



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**EL PAZO DE GOLMAR
RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE
Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO**

David Carnicero Príncipe

Director: Antonio García de Garmendia

Madrid
Diciembre de 2023

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
El Pazo de Golmar. Reforma energética sostenible y preservación del
patrimonio

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2023/2024 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.: David Carnicero Príncipe

Fecha: 17/ 12/ 2023



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Dr. Antonio García de Garmendia

Fecha: 17/ 12/ 2023





GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**EL PAZO DE GOLMAR
RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE
Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO**

David Carnicero Príncipe

Director: Antonio García de Garmendia

Madrid
Diciembre de 2023

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO

Autor: Carnicero Príncipe, David

Director: García de Garmendia, Antonio

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto de restauración del Pazo de Golmar tiene como objetivo convertir este emblemático edificio histórico, construido en el siglo XV, en un complejo turístico sostenible que combine la conservación del patrimonio histórico con la protección del medio ambiente.

Para ello, se han diseñado sistemas de agua caliente sanitaria y climatización mediante aerotermia, así como la electrificación del pazo, con puntos de recarga de vehículos eléctricos. Además, se ha instalado una planta fotovoltaica de 89 kWp, que abastecerá de energía renovable a todo el complejo y reducirá su huella de carbono.

Palabras clave: restauración, instalaciones, electrificación, energía fotovoltaica.

1. Introducción

El patrimonio histórico es una fuente de identidad, cultura y riqueza para un país. Sin embargo, en España hay un gran número de edificios y monumentos históricos que se encuentran en un estado de abandono y deterioro, que amenaza su conservación y su valor. Esta situación se debe a diversos factores, como la falta de recursos, la desidia, el vandalismo o la especulación. Ante este problema, es necesario buscar soluciones que permitan recuperar y revitalizar el patrimonio histórico, respetando su esencia y adaptándolo a las necesidades actuales.

En este contexto, este proyecto describe el proyecto de restauración energética y aprovechamiento del Pazo de Golmar, una antigua construcción gallega situada en el municipio de Sobrado, en la provincia de A Coruña. El Pazo data del siglo XV y tiene un gran valor histórico y cultural. Sin embargo, se encuentra en un estado de abandono y deterioro, que requiere una intervención urgente.

2. Definición del Proyecto

El proyecto surge de la motivación personal por la preservación del patrimonio histórico, acompañado del interés por la cultura gallega, de una forma sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Conservar y recuperar el valor histórico y arquitectónico del Pazo, respetando su estilo original y adaptándolo a las normativas vigentes.
- Dotar al Pazo de las instalaciones necesarias para garantizar el confort y la seguridad de los usuarios, utilizando las tecnologías más modernas y eficientes.
- Integrar el Pazo con el entorno natural, aprovechando los recursos renovables y minimizando el impacto ambiental.
- Fomentar el turismo sostenible y responsable, ofreciendo servicios innovadores y diversificados, que generen beneficios económicos y sociales para la zona.

Para lograr estos objetivos, se han realizado las siguientes acciones:

- Se ha realizado el diseño de instalaciones de agua caliente sanitaria y climatización.
- Electrificación del edificio y puntos de recarga de vehículo eléctrico.
- Instalación fotovoltaica.

3. Normativa y herramientas empleadas

Para cada instalación se han utilizado las pautas establecidas en cada normativa, además del uso ciertas herramientas:

- Instalación de agua caliente sanitaria y climatización: Se utiliza el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) para establecer los requisitos mínimos de eficiencia energética y calidad del aire interior. En particular, la instalación de calefacción se ha apoyado en el Manual de Calefacción de Ferrol para el cálculo de las cargas térmicas de cada estancia, así como los valores del coeficiente de transmisión de cada cerramiento.
- Instalación eléctrica: Se utiliza el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) para establecer los requisitos de seguridad y calidad de la instalación eléctrica.

- Electrificación y vehículo eléctrico: Se ha utilizado el REBT y la ITC-BT-52 para establecer los requisitos de la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico.
- Instalación fotovoltaica: Se utiliza la herramienta online Global Solar Atlas para obtener los datos de irradiación solar y la orientación óptima de los paneles solares. Y la ICT-BT-40 para el diseño de la instalación y el conexionado con los consumos.
- El estudio económico: Se ha utilizado el generador de precios del CYPE para obtener una estimación de los costes de cada instalación diseñada, junto con la reforma del edificio.
- Todos los cálculos y gráficos se han realizado con Excel.
- Los planos y esquemas de las instalaciones se han realizado con el software AutoCAD apoyado con el contenido de librerías online como Bibliocad.
- El proyecto se ha redactado empleando el procesador de texto LaTeX.

4. Resultados

Los resultados obtenidos para las distintas instalaciones se recogen a continuación:

- Para el suministro de agua caliente sanitaria, se requerirá de un acumulador de 1000 litros y un equipo de 25 kW que satisfará una demanda diaria estimada de 1900 litros.
- Para la climatización de las diferentes estancias, se optará por unidades individuales de splits de refrigerante natural, que tendrán una demanda térmica total de 87 kW.
- Las unidades interiores de climatización y el equipo de agua caliente se alimentarán con dos grandes equipos de aerotermia de 67.2 kW cada uno.
- Para la instalación eléctrica, se requerirá una potencia total de 135 kW, de los cuales 98 kW serán para la electrificación del Pazo y 37 kW para la instalación de recarga de vehículos eléctricos. Cada estancia tendrá su propio cuadro secundario para facilitar la gestión y el mantenimiento y se instalarán seis puntos de recarga con potencias de 3,7 kW, 7,4 kW y 11 kW.
- Para la generación fotovoltaica, se instalará una planta de 89 kWp con 216 paneles solares, que cubrirá los consumos predecibles del Pazo, con un máximo esperado de 369,7 kWh diarios.

- El coste final de la reforma constará de 1,4 millones de euros y se espera recuperar la inversión al cabo de 11 años

Con estas medidas, el proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU para 2030, demostrando su compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia energética.

THE PAZO DE GOLMAR. SUSTAINABLE ENERGY RESTORATION AND HERITAGE PRESERVATION

Author: Carnicero Príncipe, David

Director: García de Garmendia, Antonio

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

The restoration project of the Pazo de Golmar aims to convert this emblematic historic building, built in the 15th century, into a sustainable tourist complex that combines the conservation of historical heritage with the protection of the environment.

For it, Domestic hot water and aerothermal air conditioning systems have been designed, as well as the electrification of the manor, with electric vehicle charging points. In addition, an 89 kWp photovoltaic plant has been installed, which will supply renewable energy to the entire complex and reduce its carbon footprint.

Keywords: restoration, installations, electrification, photovoltaic energy.

1. Introduction

Historical heritage is a source of identity, culture and wealth for a country. However, in Spain there are a large number of historical buildings and monuments that are in a state of abandonment and deterioration, which threatens their conservation and value. This situation is due to various factors, such as lack of resources, laziness, vandalism or speculation. Faced with this problem, it is necessary to look for solutions that allow the recovery and revitalization of historical heritage, respecting its essence and adapting it to current needs.

In this context, This project describes the energy restoration and use project for the Pazo de Golmar, an old Galician construction located in the municipality of Sobrado, in the province of A Coruña. The Pazo dates back to the 15th century and has great historical and cultural value. However, it is in a state of abandonment and deterioration, requiring urgent intervention.

2. Definition of the project

The project arises from personal motivation for the preservation of historical he-

ritage, accompanied by interest in Galician culture, in a sustainable and environmentally friendly way. The objectives of the project are the following:

- Preserve and recover the historical and architectural value of the Pazo, respecting its original style and adapting it to current regulations.
- Provide the Pazo with the necessary facilities to guarantee the comfort and safety of users, using the most modern and efficient technologies.
- Integrate the Pazo with the natural environment, taking advantage of renewable resources and minimizing the environmental impact.
- Promote sustainable and responsible tourism, offering innovative and diversified services that generate economic and social benefits for the area.

To achieve these objectives, The following actions have been carried out:

- The design of domestic hot water and air conditioning installations has been carried out.
- Electrification of the building and electric vehicle charging points.
- Photovoltaic installation.

3. Regulations and tools used

For each installation, the guidelines established in each regulation have been used, in addition to the use of certain tools:

- Installation of domestic hot water and air conditioning: The Technical Building Code (CTE) and the Regulation of Thermal Installations in Buildings (RITE) are used to establish the minimum requirements for energy efficiency and indoor air quality. In particular, The heating installation has been supported by the Ferroli Heating Manual to calculate the thermal loads of each room, as well as the transmission coefficient the values of each enclosure.
- Electrical installation: The Electrotechnical Regulation for Low Voltage (REBT) and its Complementary Technical Instructions (ITC) are used to establish the safety and quality requirements of the electrical installation.
- Electrification and electric vehicle: The REBT and the ITC-BT- have been used 52 to establish the requirements for the electric vehicle charging infrastructure.

- Photovoltaic installation: The Global Solar Atlas online tool is used to obtain solar irradiation data and the optimal orientation of the solar panels. And the ICT-BT- 40 for the design of the installation and connection to consumption.
- The economic study: The CYPE price generator has been used to obtain an estimate of the costs of each designed facility, together with the renovation of the building.
- All calculations and graphs have been made with Excel.
- The plans and diagrams of the facilities have been made with AutoCAD software supported by the content of online libraries such as Bibliocad.
- The project has been written using the LaTeX text processor.

4. Results

The results obtained for the different installations are collected below:

- To supply domestic hot water, a 1000 liter accumulator and 25 kW equipment will be required that will satisfy an estimated daily demand of 1900 liters.
- For the air conditioning of the different rooms, individual natural refrigerant split units will be chosen, which will have a total thermal demand of 87 kW.
- The indoor air conditioning units and the hot water equipment will be powered by two large aerothermal units of 67.2 kW each.
- For the electrical installation, a total power of 135 kW will be required, of which 98 kW will be for the electrification of the Pazo and 37 kW for the electric vehicle charging installation. Each room will have its own secondary panel to facilitate management and maintenance and six charging points will be installed with powers of 3.7 kW, 7.4 kW and 11 kW.
- For photovoltaic generation, an 89 kWp plant with 216 solar panels will be installed, which will cover the predictable consumption of the Pazo, with an expected maximum of 369.7 kWh per day.
- The final cost of the reform will be 1.4 million euros and the investment is expected to be recovered after 11 years

With these measures, the project aligns with the Sustainable Development Goals proposed by the UN for 2030, demonstrating its commitment to sustainability and energy efficiency.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero dar las gracias a mi familia y a mis amigos más cercanos, en especial a mi madre, a mi padre y a Lucía, por el apoyo incondicional que me han brindado en estos años de carrera. Ellos me han ayudado a sacar lo mejor de mí y a no rendirme en los momentos difíciles. También quiero agradecer a mi compañero y gran amigo Obida, quien me ha acompañado a lo largo de mi carrera y ha compartido conmigo tantas experiencias y risas. Asimismo, quiero expresar mi gratitud a mi novia, por mostrarme lo bonito que es Galicia y las maravillas que esconde. Ella ha sido mi fuente de inspiración y de alegría.

En segundo lugar, quiero reconocer la labor de los profesores de ICAI, por enseñarme lo bonita que es la ingeniería y transmitirme su pasión y su conocimiento. Quiero expresar mi gratitud en particular a mi director del TFG por brindarme apoyo, orientación y orientación en todo momento. Su paciencia, su rigor y su generosidad han sido imprescindibles para la realización de este trabajo.

En tercer lugar, quiero agradecer a la inmobiliaria Gestinsa, por facilitarme los planos y los datos necesarios para el desarrollo de mi proyecto. Su colaboración ha sido valiosa y me ha permitido aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera a un caso real.

Por último, quiero dedicar este trabajo a todas las personas que, de una forma u otra, han contribuido a que hoy pueda presentarlo con orgullo y satisfacción. Este trabajo es el fruto de un largo y duro camino, pero también de una gran ilusión y de un gran esfuerzo. Gracias a todos.

