69MI8A&gclid=ds
- [22] Ayuntamiento de Muchamiel (2023). Bonificación en el IBI por instalaciones térmicas y/o fotovoltaicas. Recuperado de <https://ayto.mutxamel.org/bonificacion-en-el-ibi-por-instalaciones-termicas-y-o-fotovoltaicas/>
- [23] Pursell, S. (2022). ¿Qué es el ROI y cómo se calcula? (fórmula y ejemplos). Recuperado de <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-roi>
- [24] Rey, F.J., Velasco, E. (2005). Bombas de calor y energías renovables en edificios. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HqlwQzDKsIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=bomba+de+calor+geot%C3%A9rmica&ots=bdPRIJIndW&sig=Bszsqb3u6KFpUVNgBksGtzjBG-o&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [25] Peña, A. B. (2023). Bomba de calor geotérmica para calefacción y refrigeración ¿Cómo funciona? Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/geotermia/bomba-de-calor-geotermica-funcionamiento-instalacion.html#cuanto-consume>
- [26] San Vicente, A. (2022). Aerotermia y suelo radiante ¿en qué consiste este sistema? Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/suelo-radiante/aerotermia-y-suelo-radiante-comfort-eficiencia-energetica.html>
- [27] S&P. (n.d.). Ventilación Mecánica Controlada (VMC). El sistema de ventilación más innovador y eficiente. Recuperado de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-mecanica-controlada/>

-
- [28] Arnabat, I. (2022). ¿Qué es y cómo funciona la Ventilación mecánica controlada? – Infografía. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/aire- acondicionado/ventilacion/ventilacion-mecanica-controlada-infografia.html>
- [29] Domínguez, M. (2021). ¿Cuál es el mejor aislante térmico? Guía de materiales para aislamiento. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/construccion- sostenible/aislamiento-y-humedad/materiales-aislamiento-cual-mejor-aislante-termico.html>
- [30] Rehau. (n.d.). ¿Qué es el PVC? Recuperado de <https://www.rehau.com/es-es/que- es-el-pvc>
- [31] Serrano, P. (2024). ¿Qué son las ventanas Passivhaus? Características y certificación. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/construccion- sostenible/aislamiento-y-humedad/ventanas-passivhaus-caracteristicas-certificacion.html>
- [32] EFC Solar. (n.d.). ¿Paneles solares con baterías o sin baterías? Recuperado de <https://www.efcsolar.com/energia-solar-fotovoltaica/paneles-solares-con-baterias-o-sin- baterias/>
- [33] LG. (n.d.). GT28BPP. Recuperado de <https://www.lg.com/cac/refrigerador/lg- GT28BPP>
- [34] Cecotec. (n.d.). Bolero DressCode 121000 Steel. Recuperado de <https://cecotec.es/es/lavadoras/bolero-dresscode-121000-steel>
- [35] Mijael. (2023). 10 consejos para ahorrar agua con el lavavajillas y contribuir al medio ambiente. Recuperado de <https://hogar-sostenible.com/como-ahorrar-agua-con-el- lavavajillas/>
- [36] European Commission. (n.d.). Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Recuperado de https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic- geographical-information-system-pvgis_en
- [37] Damia Solar. (n.d.). ¿Cuánta electricidad genera un panel solar y cómo calcularla? Recuperado de <https://www.damiasolar.com/blog/cuanta-electricidad-genera-un-panel- solar-y-como-calcularla/>

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

[38] Alonso, J.A. (2024). Eficiencia y Rendimiento de placas solares. Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/paneles-solares-rendimiento/>

ANEXO I: Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) son una serie de 17 metas globales establecidas por las Naciones Unidas para unir y comprometer a todos los países para abordar desafíos sociales, económicos y medioambientales. Estas metas buscan fomentar un desarrollo sostenible, equitativo y respetuoso con el medioambiente, reconociendo la interconexión entre diferentes aspectos del bienestar humano y la salud del planeta. Los ODS sirven como un marco global para la cooperación y el progreso, instando a gobiernos, empresas y ciudadanos a trabajar conjuntamente para lograr un mundo más justo y sostenible.

En este trabajo destacan notoriamente. Un proyecto en el que se va a llevar a cabo un estudio sobre tecnologías de desarrollo sostenible tiene los ODSs como un punto clave.

Aunque todas las metas son importantes, se pueden destacar las siguientes en este trabajo:

7 – Energía asequible y no contaminante: la relación con el proyecto en este caso es clara. Se estudiará como la evolución humana ha llevado al desarrollo de tecnologías sostenibles, lo que acerca a todo a una energía más limpia. Las tecnologías sostenibles han abierto la puerta al uso de unas energías que permiten encontrar el equilibrio entre la productividad y el cuidado del planeta.

9 – Industria, innovación e infraestructura: con este proyecto se está estudiando sobre la innovación y la optimización de infraestructuras urbanas.

11 – Ciudades y comunidades sostenibles: La optimización de una vivienda unifamiliar contribuye a la formación de ciudades sostenibles, y este es el objetivo principal de este proyecto.

12 – Producción y consumo responsable: en un planeta en el que los recursos se van reduciendo y la población sigue aumentando, en este proyecto se estudiará sobre las alternativas a los recursos no renovables. Las tecnologías sostenibles permiten continuar

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

con las actividades necesarias de la humanidad sin comprometer los recursos para las generaciones futuras.

13 – Acción por el clima: este proyecto está relacionado con capítulos de sostenibilidad que contribuyen al cuidado del planeta y, por tanto, su relación con este objetivo es más que obvia.