Índice general

1. Contexto y situación	1
1.1. Historia y descripción del Pazo de Golmar	1
1.2. Estado actual	2
1.3. Descripción del terreno	5
1.4. Distribución del Pazo de Golmar	7
1.4.1. Edificio principal	8
1.4.2. Edificio anexo	12
1.4.3. Espacios exteriores	13
1.5. Estilo arquitectónico	13
1.6. Conclusión	15
2. Instalación de agua caliente sanitaria y climatización	17
2.1. Normativa vigente	17
2.2. Alternativas para la instalación de agua calietne sanitaria y climatización	18
2.3. Cálculos para la instalación de agua caliente sanitaria	21
2.3.1. Cálculo de demandas	21
2.3.2. Cálculo de equipos	26
2.4. Cálculos para la instalación de climatización	28
2.4.1. Carga de transmisión	30
2.4.2. Carga de ventilación	35
2.5. Solución elegida para la instalación de agua caliente sanitaria y climatización	37
2.6. Selección de equipos	40
3. Instalación eléctrica	47
3.1. Normativa vigente	47
3.2. Descripción de la instalación	48
3.3. Instalación eléctrica del edificio	50
3.3.1. Previsión de cargas	50
3.3.2. Distribución de los circuitos	59

3.3.3. Cableado	60
3.3.4. Protecciones	62
3.4. Instalación de recarga de vehículos eléctricos	64
3.4.1. Previsión de cargas	64
3.4.2. Distribución de los circuitos	65
3.4.3. Cableado	66
3.4.4. Protecciones	67
3.5. Asignación de fase	67
3.6. Instalación de Generación Solar	68
3.6.1. Tipos de instalaciones fotovoltaicas destinadas al autoconsumo	68
3.6.2. Cálculo de demandas	69
3.6.3. Análisis del recurso solar	73
3.6.4. Inclinación y orientación	73
3.6.5. Dimensionamiento de la instalación	76
3.6.6. Inversor	78
3.6.7. Distancia y distribución de filas y módulos	79
3.6.8. Soportes	81
3.6.9. Cableado	82
3.6.10. Protecciones	84
3.7. Embarrado general	85
3.7.1. Centralización de contadores	85
4. Estudio económico	87
4.1. Modelo de negocio	87
4.1.1. Eventos	87
4.1.2. Hostelería	88
4.1.3. Venta de productos	90
4.1.4. Beneficios anuales	90
4.2. Presupuesto	92
4.2.1. Agua caliente y climatización	92
4.2.2. Instalación eléctrica	94
4.2.3. Reforma	97
4.2.4. Presupuesto final	98
4.3. Periodo de amortización	99
4.4. Conclusión	102
5. Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	103
6. Conclusiones finales y desarrollos futuros	105
6.1. Desarrollos futuros	107

7. Planos 109

Bibliografia 110

Índice de figuras

1.1. Grietas en las paredes de la capilla. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	2
1.2. Estado del tejado. Fuente: La Voz de Galicia, 2023	3
1.3. Proyecto de restauración. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	4
1.4. Parcelas que conforman la finca. Fuente: SIGPAC, 2023	5
1.5. Topografía y vegetación de la finca. Fuente: Google Earth, 2023	6
1.6. Plano en planta del edificio. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria	7
1.7. Planta baja edificio principal. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	9
1.8. Planta baja edificio principal. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	11
1.9. Edificio anexo. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	12
1.10. Fachada sureste. Fuente: Galicia Máxica, 2023	13
1.11. Fachada noroeste - Patio interior. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	14
1.12. Fachada sur. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023	15
2.1. Coeficientes de simultaneidad. Fuente: UNE 149.201/08, 2023	24
2.2. Estación más próxima al Pazo de Golmar. Fuente: AEMET, 2023	29
2.3. Equipo de aerotermia para ACS y climatización. Fuente: Yanmar, 2023	39
2.4. Solución Multi V + Hydrokit. Fuente: LG, 2023	41
2.5. Modelo CONFORT WIFI R32 - LG. Fuente: LG, 2023	42
2.6. Equipo PRHR083 - LG Business Solutions. Fuente: LG, 2023	43
2.7. Modelo ARNH08GK3A4 - MULTI V Hydro Kit. Fuente: LG Business Solutions, 2023	44
2.8. Unidad exterior MULTI V i, 24 HP - LG Business Solutions. Fuente: LG, 2023	45
2.9. Acumulador OSHW-1000D - LG Business Solutions, Fuente: LG, 2023	45
3.1. Esquema instalación. Fuente: ITC-BT-40, 2013	49
3.2. Características circuitos REBT. Fuente: ICT-BT-25, 2003	50
3.3. Valor de la longitud máxima del cable. Fuente: Guía-BT-25, 2003	62
3.4. Cálculos de puesta a tierra. Fuente: ITC-18, 2005	63

3.5. Instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga.	
Fuente: ITC-52, 2017	66
3.6. Perfil de consumo anual. Elaboración propia, 2023	72
3.7. Irradiación normal directa [Wh/m ²]. Fuente: Global Solar Atlas, 2023	73
3.8. Ángulo de inclinación y orientación. Fuente: IDAE, 2011	74
3.9. Horizonte y recorrido solar. Fuente: Global Solar Atlas, 2023	74
3.10. Trina Solar - TSM-DE09.08, Fuente: Trina Solar, 2023	75
3.11. Perfil de consumo y perfil de irradiación. Elaboración propia, 2023	76
3.12. Perfil esperado de generación y demanda. Elaboración propia, 2023	77
3.13. Distancia entre filas. Fuente: IDAE, 2011	79
3.14. Disposición de paneles. Elaboración propia, 2023	81
3.15. Soporte Sunfer 13V. Fuente: Sunfer Energy, 2021	81
4.1. Proporción de los beneficios anuales en función de la fuente. Elaboración propia, 2023	91
4.2. Proporción de cada coste sobre el total. Elaboración propia, 2023	99
4.3. Proyección temporal de costes y beneficios del Pazo de Golmar	101

Índice de cuadros

1.1. Distribución planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023	8
1.2. Distribución planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023	10
1.3. Distribución del edificio anexo. Elaboración propia, 2023	12
1.4. Distribución de estancias exteriores. Elaboración propia, 2023	13
2.1. Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado. Fuente: CTE, 2023	22
2.2. Perfil de consumo diario en hoteles. Fuente: Frío y Calor, 2023	23
2.3. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente: CTE, 2023	25
2.4. Caudal total del Pazo de Golmar. Elaboración propia, 2023	25
2.5. Temperatura diaria media mensual de agua fría ($^{\circ}\text{C}$). Fuente: CTE, 2023	27
2.6. Temperaturas empleadas en los cálculos. Elaboración propia, 2023	29
2.7. Valores de K y descripciones de cerramientos. Fuente: Ferroli, 2011	30
2.8. Cargas de transmisión de la planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023	31
2.9. Cargas de transmisión de la planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023	32
2.10. Cargas de transmisión del edificio anexo. Elaboración propia, 2023	33
2.11. Corregido de las cargas de transmisión de la PB del edificio principal. Elaboración propia, 2023	34
2.12. Corregido de las cargas de transmisión de la P1 del edificio principal. Elaboración propia, 2023	34
2.13. Corregido de las cargas de transmisión del edificio anexo. Elaboración propia, 2023	34
2.14. Clases IDA. Fuente: RITE, 2023	35
2.15. Cargas de ventilación de las distintas estancias. Elaboración propia, 2023	36

2.16. Demanda térmica en la planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023	36
2.17. Demanda térmica en la planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023	36
2.18. Demanda térmica en el edificio anexo. Elaboración propia, 2023	37
2.19. Comparación entre Splits y Fancoils. Fuente: Naturgy, 2023	38
2.20. Comparación entre geotermia y aerotermia. Fuente: Preciogas, 2023	40
2.21. Requisitos de equipos para las instancias. Elaboración propia, 2023	40
2.22. Características de la serie CONFORT WIFI R32, LG, 2023	41
2.23. Asignación de unidades interiores en la planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023	42
2.24. Asignación de unidades interiores en la planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023	43
2.25. Asignación de unidades interiores en el edificio anexo. Elaboración propia, 2023	43
2.26. Equipamiento de climatización y ACS para el Pazo de Golmar. Elaboración propia, 2023	46
3.1. Previsión de cargas en las habitaciones 1 y 4. Elaboración propia, 2023	51
3.2. Previsión de cargas en la habitación 2. Elaboración propia, 2023	51
3.3. Previsión de cargas en la habitación 3. Elaboración propia, 2023	52
3.4. Previsión de cargas en las habitaciones 5, 7 y 8. Elaboración propia, 2023	52
3.5. Previsión de cargas en la habitación 6. Elaboración propia, 2023	52
3.6. Equipos de cocina. Elaboración propia, 2023	53
3.7. Previsión de cargas en la cocina. Elaboración propia, 2023	53
3.8. Previsión de cargas en áreas comunes del edificio principal. Elaboración propia, 2023	54
3.9. Previsión de cargas en áreas comunes del edificio anexo. Elaboración propia, 2023	55
3.10. Previsión de cargas en el gran salón. Elaboración propia, 2023	55
3.11. Previsión de cargas en el comedor. Elaboración propia, 2023	56
3.12. Previsión de cargas en la capilla. Elaboración propia, 2023	56
3.13. Tabla de equipos de la sala multiusos. Elaboración propia, 2023	57
3.14. Previsión de cargas en la sala multiusos. Elaboración propia, 2023	57
3.15. Previsión de cargas en el cuarto de calderas. Elaboración propia, 2023	57
3.16. Potencia de equipos de música. Fuente: Endesa, 2022	58
3.17. Previsión de cargas para el exterior del edificio. Elaboración propia, 2023	58

3.18. Previsión final de cargas en el Pazo de Golmar. Elaboración propia, 2023	59
3.19. Caída de tensión en los circuitos del CGMP. Elaboración propia, 2023	61
3.20. Protección circuitos del CGMP. Elaboración propia, 2023	63
3.21. Potencia y tiempo de recarga para vehículos eléctricos. Elaboración propia, 2023	65
3.22. Caída de tensión circuitos recarga VE. Elaboración propia, 2023 . .	67
3.23. Protecciones circuitos de recarga de vehículo eléctrico. Elaboración propia, 2023	67
3.24. Asignación de fase para cada carga. Elaboración propia, 2023	68
3.25. Consumo de energía diaria. Elaboración propia, 2023	71
3.26. Ocupación mensual del sector hotelero en Galicia de 2022. Fuente: INE, 2023	72
3.27. Clasificación de los paneles solares más eficientes del mercado. Fuente: SotySolar, 2023	75
3.28. Número de paneles necesarios para la cobertura de cada mes. Elaboración propia, 2023	77
3.29. Especificaciones entrada del inversor. Fuente: Solar Huawei, 2023 . .	78
3.30. Especificaciones salida del inversor. Fuente: Solar Huawei, 2023 . . .	79
3.31. Caída de tensión de cada hilera de paneles. Elaboración propia, 2023	83
3.32. Protecciones del inversor. Fuente: Solar Huawei, 2023	84
4.1. Detalles de ingresos y beneficios por habitación. Elaboración propia, 2023	89
4.2. Detalles de ingresos y beneficios por menú. Elaboración propia, 2023	90
4.3. Beneficios por fuente de ingresos. Elaboración propia, 2023	90
4.4. Desglose de costes para la instalación de fontanería, climatización y ACS. Elaboración propia, 2023	93
4.5. Desglose de costes para la instalación eléctrica del edificio. Elaboración propia, 2023	94
4.6. Desglose de costes para la instalación de recarga de vehículos eléctricos. Elaboración propia, 2023	95
4.7. Desglose de costes para la instalación de generación fotovoltaica. Elaboración propia, 2023	96
4.8. Desglose de costes reforma estructural. Elaboración propia, 2023 . .	97
4.9. Resumen de costes y tiempo por actividad. Elaboración propia, 2023	98
4.10. Estimación del beneficio anual sobre el beneficio estimado. Elaboración propia, 2023	100
4.11. Beneficio y presupuesto agregado por año. Elaboración propia, 2023	101

Capítulo 1

Contexto y situación

En esta sección se proporciona una visión integral del entorno en el que se encuentra el Pazo de Golmar y los factores clave que influyen en su restauración. Se incluye información sobre la historia del edificio, su estado actual, el terreno circundante, la propiedad y otros aspectos relevantes para comprender el contexto del proyecto.

1.1. Historia y descripción del Pazo de Golmar

El Pazo de Golmar es una antigua construcción gallega que data del siglo XV y que alberga una larga historia. El primer morador conocido fue Xiao de Golmar, en la segunda mitad del siglo XV. Su hija Constanza de Golmar se casó con el hidalgo Andrés de Barallobre¹. En sus inicios, el pazo se asemejaba más a una casa-fuerte debido a las dimensiones de sus muros, con aspilleras y ventanas asimétricas. Sin embargo, en el siglo XVIII, se le añadió otro cuerpo que se conoció como el Pazo de Roade². A lo largo de los años, el pazo ha permanecido en manos del linaje de los Sánchez Barallobre, habiendo sido poseído por trece generaciones³.

Se encuentra situado en la parroquia de Roade, en el Ayuntamiento de Sobrado de los Monjes, provincia de La Coruña, el Pazo de Golmar se encuentra en un entorno montañoso, alejado de centros urbanos importantes. Su estructura en forma de L consta de 26 metros de frente y 23 metros de fondo³.

Desde el punto de vista cultural y arquitectónico, el Pazo de Golmar es un destacado ejemplo de la arquitectura gallega. Su fachada presenta una impresionante chimenea, símbolo de estatus elevado. Además, el pazo cuenta con un hórreo y un

¹ Celtiberia.net, 2023

² Páxinas Galegas, 2023

³ Gestinsa Inmobiliaria, 2023

palomar del siglo XVIII que se encuentran en las proximidades de la edificación. En total, la superficie del pazo abarca 1.117 m². En el lado sur del pazo, se encuentra una capilla con un coro y campana exterior, originalmente dedicada a San Bartolomé y parte de un antiguo convento⁴. La edificación también presenta un gran pórtico y una balaustrada con influencia compostelana en el piso superior, además de diversas columnas que adornan la cara norte³.

1.2. Estado actual

Actualmente el Pazo de Golmar se encuentra en un estado de deterioro avanzado. La fachada se mantiene en pie y en un estado aparentemente bueno, aunque presenta algunas grietas y el tejado está parcialmente colapsado, tal y como se puede apreciar en las siguientes figuras.



Figura 1.1: Grietas en las paredes de la capilla. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023


⁴ Galicia Máxica, 2023



Figura 1.2: Estado del tejado. Fuente: La Voz de Galicia, 2023

El inmueble se encuentra en venta a través de la inmobiliaria Gestinsa por un precio de 460.000€. La propiedad incluye la casa principal con un total de 1.117 m² de construcción y una extensa finca de aproximadamente 84.000 m² en una sola pieza.³

Asimismo, la inmobiliaria dispone de un proyecto completo para la restauración integral del pazo, autorizado por la Xunta de Galicia según el expediente 266/05 de fecha 18 de abril de 2006 de la Dirección General de Patrimonio Cultural. Este viene incluido con la compra de la propiedad.³

Examinado o expediente nº 266/05, relativo ó proxecto de execución en relación coa solicitude de autorización para obras de restauración e rehabilitación do Pazo de Golmar en Rodeo do concello de SOBRADO, enviada por dito Concello a instancia de D. 

Visto o informe-proposta da Comisión Territorial do Patrimonio Histórico da Coruña e en relación ó punto nº 24 da Orde do Día da xuntanza do 5 de abril de 2006 no que se considera que:

" O pazo de Golmar atópase protexido pola normativa urbanística vixente no concello.

O expediente foi visto na xuntanza do 4 de maio de 2005 da comisión territorial de patrimonio histórico galego da Coruña, na que se informou favorablemente.

Preséntase agora o proxecto de execución, á vista do cal, a comisión territorial de patrimonio histórico galego da Coruña, **acorda informalo favorablemente."**

Vista a Lei 30/1992, do 26 de novembro, de Réxime Xurídico das Administracións Públicas e do Procedemento Administrativo Común, Lei 16/85, do 25 de xuño, do Patrimonio Histórico Español, Lei 8/1995, do 30 de outubro, de Patrimonio Cultural de Galicia, e Decreto 63/1992, do 19 de febreiro, polo que se reestrutura a composición e funcionamento da Comisión do Patrimonio Histórico Galego, e a Resolución do 11 de novembro de 2005 pola que se delega nos delegados provinciais o exercicio de determinadas competencias.

Esta Delegación Provincial da Consellería de Cultura e Deporte da Coruña, no ámbito da súa competencia e tendo en conta o informe transcrito resolveu ratificalo na súa integridade e, en consecuencia, **autorizar as obras solicitadas.**

Esta autorización non exixe das autorizacións sectoriais oportunas e do cumprimento das ordenanzas municipais.

Contra esta resolución poderase interpoñer Recurso de Alzada ante a Excm. Sra. Conselleira de Cultura e Deporte no prazo de **1 mes** contado a partir da recepción da presente, de acordo cos artigos 114 e 115 da Lei de Réxime Xurídico das Administracións Públicas e do Procedemento Administrativo Común, conforme á redacción dada pola Lei 4/1999, de 13 de xaneiro.

A Coruña, 18 de abril de 2006.

O Director Xeral de Patrimonio Cultural

P.D.: A delegada provincial

(Resolución do 14 de novembro de 2005, DOG nº 225 do 23 de novembro)



Milagros Lantes Seara

La restauración del pazo ofrece una oportunidad única para revitalizar un tesoro arquitectónico y contribuir a la preservación del patrimonio cultural de Galicia. El potencial turístico que ofrece podría atraer visitantes y hacer del pazo un lugar idóneo para la organización de diversos eventos.

1.3. Descripción del terreno

La finca que alberga el pazo está compuesta por tres parcelas que en conjunto cubren una gran extensión de terreno. Con un tamaño aproximado de 84.000 m², el terreno presenta una topografía caracterizada por un relieve ondulado ya que se encuentra en una colina. Además, en la parte más baja de la finca, transcurren 236 metros del río Mandeo, lo que añade un valor adicional a este terreno.



Figura 1.4: Parcelas que conforman la finca. Fuente: SIGPAC, 2023

En lo alto de la finca se ubica el pazo, rodeado de terrenos con pasto y tierras arables. En el pasado, este área ha sido utilizado para la ganadería y cubre aproximadamente el 70% del terreno. En la parte más baja de la finca la vegetación cambia para ofrecer una zona boscosa de uso forestal, la cual se extiende en las proximidades del río.

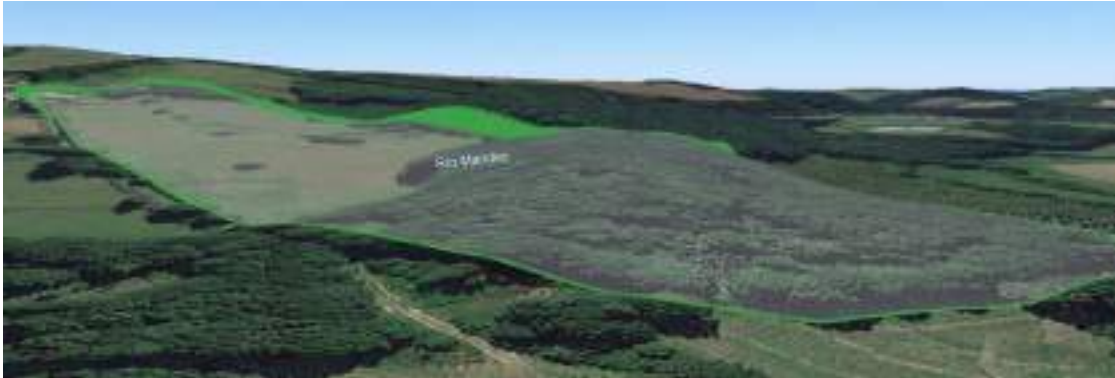


Figura 1.5: Topografía y vegetación de la finca. Fuente: Google Earth, 2023

El Pazo de Golmar se encuentra en un pequeño pueblo rodeado de naturaleza, por lo que es importante que la restauración y electrificación se integren en este entorno, preservando la belleza del paisaje que lo rodea.

El clima en la zona también desempeña un papel fundamental en la planificación del suministro de energía. El Pazo de Golmar se encuentra en una región caracterizada por un clima oceánico y húmedo, con un promedio anual de precipitación cercano a los 1.400 mm. Las temperaturas varían a lo largo del año, con máximas de hasta 33 °C en verano y mínimas que pueden descender a -3 °C en invierno. La temperatura media anual se sitúa⁵ alrededor de los 8,4 °C.

A continuación, se presenta una descripción del Pazo de Golmar, incluyendo la distribución del edificio y una breve referencia a su estilo arquitectónico.

⁵ Clima de Sobrado - AEMET, 2023

1.4. Distribución del Pazo de Golmar

El edificio se compone por dos estructuras principales: un edificio principal de dos plantas y un edificio anexo, además también hay una cuadra, un hórreo y un jardín interior. Tal y como se muestra en la Figura 1.6.



Figura 1.6: Plano en planta del edificio. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria

1.4.1. Edificio principal

El edificio principal, ubicado en el lado este de la propiedad, se extiende en dos plantas y cuenta con una amplia variedad de espacios. Su distribución incluye:

Planta baja: es la planta más extensa y con más espacios comunes del edificio, el listado las distintas salas se recoge en la Tabla [1.1](#).

Estancia		Área (m ²)
Habitación 1	Dormitorio	35,8
	Vestidor	6
	Baño	7
	Terraza	14,9
Gran Salón		90
Vestíbulo escaleras PB		28,5
Aseo PB		5,2
Cuarto - Pasillo		13
Cuarto con chimenea		12,5
Lareira		16,1
Despensa		5,4
Recibidor		11,9
Cocina		23,9
Comedor		38
Capilla		22,3
TOTAL		330,5

Cuadro 1.1: Distribución planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023

El plano en planta de la planta baja del edificio principal se muestra en la siguiente figura.



Figura 1.7: Planta baja edificio principal. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023

Planta primera: en esta planta se encuentran principalmente los espacios de uso privado, el listado de las distintas salas se recoge en la Tabla **1.2**

Estancia		Área (m²)
Habitación 2	Dormitorio	24
	Vestidor	7,1
	Baño	6,1
Habitación 3	Dormitorio	33,5
	Vestidor	6,5
	Baño	6,4
Habitación 4	Dormitorio	38,7
	Vestidor	5,9
	Baño	6,9
	Balcón	10,8
Pasillos		30,18
Cuarto		5,4
Coro		6,1
Biblioteca		16,1
Aseo P1		6,7
Baño P1		6,5
Habitación 5	Dormitorio	19,4
TOTAL		236,28

Cuadro 1.2: Distribución planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023

El plano en planta del primer piso del edificio principal se muestra en la siguiente figura.



Figura 1.8: Planta baja edificio principal. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023

1.4.2. Edificio anexo

El edificio anexo, ubicado en el lado oeste de la propiedad, se extiende en una sola planta baja y cuenta principalmente con más espacios de uso privado, estos son de menor tamaño que los del edificio principal. El listado de las distintas salas se recoge en la Tabla [1.3](#).

Estancia		Área (m ²)
Cuarto de calderas		11,6
Habitación 6	Dormitorio	23,3
	Baño	7,5
Habitación 7	Dormitorio	19,2
Habitación 8	Dormitorio	22
Baño E. anexo		8,2
Hall y pasillo		20,4
Sala multiusos		26,9
TOTAL		139,1

Cuadro 1.3: Distribución del edificio anexo. Elaboración propia, 2023

El plano en planta del edificio anexo se muestra en la Figura [1.9](#).



Figura 1.9: Edificio anexo. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023

1.4.3. Espacios exteriores

En los espacios exteriores se recogen las zonas que no pertenezcan a ningún edificio pero que están dentro de la propiedad del Pazo de Golmar, tal y como se muestra en la Tabla [1.4](#).

Estancia	Área (m ²)
Jardín interior	287
Cuadra	40,8
Hórreo de 11m	17,5

Cuadro 1.4: Distribución de estancias exteriores. Elaboración propia, 2023

1.5. Estilo arquitectónico

El Pazo de Golmar se caracteriza por su estilo arquitectónico único, que incorpora elementos históricos y estéticos de la región de Galicia. La estructura original se consideraba una casa-fuerte, caracterizada por la imponente envergadura de sus muros⁴. Los muros del edificio combinan la mampostería con la cantería utilizada en los esquinales y vanos³.



Figura 1.10: Fachada sureste. Fuente: Galicia Máxica, 2023

En la figura anterior, se puede apreciar fachada sureste del pazo. Destaca una gran chimenea, en la que se pueden apreciar pináculos rematados con bolardos, dos gárgolas y un reloj de sol ortomeridiano. Este reloj de sol está marcado en números arábigos y tanto las líneas horarias como el gnomón aún se conservan, lo que agrega un componente histórico y funcional a la estructura⁶.



Figura 1.11: Fachada noroeste - Patio interior. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023

En la cara interior del pazo, se encuentra una solana desde la que se puede apreciar la balaustrada de piedra de los balcones, influida por el estilo compostelano, y pilares de cantería³.

⁶ Relojes de Sol, 2023



Figura 1.12: Fachada sur. Fuente: Gestinsa Inmobiliaria, 2023

En la fachada suroeste del edificio, tal y como se puede apreciar en la Figura [1.12](#), se encuentra una pequeña capilla rematada por una espadaña de un solo hueco⁸¹. Esta capilla añade un elemento religioso y cultural al conjunto arquitectónico del Pazo de Golmar.

1.6. Conclusión

El Pazo de Golmar es un emplazamiento único que guarda una gran historia, actualmente se encuentra en un estado de deterioro avanzado. Una restauración completa del emplazamiento presentaría una gran cantidad de posibilidades, debido al gran número de estancias que presenta.

En los siguientes capítulos se diseñarán las instalaciones energéticas para las necesidades específicas del Pazo de Golmar.

Capítulo 2

Instalación de agua caliente sanitaria y climatización

En este capítulo se realizará una instalación sencilla de agua caliente sanitaria y sistemas de climatización, para ello habrá que evaluar las distintas soluciones que existen, así como su eficiencia y compromiso con el medio ambiente, calcular las demandas de agua caliente y climatización que existen y elegir los equipos que cumplan con los requisitos calculados y su disposición en el emplazamiento.

Se tiene como objetivo dimensionar la instalación de ACS y sistemas de climatización, cumpliendo con la normativa actual y garantizando una situación de confort para los huéspedes en todo momento del año. Se quiere minimizar el impacto visual para conservar el patrimonio histórico y arquitectónico del Pazo de Golmar, al mismo tiempo que realizar una instalación eficiente y de bajas emisiones.

2.1. Normativa vigente

En esta sección, se recogen los estándares y requisitos técnicos para el diseño de instalaciones de ACS y sistemas de climatización.

Legislación de agua caliente sanitaria y sistemas de climatización

- El Código Técnico de la Edificación (CTE), que regula las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones, entre ellas las de ACS y climatización. En particular, se deben cumplir los documentos básicos DB-HE de ahorro de energía y DB-HS de salubridad, que establecen los requisitos mínimos de eficiencia energética, aprovechamiento de energías renovables, calidad del agua, calidad del aire interior y prevención

de la legionelosis.

- El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), que establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía. El RITE se ha modificado recientemente por el Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, que introduce nuevas exigencias de eficiencia energética, calidad ambiental y seguridad de las instalaciones térmicas.
- El Reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas, que establece las condiciones de seguridad que deben cumplir las instalaciones frigoríficas, así como las normas de diseño, construcción, puesta en servicio, funcionamiento, mantenimiento e inspección.
- El Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- La Ordenanza Municipal de Captación Solar para usos Térmicos (O.M.C.S.U.T.), que regula la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y utilización de energía solar térmica para la producción de ACS y climatización en los edificios de nueva construcción o que se sometan a rehabilitación integral en el municipio de A Coruña.
- Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de septiembre de 2023 relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955

2.2. Alternativas para la instalación de agua caliente sanitaria y climatización

En este apartado se evalúan las distintas posibilidades para la instalación de agua caliente sanitaria y sistemas de climatización. Se pretende abordar las tecnologías existentes de cara a tomar una decisión acerca de que solución es la más adecuada para la restauración del Pazo de Golmar.

Sistemas de agua caliente sanitaria:

- **Instantáneo:** Este sistema calienta el agua de forma instantánea y no utiliza un depósito de almacenamiento, lo que permite ahorrar espacio.

- **Ssemi-instantáneo:** Este sistema utiliza un depósito de almacenamiento pequeño para calentar el agua de forma semi-instantánea. Requiere un diseño más preciso para evitar escasez de agua caliente.
- **Con acumulación:** Este sistema utiliza un depósito de almacenamiento grande para calentar el agua y mantenerla caliente hasta su uso. Permite abastecer grandes consumos ocasionales.

Sistemas de climatización:

- **Sistemas centralizados:** Estos sistemas utilizan un depósito de agua para almacenar el agua fría o caliente. El agua se distribuye a través de tuberías a los diferentes puntos de suministro. Son lo más comunes en grandes edificios.
- **Sistemas descentralizados:** Estos sistemas no utilizan un depósito de almacenamiento. En su lugar, el aire se enfría o calienta directamente en el punto de suministro.
- **Sistemas portátiles:** Estos sistemas utilizan un depósito de almacenamiento pequeño. El aire se enfría o calienta en el punto de suministro.

Tecnologías de generación de calor:

- **Calderas de gas:** Son equipos que utilizan combustibles como gas natural o propano para generar calor. El gasto económico se ve afectado por precio de los licuados y emiten gases de efecto invernadero.
- **Calderas eléctricas:** Son equipos que usan resistencias eléctricas para calentar el agua, tienden a ser menos eficientes que otras opciones.
- **Paneles solares térmicos:** Son dispositivos que capturan la radiación solar para calentar un fluido, el cual se usa para intercambiar calor con el agua. En climas con poca irradiación resultan poco rentables.

Tecnologías de generación de frío:

- **Compresión:** Un equipo compresor comprime un gas refrigerante y aumenta su temperatura, después se enfría y se expande, provocando una disminución de su temperatura.
- **Absorción:** Es una tecnología de generación de frío que utiliza un líquido refrigerante y un absorbente. El líquido refrigerante se evapora y se condensa, lo que provoca una disminución de su temperatura.

- **Evaporación:** Es una tecnología que utiliza la evaporación de un líquido para extraer calor del ambiente.

Tecnologías de generación de calor y frío:

- **Bombas de calor:** Son sistemas que aprovechan la energía del aire, agua o suelo para calentar agua o aire, siendo una opción eficiente. Están las bombas de calor tradicionales (aire-aire), los sistemas de aerotermia (aire-agua) y la geotermia. Son tecnologías altamente eficientes y sostenibles, aunque requieren una gran inversión inicial.

Equipos de distribución de calefacción:

- **Radiadores:** Son dispositivos que se utilizan para distribuir el agua caliente y calentar a través de la convección. Son una opción eficiente, pero puede resultar poco estético.
- **Suelo radiante:** es un sistema de tubos, instalado debajo del suelo, por el que circula agua caliente, que calienta el suelo y el calor se distribuye gracias a los flujos convectivos. Requieren una inversión inicial y no se pueden instalar sobre suelos de piedra.

Equipos de distribución de calor y frío:

- **Splits:** Son una tecnología de distribución de calor y frío que emplea refrigerantes, comúnmente el R32. Consta de dos unidades: la exterior genera frío o calor, mientras que la unidad interior se encarga de distribuir el aire, presentan un control independiente. La unidad interior puede ser de pared o de suelo.
- **Conductos o rooftop:** Son una tecnología de distribución de calor y frío que utiliza conductos sobre el falso techo para distribuir el aire a través del edificio.
- **Cassette:** Son una tecnología de distribución de calor y frío que se instala en el techo, requieren de unos conductos instalados en el falso techo. El aire se distribuye a través de unas rejillas que se encuentran en la parte inferior del dispositivo.
- **Fancoils:** Son dispositivos que se utilizan para distribuir el aire acondicionado, son el equivalente a los splits pero utilizando el agua como regulador de temperatura.

2.3. Cálculos para la instalación de agua caliente sanitaria

En la instalación de ACS se llevarán a cabo cálculos detallados para determinar el consumo de agua caliente sanitaria del Pazo de Golmar. Estos cálculos incluyen la demanda diaria de agua a 60°C, el caudal máximo de agua caliente y la potencia calorífica necesaria para la instalación. A través de estos cálculos, se determinarán las características del equipo de ACS necesario para asegurar el suministro de agua caliente en todos los casos de uso posibles.

2.3.1. Cálculo de demandas

Consumo total diario

El primer paso es analizar los distintos consumos y determinar la demanda diaria de ACS. Para ello se ha consultado el Documento Básico HE Ahorro de energía⁷. Este recoge valores orientativos de la demanda de ACS para usos distintos del residencial privado, indicados en la siguiente tabla.

⁷ Código Técnico de la Edificación - HE, 2023

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Cuadro 2.1: Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado. Fuente: CTE, 2023

Según esta tabla, para hoteles de 5 estrellas se establece un valor de 69 litros/dría por persona y un valor de 8 litros/día por persona para restaurantes.

Por lo que, para el consumo del Pazo de Golmar, hay que tener en cuenta el consumo en las 8 habitaciones dobles y el consumo del restaurante, se ha considerado una capacidad de 100 invitados para el servicio de comidas. El consumo diario del Pazo de Golmar se calcula a continuación.

$$Q_D(60^\circ C) = 69 \cdot 2 \cdot 8 + 8 \cdot 100 = 1904 \text{ litros/día} \quad (2.1)$$

Consumo periodo punta

A continuación, es necesario cuantificar períodos y caudales punta de consumo.

El tipo de consumo de ACS que tendrá el Pazo de Golmar seguirá un perfil de demanda típico de hotel. Para ello hay que considerar que existen dos tipos de hoteles, con comportamientos diferentes en cuanto a curvas de consumo de ACS.⁸

- Hoteles negocio o urbanos.
- Hoteles vacacionales o turísticos.

En ambos casos suelen existir dos períodos de consumo punta para las habitaciones, la mañana y la noche, distribuidas de forma orientativa según la siguiente tabla.

Franjas horarias	Consumo diario por habitación (%), hotel de negocio	Consumo diario por habitación (%), hotel vacacional	Consumo diario en la cocina (%), para cualquier tipo de hotel
7 a 9 h	60	40	20
12 a 14 h	0	20	40
19 a 21 h	40	40	40

Cuadro 2.2: Perfil de consumo diario en hoteles. Fuente: Frío y Calor, 2023

Para dimensionar correctamente la instalación, hay que tener en cuenta la duración de los períodos punta, los cuales también varían en función del tipo del hotel^{??}.

- 1 hora en hoteles de negocio o urbanos.
- 2 horas en hoteles vacacionales o turísticos.

El Pazo de Golmar está dentro de la categoría de hoteles vacacionales o turísticos, por lo que para calcular el consumo del consumo punta habrá que considerar el 40% del consumo diario, calculado en la ecuación 2.2, y un tiempo de duración del periodo de 2 horas.

$$Q_P(60^\circ C) = 1904 \cdot 0,4 = 761,6 \text{ litros} \quad (2.2)$$

⁸ Idoia Arnabat - Tablas de consumo en las instalaciones de agua caliente sanitaria, 2020

Consumo periodo crítico

Para el cálculo del consumo en el período crítico hay que sumar los caudales de todos los aparatos del edificio, aplicando un coeficiente de simultaneidad dependiendo del consumo. Aunque no hay una norma de cumplimiento obligatorio en la que se indiquen los coeficientes de simultaneidad, suelen utilizarse los datos obtenidos con la aplicación de la Norma UNE 149.201/08⁹.

El caudal simultáneo se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_C(60^\circ C) = A \cdot (Q_T)^B + C \quad (2.3)$$

donde:

Q_C :Caudal simultáneo de cálculo (l/s);

Q_T :Caudal total, suma de todos los aparatos del edificio (l/s);

A, B y C :Coeficientes de simultaneidad y utilización

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_a	Q_b	A	B	C
Hoteles, discotecas, museos	<0,5	≤20	0,698	0,500	-0,120
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,000	0,366	0,000
	→ Sin límite	>20	1,080	0,500	-1,830

Figura 2.1: Coeficientes de simultaneidad. Fuente: UNE 149.201/08, 2023

Para determinar el caudal de cada aparato se han usado las condiciones mínimas de suministro, establecidas en el Documento Básico HS Salubridad¹⁰, detallados en la Tabla 2.3.

⁹ Gaspar Martín - Criterios de cálculo y optimización de instalaciones de ACS, 2023

¹⁰ Código Técnico de la Edificación - HS, 2023

Tipo de Aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Cuadro 2.3: Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente: CTE, 2023

En la Tabla 2.4 se detallan todos los aparatos demandantes de ACS del Pazo de Golmar, con el caudal correspondiente en según la norma y la suma total de estos.

Aparato	Nº	Caudal mínimo [dm ³ /s]	QT [l/s]
Lavabo	9	0,065	0,585
Bañera de 1,40 m o más	7	0,1	0,7
Bidé	7	0,065	0,455
Fregadero no doméstico	1	0,2	0,2
Lavavajillas industrial	1	0,2	0,2
Lavadora doméstica	1	0,15	0,15
Total			2,29

Cuadro 2.4: Caudal total del Pazo de Golmar. Elaboración propia, 2023

Utilizando los resultados obtenidos anteriormente y aplicándolos a la ecuación 2.3, junto con los valores correspondientes de los coeficientes A, B y C, que son 0,698, 0,5 y -0,12 respectivamente, podemos calcular el consumo total durante el periodo crítico, que se considera de 10 minutos. Aplicando los valores mencionados en la ecuación 2.3 y multiplicando por el periodo crítico se obtiene el consumo total.

$$Q_T = (0,698 \cdot 2,29^{0,5} - 0,12) \cdot 60 \cdot 10 = 561,8 \text{ l} \quad (2.4)$$

Por lo tanto, el consumo total en un periodo crítico de 15 minutos es de 561,8 litros.

2.3.2. Cálculo de equipos

Depósito de acumulación

El depósito de acumulación se suele dimensionar de forma que su volumen represente del 50 % al 100 % del consumo diario de ACS⁹. Se ha seleccionado un volumen de 1000 litros, ya que el consumo diario (1904 litros) se calculó considerando el consumo de las 8 habitaciones y un aforo de 100 personas para el servicio de comidas. Con este depósito se garantiza el suministro de agua necesario en los periodos críticos de consumo.

Generador de calor

A continuación es necesario determinar la potencia que ha de suministrar el generador de calor. Estos se suelen dimensionar de forma que se garantice en suministro de agua caliente durante el periodo de demanda punta⁹.

La ecuación que permite determinar la potencia térmica necesaria es la siguiente:

$$P = V \cdot c \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{t} \quad (2.5)$$

donde:

P : potencia calorífica [kW];

V : volumen de agua [litros];

c : calor específico [kJ/kg°C], 4,18 para el agua;

T_2 : temperatura del agua caliente [°C];

T_1 : temperatura del agua fría [°C];

t : tiempo [h].

Para el volumen se utilizara el consumo de agua caliente en el periodo punta, 761,1 litros. La duración de este periodo son 2 horas, por lo que se tomara este valor

como unidad de tiempo.

En cuanto a las temperaturas empleadas en el cálculo, se tomará un valor de 60°C para la temperatura del agua caliente y para la temperatura del agua fría se ha consultado el Documento Básico HE Ahorro de energía¹⁰, que contiene datos sobre la temperatura diaria media mensual (°C) del agua fría de red para las capitales de provincia, mostrado en la siguiente tabla.

Provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
A Coruña	26	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Lugo	454	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8

Cuadro 2.5: Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C).

Fuente: CTE, 2023

Aunque Pazo de Golmar se encuentre en la provincia de A Coruña, se han tomado las temperaturas de Lugo, puesto que presenta una altitud más próxima a la del municipio de Sobrado (510m) y ambos se encuentran a la misma distancia de la propiedad. La temperatura más baja, 7°C, se da en el mes de enero, se utilizará este valor para la temperatura del agua fría. Al dimensionar el equipo considerando la temperatura de red más crítica, se asegurará el suministro de agua caliente para el resto de meses.

Considerando estos valores, la potencia calorífica de la caldera será la siguiente:

$$P = 761,1 \cdot 4,18 \cdot \frac{(60 - 7)}{2 \cdot 3600} = 23,42kW \quad (2.6)$$

Un generador de calor con una capacidad calorífica de 25kW será suficiente para abastecer la demanda de ACS en los periodos punta de consumo.

Conclusión

Para suministrar agua caliente sanitaria al Pazo de Golmar será necesario instalar un tanque de acumulación, que ha de disponer de un volumen de 1000 litros y una bomba de calor que tendrá que disponer de una capacidad 25kW.

Según esta normativa, en la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación, la contribución mínima de ACS que debe ser cubierto por energías renovables es de un 60 %, si la demanda diaria es menor a 5000 litros⁷

2.4. Cálculos para la instalación de climatización

El Pazo de Golmar se encuentra en un lugar donde no se alcanzan grandes temperaturas durante el verano, lo que hace que el sistema de calefacción sea más predominante en los sistemas de climatización. Por lo que los cálculos tendrán un enfoque respecto a la demanda térmica del emplazamiento.

Los equipos de distribución de climatización seleccionados son splits, capaces de proporcionar calefacción y aire acondicionado. Por lo que, los cálculos de calefacción servirán para determinar la capacidad de los equipos.

En el cálculo de la carga térmica de calefacción en la instalación de climatización del Pazo de Golmar, hay que considerar las cargas de transmisión y las cargas de ventilación para las distintas estancias calefactadas¹¹. Tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q = Q_T + Q_V \quad (2.7)$$

Para determinar cada una de las cargas, es necesario determinar las temperaturas con las que se han de realizar los cálculos. Con finalidad de garantizar las condiciones de confort en todas las épocas del año, los cálculos se realizarán considerando la temperatura exterior más crítica de todo el año.

La temperatura exterior más crítica se ha obtenido consultando la base de datos de la Agencia Estatal de Meteorología. El punto más cercano y con una altura próxima al Pazo de Golmar es el aeropuerto de Lugo. En esta estación la media de mínima temperatura seca con un nivel percentil del 99 % es de -2.5°C ¹².

¹¹ Manual de calefacción - Ferroli

¹² Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto - IDAE, 2023

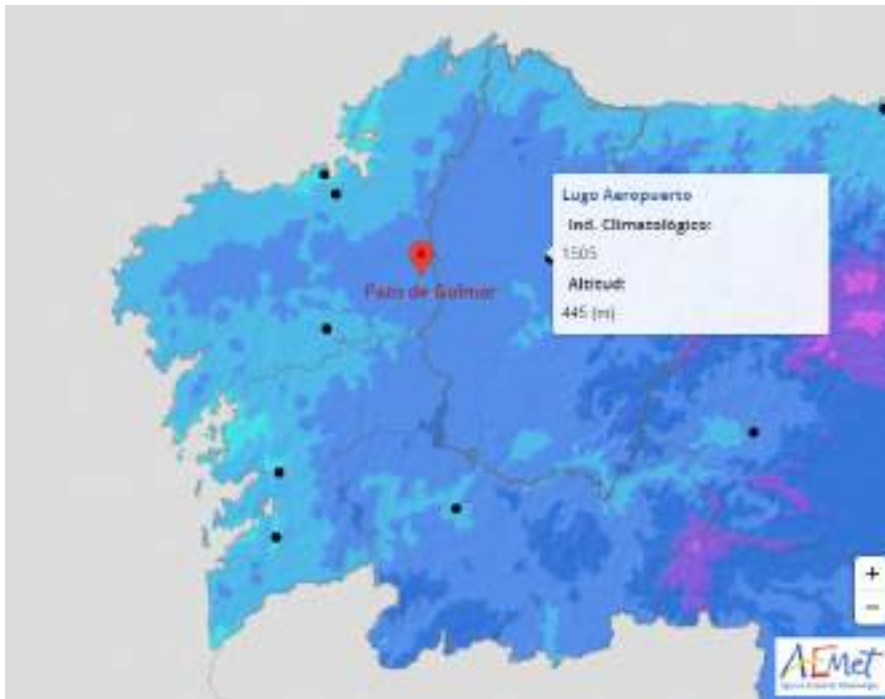


Figura 2.2: Estación más próxima al Pazo de Golmar. Fuente: AEMET, 2023

Para las temperaturas de las condiciones interiores se ha fijado un valor de 21 °C para las salas calefactadas y de 3°C para el suelo. Para las salas no calefactadas con paredes exteriores, se tomará la temperatura media entre el exterior y el interior $(21-2,5)/2 = 9,5^{\circ}\text{C}$ y para las salas no calefactadas interiores se tomará una temperatura de 15°C. La temperaturas utilizadas en los cálculos se recogen en la Tabla [2.6](#)

Temperatura	Valor
T int	21°C
T ext	-2,5°C
T suelo	3°C
T no cal ext	9,5°C
T nocal int	15°C

Cuadro 2.6: Temperaturas empleadas en los cálculos. Elaboración propia, 2023

Además, se dispone de una gran chimenea, esta se podrá encender en los días de frío para reducir el consumo energético, al mismo tiempo que proporcionar una agradable sensación de confort.

2.4.1. Carga de transmisión

En el cálculo de la carga de transmisión térmica, se ha empleado la siguiente ecuación:

$$Q_T = \sum [K_i \cdot S_i \cdot (T_i - T_e) \cdot (1 + F_i)] \quad (2.8)$$

dónde:

Q_T :carga de transmisión térmica [W];

K_i :coeficiente térmico [W/m²K];

S_i :superficie total [m²];

T_i :temperatura interior [°C];

T_e :temperatura exterior [°C];

F :factor de corrección de las paredes exteriores con su orientación

El coeficiente de transmisión empleado para cada superficie se recogen en la Tabla 2.7. Estos coeficientes se han obtenido del Anexo 1 del Capítulo 5 del Manual de calefacción de Ferroli "Coeficientes de transmisión global K". Posteriormente se detalla el cálculo de la carga de transmisión en cada estancia.

Tipo de cerramiento	Valores de K	Descripción
Pared ext	1.74	Muro de piedra 80 cm
Pared int	2.91	Ladrillo hueco 9 cm enlucido ambas caras
Tejado	0.58	Forjado cerámico 12 cm + hormigón 4 cm + aislamiento 5 cm
Suelos	3	Suelo de piedra 30 cm
Ventanas	2.2	Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)
Puerta ext	1.89	Puerta exterior de aluminio
Puerta int	3.3	Puerta de madera

Cuadro 2.7: Valores de K y descripciones de cerramientos. Fuente: Ferroli, 2011

Edificio principal - PB				
Dormitorio 1	S total (m²)	K (W/m²K)	ΔT (°C)	SKΔT (W)
Pared ext. NE	15,64	1,74	23,50	639,65
Pared ext. NO	18,65	1,74	23,50	762,52
Pared ext. SO	10,23	1,74	23,50	418,31
Pared interior	27,30	2,91	6,00	476,72
Ventanas	0,14	2,20	23,50	7,07
Puerta ext.	2,15	1,89	23,50	95,57
Puerta int.	3,35	3,30	6,00	66,32
Suelo	35,80	3,00	18,00	1.933,20
Total				4.399,36
Gran salón				
Pared ext. NE	36,79	1,74	23,50	1.504,48
Pared ext. SE	20,56	1,74	23,50	840,78
Pared int.	33,19	2,91	11,50	1.110,79
Ventanas	0,90	2,20	23,50	46,27
Puerta ext.	1,88	1,89	23,50	83,40
Puerta int.	1,67	3,30	11,50	63,56
Suelo	90,00	3,00	18,00	4.860,00
Total				8.509,28
Cocina				
Pared ext. NO	13,20	1,74	23,50	539,74
Pared int.	20,75	2,91	11,50	694,46
Ventana	0,14	2,20	23,50	6,98
Puerta ext.	1,53	1,89	23,50	67,79
Suelo	23,90	3,00	18,00	1.290,60
Total				2.599,57
Comedor				
Pared ext. SE	29,26	1,74	23,50	1.196,34
Pared ext. SO	20,24	1,74	23,50	827,41
Pared int.	17,42	2,91	6,00	304,12
Ventana	0,56	2,20	23,50	29,08
Puerta int.	3,35	3,30	6,00	66,32
Techo	38,00	0,58	23,50	517,94
Suelo	38,00	3,00	18,00	2.052,00
Total				4.993,21
Capilla				
Pared ext. SO	22,97	1,74	23,50	939,28
Pared ext. NO	15,16	1,74	23,50	619,96
Pared int.	1,57	2,91	6,00	27,47
Ventana	0,25	2,20	23,50	13,03
Puerta ext.	1,74	1,89	23,50	77,48
Puerta int.	1,67	3,30	6,00	33,16
Techo	22,30	0,58	23,50	303,95
Suelo	22,30	3,00	18,00	1.204,20
Total				3.218,52

Cuadro 2.8: Cargas de transmisión de la planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio principal P1				
Dormitorio 2	S total (m²)	K (W/m²K)	ΔT (°C)	SKΔT (W)
Pared ext. NE	14,24	1,74	23,50	582,27
Pared ext. SE	9,77	1,74	23,50	399,53
Pared int.	10,52	2,91	6,00	183,67
Ventanas	2,68	2,20	23,50	138,66
Puerta int.	5,02	3,30	6,00	99,48
Techo	24,00	0,58	23,50	327,12
Total				1.730,74
Dormitorio 3				
Pared ext. NE	16,49	1,74	23,50	674,34
Pared int.	29,13	2,91	11,50	974,91
Ventana	1,73	2,20	23,50	89,57
Puerta int.	5,02	3,30	11,50	190,67
Techo	33,50	0,58	23,50	456,61
Total				2.386,09
Dormitorio 4				
Pared ext. NE	4,65	1,74	23,50	189,96
Pared ext. NO	10,62	1,74	23,50	434,33
Pared ext. SO	18,62	1,74	23,50	761,42
Pared int.	22,42	2,91	11,50	750,25
Ventanas	2,34	2,20	23,50	120,98
Puerta ext.	1,67	1,89	23,50	74,38
Puerta int.	5,02	3,30	11,50	190,67
Techo	38,70	0,58	23,50	527,48
Total				3.049,47
Biblioteca				
Pared int.	28,37	2,91	6,00	495,31
Puerta int.	1,67	3,30	6,00	33,16
Techo	16,10	0,58	23,50	219,44
Total				747,92
Dormitorio 5				
Pared ext. NO	8,99	1,74	23,50	367,75
Pared int.	35,20	2,91	6,00	614,58
Ventana	1,51	2,20	23,50	78,17
Puerta int.	1,67	3,30	6,00	33,16
Techo	19,40	0,58	23,50	264,42
Total				1.358,08

Cuadro 2.9: Cargas de transmisión de la planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio anexo				
Dormitorio 6	S total (m²)	K (W/m²K)	ΔT (°C)	SKΔT (W)
Pared ext. SO	7,84	1,74	23,50	320,50
Pared ext. E	2,60	1,74	23,50	106,31
Pared int.	21,66	2,91	11,50	724,94
Ventana	2,25	2,20	23,50	116,33
Puerta int.	1,67	3,30	11,50	63,56
Techo	23,30	0,58	23,50	317,58
Suelo	23,30	3,00	18,00	1.258,20
Total				2.907,41
Dormitorio 7				
Pared ext. SO	8,88	1,74	23,50	363,02
Pared int.	8,36	2,91	11,50	279,81
Ventana	2,25	2,20	23,50	116,33
Puerta int.	1,67	3,30	11,50	63,56
Techo	19,20	0,58	23,50	261,70
Suelo	19,20	3,00	18,00	1.036,80
Total				2.121,21
Dormitorio 8				
Pared ext. SO	12,44	1,74	23,50	508,67
Pared int.	10,21	2,91	11,50	341,59
Ventana	2,25	2,20	23,50	116,33
Puerta int.	1,67	3,30	11,50	63,56
Techo	22,00	0,58	23,50	299,86
Suelo	22,00	3,00	18,00	1.188,00
Total				2.518,00
Sala multiusos				
Pared ext. SO	5,90	1,74	23,50	241,33
Pared ext. O	7,02	1,74	23,50	287,05
Pared ext. NO	8,55	1,74	23,50	349,56
Pared ext. NE	12,44	1,74	23,50	508,49
Pared int.	0,93	2,91	11,50	30,96
Ventana	2,25	2,20	23,50	116,33
Puerta ext.	1,93	1,89	23,50	85,65
Puerta int.	1,67	3,30	11,50	63,56
Techo	26,50	0,58	23,50	361,20
Suelo	26,50	3,00	18,00	1.431,00
Total				3.475,12

Cuadro 2.10: Cargas de transmisión del edificio anexo. Elaboración propia, 2023

A continuación, se aplica el factor de corrección ($QT^*=QT \cdot (1+F)$)^[1], en función de la orientación de las paredes y del número de paredes exteriores. Los cálculos se recogen en las Tablas 2.11, 2.12 y 2.13.

Edificio principal - PB					
Estancia	QT (W)	Orientación N	>2 pared ext.	1+F	QT*(W)
Dormitorio 1	4,399.36	0.06	0.05	1.11	4,883.29
Gran salón	8,509.28	0.06	0.05	1.11	9,445.30
Cocina	2,599.57	0.06	-	1.06	2,755.54
Comedor	4,993.21	-	0.05	1.05	5,242.87
Capilla	3,218.52	-	0.05	1.11	3,572.55
Total					25,899.56

Cuadro 2.11: Corregido de las cargas de transmisión de la PB del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio principal P1					
Estancia	QT (W)	Orientación N	>2 pared ext.	1+F	QT*(W)
Dormitorio 2	1,730.74	0.06	0.05	1.11	1,921.12
Dormitorio 3	2,386.09	0.06	-	1.06	2,529.25
Dormitorio 4	3,049.47	0.06	0.05	1.11	3,384.92
Biblioteca	747.92	-	-	1.00	747.92
Dormitorio 5	1,358.08	0.06	-	1.06	1,439.57
Total					10,022.77

Cuadro 2.12: Corregido de las cargas de transmisión de la P1 del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio anexo					
Estancia	QT (W)	Orientación N	>2 pared extal.	1+F	QT*(W)
Dormitorio 6	2,907.41	-	0.05	1.05	3,052.78
Dormitorio 7	2,121.21	-	-	1.00	2,121.21
Dormitorio 8	2,518.00	-	-	1.00	2,518.00
Sala multiusos	3,475.12	0.06	0.05	1.11	3,857.39
Total					11,549.37

Cuadro 2.13: Corregido de las cargas de transmisión del edificio anexo. Elaboración propia, 2023

2.4.2. Carga de ventilación

Para el cálculo de la carga de ventilación, se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_V = \dot{V} \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (2.9)$$

donde:

Q_V :carga de ventilación [W];

\dot{V} :caudal de aire [m³/s];

ρ :densidad del aire, [kg/m³];

C_p :capacidad calorífica específica del aire, [J/(kg·K)];

ΔT :diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior [°C].

Los valores seleccionados para la temperatura exterior e interior son -2,5°C y 21°C, respectivamente, la densidad del aire seco es de 1,204 kg/m³ y la capacidad calorífica específica del aire 1,005 J/(kg·K). El caudal del aire viene determinado por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, el cual establece un valor de caudal por persona para distintas clases IDA, estos valores están recogidos en la Tabla [2.14](#).

Clase IDA	dm ³ /s por persona	Descripción
IDA 1	20	Aire de óptima calidad. Este nivel se aplica a edificios y locales destinados a usos especiales, como hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	12,5	Aire de buena calidad. Este nivel se aplica a edificios y locales destinados a usos generales, como oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	8	Aire de calidad media. Este nivel se aplica a edificios y locales destinados a usos especiales, como talleres, almacenes, garajes, cocinas y comedores.
IDA 4	5	Aire de calidad baja. Este nivel se aplica a edificios y locales destinados a usos especiales, como talleres con emisiones contaminantes, estaciones de servicio, depósitos de productos químicos y similares.

Cuadro 2.14: Clases IDA. Fuente: RITE, 2023

Al Pazo de Golmar le corresponde una clase IDA 2. La carga de ventilación se ha calculado únicamente para las estancias con una gran afluencia de personas. Los resultados se detallan en la Tabla [2.15](#).

Estancia	Nº personas	dm³/s/persona	Q_v (kW)
Gran salón	45	12,5	16.034,34
Cocina	6	12,5	2.137,91
Comedor	30	12,5	10.689,56
Capilla	30	12,5	10.689,56

Cuadro 2.15: Cargas de ventilación de las distintas estancias. Elaboración propia, 2023

Estos resultados indican la carga térmica adicional, debida al caudal de ventilación, en las estancias seleccionadas.

Conclusión

Para abastecer de calefacción al Pazo de Golmar, será necesario suplir las demandas térmicas de las estancias contenidas en las siguientes tablas.

Edificio principal - PB	Demanda térmica (kW)
Dormitorio 1	4.883
Gran salón	25.480
Cocina	4.893
Comedor	15.932
Capilla	14.262
Total	65.451

Cuadro 2.16: Demanda térmica en la planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio principal P1	Demanda térmica (kW)
Dormitorio 2	1.921
Dormitorio 3	2.529
Dormitorio 4	3.385
Biblioteca	748
Dormitorio 5	1.440
Total	10.023

Cuadro 2.17: Demanda térmica en la planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio anexo	Demanda térmica (kW)
Dormitorio 6	3.053
Dormitorio 7	2.121
Dormitorio 8	2.518
Sala multiusos	3.857
Total	11.549

Cuadro 2.18: Demanda térmica en el edificio anexo. Elaboración propia, 2023

Será necesario instalar unidades interiores de splits con capacidad suficiente, para proveer de calefacción a cada estancia, y una o varias unidades exteriores que se conecten con las unidades interiores para realizar el intercambio térmico.

2.5. Solución elegida para la instalación de agua caliente sanitaria y climatización

Para seleccionar la solución que más se ajuste a las condiciones específicas del Pazo de Golmar, es importante considerar las normativas vigentes y las limitaciones específicas que presenta la restauración de una construcción del siglo XV.

Comenzando con la normativa europea, según la nueva Directiva de Eficiencia Energética de la Unión Europea¹³, se insta los estados de la UE a limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y eliminar las calderas de gas entre 2026 y 2028. Por lo que se evitará cualquier equipo que utilice gas para la generación de calor.

En cuanto a la normativa nacional, el Código Técnico de la Edificación¹⁴, establece la contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria. En particular, el CTE requiere que al menos el 60% del consumo de energía para ACS provenga de fuentes renovables. Por lo que buscará una solución eficiente y que sea respaldada por energías renovables.

La elección de la solución se hará un estudio de abajo a arriba, comenzando con los equipos de distribución de ACS y climatización y finalizando por los generadores de calor/frío.

¹³ Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de septiembre, 2023

¹⁴Código Técnico de la Edificación – HE4, 2023

Equipos de distribución

Para la instalación de ACS, el sistema de acumulación es la opción que más se ajusta a las necesidades del Pazo de Golmar debido a su capacidad para manejar eficientemente las demandas pico de agua caliente, típicas en hoteles y su capacidad para proporcionar agua caliente a una temperatura constante, mejorando la comodidad de los huéspedes.

Para la instalación de climatización es necesario comprender las limitaciones estructurales que presenta el Pazo de Golmar. Preservar la integridad estructural y estética del edificio histórico, obliga a descartar instalaciones que requieran de falsos techos o paredes huecas, por lo que instalaciones que requieran de conductos de aire acondicionado han de ser descartadas, al mismo tiempo que el suelo de piedra impide la instalación del suelo radiante.

Por lo que la solución para la distribución de la climatización han de ser equipos más pequeños a instalar en cada una de las estancias, entre estos se encuentran los splits y los fancoils, a continuación, se hace una comparativa entre ambos.

Aspectos	Splits	Fancoils
Estructura	Centralizada / Descentralizada	Centralizada
Fluido	Refrigerante	Agua
Conductos	Tuberías de cobre	Tuberías de agua
Impacto Visual	Pequeños y discretos	Mayor tamaño
Mantenimiento	Regular	Más frecuente

Cuadro 2.19: Comparación entre Splits y Fancoils. Fuente: Naturgy, 2023

Se eligen como sistema de distribución los equipos de splits, debido a que presentan un menor impacto visual, a la vez que las tuberías de refrigerante son de menor tamaño y, por ende, requerirán de una menor reforma estructural, al mismo tiempo que serán más sencillas de ocultar.

De esta forma, se propone un sistema de aerotermia, que utilice el refrigerante para calentar el agua del sistema de ACS y refrigerar/calentar el aire de los splits del sistema de climatización.



Figura 2.3: Equipo de aerotermia para ACS y climatización. Fuente: Yanmar, 2023

El sistema de la figura anterior será el sistema que mejor se adapta a los requisitos del Pazo de Golmar, utilizando la aerotermia como generador de calor y frío y un acumulador para el agua caliente sanitaria, preservando la arquitectura histórica del pazo a la vez que ofreciendo una solución altamente eficiente.

Equipos de generación

Para la generación de ACS hay que tener en cuenta la normativa vigente mencionada previamente. Por lo que se tendrá que seleccionar entre la captación solar y las bombas de calor, ya que no se quiere instalar un sistema de refrigeración independiente al de calefacción.

La captación solar presenta los siguientes inconvenientes que hacen que sea descartada de la solución final: es necesario un despliegue de captadores solares que suponen un impacto visual, también requiere de un calentador de apoyo para situaciones en las que el aporte solar no sea suficiente para abastecer la demanda y presenta eficiencias más bajas frente a otras alternativas¹⁵.

En cuanto a la comparativa entre las bombas de calor, las que son más eficientes y que presentan grandes ventajas frente a el resto de las soluciones, son la geotermia y la aerotermia. Por lo que se requiere de un estudio más exhaustivo que con otras

¹⁵ Diferenciador.com - Energía solar: ventajas y desventajas, 2023

instalaciones, la siguiente tabla presenta una comparativa entre aspectos técnicos y económicos de estas tecnologías.

Característica	Geotermia	Aerotermia
Energía	Suelo	Aire
Precio	Muy alto	Alto
Eficiencia	Muy alta	Alta
Ahorro	Muy alto	Alto
Amortización	Más años	Menos años
Terreno	Necesita	No necesita
Mantenimiento	Casi nulo	Muy bajo

Cuadro 2.20: Comparación entre geotermia y aerotermia. Fuente: Preciogas, 2023

Ambas soluciones son válidas para el caso del Pazo de Golmar y cada una presenta sus ventajas e inconvenientes. La geotermia requiere de un estudio de las capacidades del terreno, para determinar el tamaño de la instalación, además que presenta un menor número de fabricantes y soluciones. La aerotermia se usa con mayor frecuencia para la climatización y el suministro de ACS en hoteles, por lo que se elige esta solución frente a la geotermia.

2.6. Selección de equipos

Los equipos a instalar para climatización y ACS han de cumplir los requisitos de demanda de cada instalación. Los requisitos de las unidades interiores de climatización se recogen en las Tablas 2.16, 2.17 y 2.18, y los requisitos de las unidades exteriores y acumulador de agua se recogen en la siguiente tabla:

Equipo	Requisito
Tanque de acumulación	1000 litros
Bomba de calor ACS	25 kW
Bomba de calor climatización	87 kW

Cuadro 2.21: Requisitos de equipos para las instalaciones. Elaboración propia, 2023

Como la solución elegida requería de una bomba de calor de aerotermia para ambas instalaciones, la capacidad de este equipo deberá ser de 115kW o más.

El fabricante LG ofrece una solución que se ajusta perfectamente a los requisitos previstos, es una combinación de las soluciones Multi V y Hydrokit¹⁶, mostrada

¹⁶ LG - Hot Water Solution with MULTI V, 2023

en la siguiente figura:

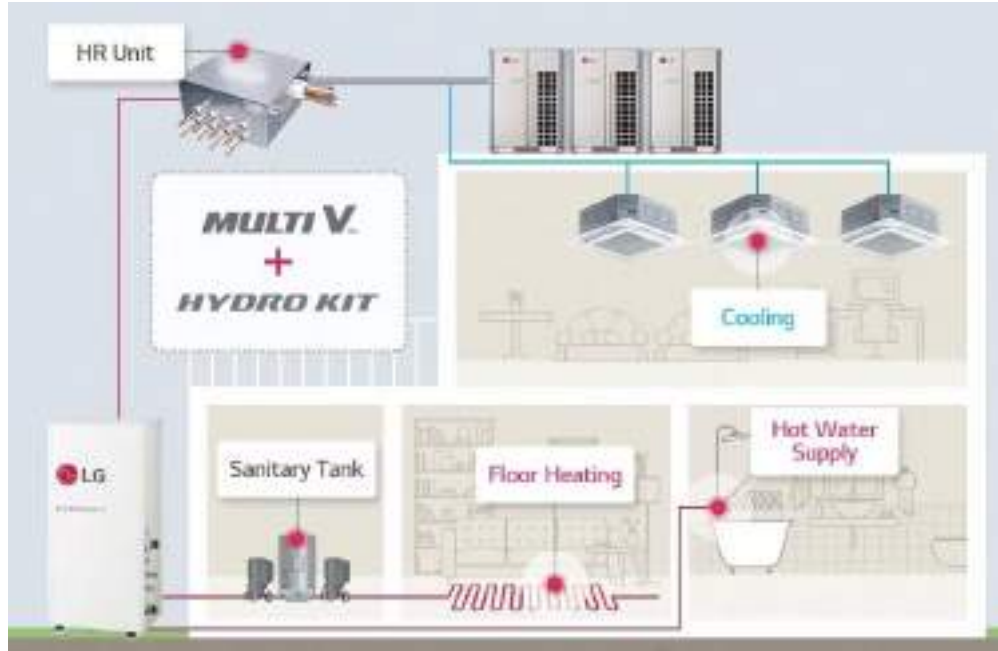


Figura 2.4: Solución Multi V + Hydrokit. Fuente: LG, 2023

Esta solución incorpora un equipo de recuperación de calor (Heat Recover Unit) con el Hydro Kit, a la cual han de estar conectadas las unidades interiores de climatización y las unidades exteriores.

Primero se elegirán las unidades interiores de climatización, para cada estancia, los splits elegidos son de la serie CONFORT WIFI R32, que presenta los siguientes modelos con sus capacidades mínima, nominal y máxima:

Modelo	Capacidad calorífica (kW)	Capacidad frigorífica (kW)	Potencia eléctrica (kW)
S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10	0.89 - 2.50 - 3.70	0.20 - 0.80 - 1.60
S12ET.NSJ	0.89 - 4.00 - 5.10	0.89 - 3.50 - 4.04	0.20 - 1.05 - 1.60
S18ET.NSK	0.90 - 5.80 - 6.40	0.90 - 5.00 - 5.50	0.21 - 1.61 - 2.00
S24ET.NSK	0.90 - 7.50 - 8.64	0.90 - 6.60 - 7.42	0.21 - 2.23 - 2.75

Cuadro 2.22: Características de la serie CONFORT WIFI R32, LG, 2023



Figura 2.5: Modelo CONFORT WIFI R32 - LG. Fuente: LG, 2023

A continuación, en las Tablas 2.23, 2.24 y 2.25, se plantea la unidad interior asignada a cada estancia en función de su potencia demandada.

Edificio principal PB	Demanda térmica (kW)	Ud interior	Capacidad Calorífica (kW)
Dormitorio 1	4.883	S18ET.NSK	0.90 - 5.80 - 6.40
Gran salón	25.480	4 x S24ET.NSK	3.60 - 30.0 - 34.6
Cocina	4.893	S18ET.NSK	0.90 - 5.80 - 6.40
Comedor	15.932	3 x S24ET.NSK	2.70 - 22.5 - 25.9
Capilla	14.262	2 x S24ET.NSK	1.80 - 15.0 - 17.3
Total	65.451	11 unidades	-

Cuadro 2.23: Asignación de unidades interiores en la planta baja del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio principal P1	Demanda térmica (kW)	Ud interior	Capacidad Calorífica (kW)
Dormitorio 2	1.921	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Dormitorio 3	2.529	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Dormitorio 4	3.385	S12ET.NSJ	0.89 - 4.00 - 5.10
Biblioteca	748	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Dormitorio 5	1.440	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Total	10.023	5 unidades	-

Cuadro 2.24: Asignación de unidades interiores en la planta primera del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Edificio anexo	Demanda térmica (kW)	Ud interior	Capacidad Calorífica (kW)
Dormitorio 6	3.053	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Dormitorio 7	2.121	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Dormitorio 8	2.518	S09ET.NSJ	0.89 - 3.30 - 4.10
Sala multiusos	3.857	S12ET.NSJ	0.89 - 4.00 - 5.10
Total	11.549	4 unidades	-

Cuadro 2.25: Asignación de unidades interiores en el edificio anexo. Elaboración propia, 2023

Haciendo un total de 20 unidades interiores, será necesarias 3 cajas de derivación para unidades con recuperación de calor de 8 salidas cada una, el modelo es PRHR083 del fabricante LG Business Solutions, se muestra en la figura a continuación.



Figura 2.6: Equipo PRHR083 - LG Business Solutions. Fuente: LG, 2023

A esta unidad, además de las unidades interiores se conectarán la unidad exterior y el equipo encargado de la aportar calor para el sistema de agua caliente, se ha elegido modelo ARNH08GK3A4, de la serie MULTI V Hydro Kit, que cuenta con una potencia de 25,2kW y también se encarga de realizar la recuperación de calor.



Figura 2.7: Modelo ARNH08GK3A4 - MULTI V Hydro Kit. Fuente: LG Business Solutions, 2023

En cuanto a la unidad exterior, se ha elegido la unidad trifásica MULTI V i, 24 HP, que tiene una capacidad nominal de 67.2kW, por lo que será necesario instalar 2 unidades exteriores conectadas en cascada, haciendo un total de 134.4kW, capacidad suficiente para suplir la demanda de 115kW necesarios.



Figura 2.8: Unidad exterior MULTI V i, 24 HP - LG Business Solutions. Fuente: LG, 2023

Para terminar, es necesario elegir el tanque de acumulación de 1000 litros. Se ha optado por el equipo OSHW-1000D, de la gama de acumuladores LG ACS Thermo V.



Figura 2.9: Acumulador OSHW-1000D - LG Business Solutions, Fuente: LG, 2023

Estos equipos servirán para proveer de ACS y climatización al Pazo de Golmar, garantizando las condiciones de confort necesarias para los huéspedes. A continua-

ción se presenta una tabla, a modo de resumen, que recopila todos los equipos seleccionados.

Equipo	Modelo	Nº de uds
Ud. interior - Split	S09ET.NSJ	7
	S12ET.NSJ	2
	S18ET.NSK	2
	S24ET.NSK	9
Ud. Exterior	MULTI V i, unidad exterior, 24 HP	2
Acumulador	OSHW-1000D	1
Caja de derivación	PRHR083	3
Recuperador de calor	MULTI V Hydro Kit	1

Cuadro 2.26: Equipamiento de climatización y ACS para el Pazo de Golmar. Elaboración propia, 2023

A continuación se diseñarán las instalaciones eléctricas que se encargarán de generar la energía y distribuirla hasta los consumos.

Capítulo 3

Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del Pazo de Golmar va a estar compuesta por una instalación de generación y dos de consumo. La generación será una instalación fotovoltaica que provea de energía a las cargas, mientras que los consumos serán la electrificación del edificio y la instalación de puntos de recarga de vehículo eléctrico.

3.1. Normativa vigente

En esta sección, se recogen los estándares y requisitos técnicos para el diseño de instalaciones eléctricas para electrificación y generación de energía fotovoltaica.

Legislación de electrificación y generación solar

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos”.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos.

3.2. Descripción de la instalación

La instalación eléctrica del Pazo de Golmar partirá de la centralización de contadores, de la que saldrán tres derivaciones individuales: la derivación del interior del edificio, la derivación del punto de recarga y la derivación de generación.

La instalación generadora funcionará de manera interconectada, que tendrá por un lado la generación fotovoltaica a modo de autoconsumo, y por otro lado la Red de Distribución Pública, de forma que ambas puedan trabajar en paralelo¹⁷.

Mientras que las instalaciones de consumo tendrán, cada una, su propio interruptor general de potencia y sus cuadros generales de mando y protección.

La siguiente figura representa el esquema que seguirá la instalación.

¹⁷Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 2013

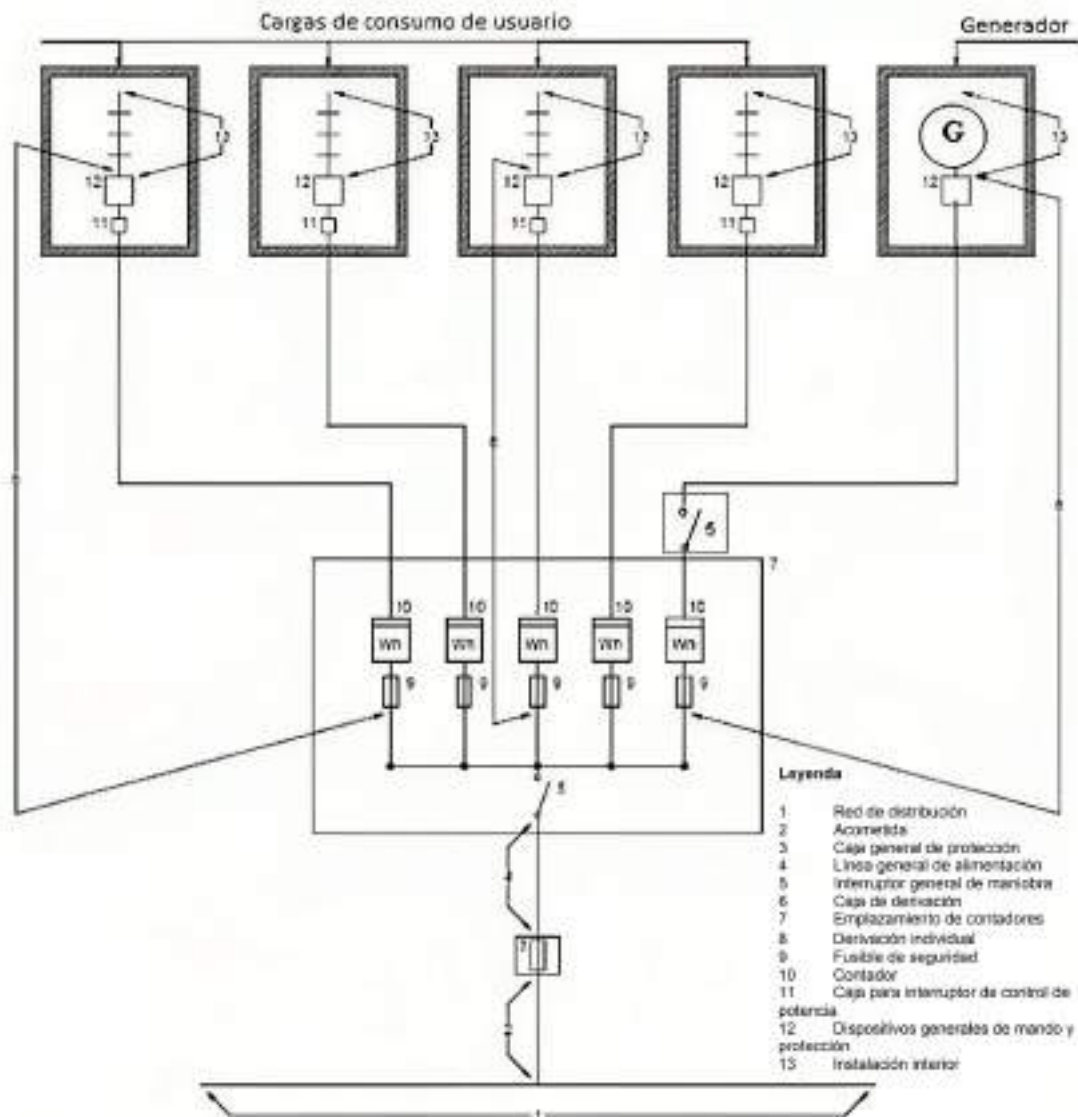


Figura 3.1: Esquema instalación. Fuente: ITC-BT-40, 2013

La instalación eléctrica se dividirá en tres partes, la electrificación del edificio, la instalación de puntos de recarga y la instalación fotovoltaica. A continuación se calcularán y diseñarán las instalaciones partiendo de la centralización de contadores y más adelante se detallará el embarrado general.

3.3. Instalación eléctrica del edificio

En esta parte se diseñará la instalación necesaria para proveer de electricidad a todos los consumos relacionados con el edificio, ya sean consumos interiores o exteriores.

3.3.1. Previsión de cargas

Para realizar el cálculo de la previsión de cargas, se ha seguido la guía técnica del REBT, apoyándose especialmente en la Guía-BT-25, tal y como se muestra en la Figura 3.2. Esta guía proporciona información acerca del número de tomas para cada estancia, la potencia prevista para cada circuito y los factores de simultaneidad y utilización de cada circuito.

Tabla f. Características eléctricas de los circuitos¹⁸

Círculo de utilización	Potencia prevista por línea (W)	Factor simultaneidad F_s	Factor utilización F_u	Tipo de toma T_1	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm^2	Tubo o conducto Diámetro mm ϕ
C ₁ Iluminación	200	0,15	0,5	Punto de luz ¹⁹	10	30	1,5	18
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,3	0,25	Base 18A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocinas y ferros	3.450	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y ferros eléctricos	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T conmutado con fuerza a través de un aportador de 16A ²⁰	20	3	4 ⁽²⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de aseo	3.450	0,4	0,5	Base 18A 2p+T	16	8	2,5	20
C ₆ Calefacción	—	—	—	—	25	—	6	25
C ₇ Aire acondicionado	—	—	—	—	25	—	6	25
C ₈ Secadora	3.450	1	0,75	Base 18A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₉ Automatización	—	—	—	—	10	—	1,5	18

¹⁸ La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.
¹⁹ La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W.
²⁰ Diámetros externos según ITC-BT 19.
 La potencia máxima permisible por circuito será de 3.300 W.
 Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT 19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación.
 En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conmutador de sección 2,5 mm² que parte de una caja de derivación del circuito de 4 mm².
 Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura E2D 25-0A, ambas de la norma UNE 20315.
 Los tableros o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito, el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el peso o electrificación elevada si la necesidad es disponer de un diferencial adicional.
 El punto de luz incluirá conductor de protección.

Figura 3.2: Características circuitos REBT. Fuente: ICT-BT-25, 2003

A continuación se especifica la previsión de cargas para cada estancia:

Habitaciones

Las habitaciones se dividen principalmente en tres grupos, las habitaciones que tienen dormitorio, baño, vestidor y terraza/balcón, las habitaciones que tienen

dormitorio, baño y vestidor y las habitaciones que solo tienen dormitorio. En función de la superficie de cada habitación presentarán más o menos tomas de cada circuito.

Habitación 1 y 4	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Dormitorio					
Punto de Luz	4	200	0,75	0,5	300
Base 16A (2P+T)	6	3.450	0,25	0,2	1.035
Bomba de Calor	1	1.460	0,375	-	547,5
Baño					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,5	0,4	1.380
Vestidor					
Punto de Luz	1				25
Base 16A (2P+T)	1	3.450	0,25	0,2	172,5
Balcón/Terraza					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	1	3.450	0,25	0,2	172,5
Total (W)					3.932,5
Nº Habitaciones					2
Previsión de cargas total (W)					7.865

Cuadro 3.1: Previsión de cargas en las habitaciones 1 y 4. Elaboración propia, 2023

Habitación 2	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Dormitorio					
Punto de Luz	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	4	3.450	0,25	0,2	690
Bomba de Calor	1	700	0,375	-	262,5
Baño					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,5	0,4	1.380
Vestidor					
Punto de Luz	1	200	0,75	0,5	75
Base 16A (2P+T)	1	3.450	0,25	0,2	172,5
Previsión de cargas total (W)					2.955

Cuadro 3.2: Previsión de cargas en la habitación 2. Elaboración propia, 2023

Habitación 3	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Dormitorio					
Punto de Luz	4	200	0,75	0,5	300
Base 16A (2P+T)	6	3.450	0,25	0,2	1.035
Bomba de Calor	1	700	0,375	-	262,5
Baño					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,5	0,4	1.380
Vestidor					
Punto de Luz	1	200	0,75	0,5	75
Base 16A (2P+T)	1	3.450	0,25	0,2	172,5
Previsión de cargas total (W)					3.375

Cuadro 3.3: Previsión de cargas en la habitación 3. Elaboración propia, 2023

Habitación 5, 7 y 8	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Dormitorio					
Punto de Luz	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	4	3.450	0,25	0,2	690
Bomba de Calor	1	700	0,375	-	262,5
Total (W)					1.177,5
Nº Habitaciones					3
Previsión de cargas total (W)					3.532,5

Cuadro 3.4: Previsión de cargas en las habitaciones 5, 7 y 8. Elaboración propia, 2023

Habitación 6	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Dormitorio					
Punto de Luz	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	4	3.450	0,25	0,2	690
Bomba de Calor	1	700	0,375	-	262,5
Baño					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,5	0,4	1.380
Previsión de cargas total (W)					2.707,5

Cuadro 3.5: Previsión de cargas en la habitación 6. Elaboración propia, 2023

Cocina

Los servicios de comidas ofrecidos en el Pazo de Golmar, generalmente, serán subcontratados a una empresa de catering. Por lo que es necesario dotar a la cocina de los equipos necesarios para llevar a cabo la preparación de las comidas. Los equipos seleccionados se recogen en la Tabla 3.6. Para satisfacer la demanda en grandes eventos se instalarán tres hornos industriales monofásicos y tres planchas monofásicas, se ha preferido esta selección frente a una unidad grande trifásica, para poder usar más o menos equipos en función del número de comensales.

Equipo	Modelo
Microondas	Panasonic NE-1037 1000W
Cafetera	Expobar Office Leva DB
Horno industrial	MALKA HCV11
Plancha	PLCE600 HR FAINCA
Frigorífico	ATG-600 GN 2/1
Congelador	Cool Head RCX 200 inox
Lavavajillas Industrial	Cleiton® - Lavavajillas Industrial 50x50

Cuadro 3.6: Equipos de cocina. Elaboración propia, 2023

Para el cálculo de la previsión de cargas se han asignado valores coherentes a los factores de utilización y simultaneidad de los distintos equipos, para el frigorífico y el congelador no se han asignado valores ya que permanecerán siempre conectados.

Cocina	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Iluminación	3	200	0,75	0,5	225
Microondas	1	1500	0,1	0,3	45
Cafetera	1	1200	0,5	0,3	180
Horno industrial	3	3100	0,7	0,9	5.859
Plancha de cocina	3	2400	0,9	0,8	5.184
Frigorífico	1	-	-	-	380
Congelador	1	-	-	-	170
Lavavajillas industrial	1	2730	0,15	0,3	122,85
Base 16A (2P+T)	5	3450	0,4	0,5	3.450
Bomba de Calor	1	1460	0,375	-	547,5
Previsión de cargas total (W)					16.219,6

Cuadro 3.7: Previsión de cargas en la cocina. Elaboración propia, 2023

Áreas comunes

Se han diferenciado las áreas comunes del edificio principal y del edificio anexo, dentro de las áreas comunes se ha decidido ubicar la lareira-recibidor con el cuarto de contadores anexo, las salas comunes como la biblioteca o el cuarto con chimenea, también se han incluido los baños/aseos, pasillos y el vestíbulo de las escaleras, tal y como se muestra en las Tablas ?? . El consumo eléctrico de estas estancias será mayormente iluminación y tomas de corriente, en la recepción se ha incluido el consumo típico de un ordenador.

Áreas comunes EP	Tomas	Potencia prevista (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Lareira - recibidor					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	3	3.450	0,25	0,2	517,5
Ordenador	-	-	-	-	200
Salas comunes					
Punto de Luz	5	200	0,75	0,5	375
Base 16A (2P+T)	5	3.450	0,5	0,4	3.450
Vestíbulo escaleras					
Punto de Luz	4	200	0,75	0,5	300
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,25	0,2	345
Pasillos PB					
Punto de Luz	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	4	3.450	0,25	0,2	690
Pasillos P1					
Punto de Luz	4	200	0,75	0,5	300
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,25	0,2	345
Baño P1					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,5	0,4	1.380
Aseo PB					
Punto de Luz	1	200	0,75	0,9	135
Base 16A (2P+T)	1	3.450	0,1	0,7	241,5
Aseo P1					
Punto de Luz	1	200	0,75	0,9	135
Base 16A (2P+T)	1	3.450	0,1	0,7	241,5
Alumbrado emergencia					
Punto de Luz	22	20	-	-	440
Previsión de cargas total (W)					9.620,5

Cuadro 3.8: Previsión de cargas en áreas comunes del edificio principal. Elaboración propia, 2023

Áreas comunes EA	Tomas	Potencia prevista (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Pasillos E. anexo					
Punto de Luz	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	3	3.450	0,25	0,2	517,5
Baño E. anexo					
Punto de Luz	2	200	0,75	0,5	150
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,5	0,4	1.380
Alumbrado emergencia					
Punto de Luz	2	20	-	-	40
Previsión de cargas total (W)					2.312,5

Cuadro 3.9: Previsión de cargas en áreas comunes del edificio anexo. Elaboración propia, 2023

Salas para eventos

Las salas para eventos son las amplias estancias ideales para acomodar a los invitados. Entre ellas, se encuentra el gran salón de 90m² con una capacidad para 45 personas, con su previsión de cargas detallada en la Tabla 3.10 y el comedor de 38m² con espacio para 19 personas, con su previsión de cargas indicada en la Tabla 3.11. Los principales consumos en estas áreas estarán relacionados con las tomas de corriente y las bombas de calor, además se ha incluido el consumo medio de un equipo de ordenador + proyector y de un equipo de sonido.

Gran Salón	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Iluminación	5	200	0,75	0,5	375
Ordenador + Proyector	1	-	-	-	500
Equipo de sonido	1	-	-	-	100
Base 16A (2P+T)	15	3.450	0,2	0,25	2.587,5
Bomba de Calor	4	1.565	0,375	-	2.347,5
Previsión de cargas total (W)					5.910

Cuadro 3.10: Previsión de cargas en el gran salón. Elaboración propia, 2023

Comedor	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Iluminación	3	200	0,75	0,5	225
Ordenador + Proyector	1	-	-	-	500
Equipo de sonido	1	-	-	-	100
Base 16A (2P+T)	7	3.450	0,2	0,25	1.207,5
Bomba de Calor	2	1.565	0,375	-	1.173,75
Previsión de cargas total (W)					3.206,25

Cuadro 3.11: Previsión de cargas en el comedor. Elaboración propia, 2023

Capilla

La capilla se ha pensado para albergar a grupos de hasta 20 personas, y su potencia será pequeña ya que solo contará con tomas de luz, corriente y una bomba de calor. No se han querido incluir equipos como altavoces o micrófonos ya que al ser de pequeño tamaño servirá con equipos inalámbricos que cuenten con su propia batería. La previsión de cargas se ha recogido en la Tabla [3.12](#)

Capilla	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Iluminación	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	4	3.450	0,25	0,2	690
Bomba de Calor	2	1.565	0,375	-	1.173,75
Previsión de cargas total (W)					2.088,75

Cuadro 3.12: Previsión de cargas en la capilla. Elaboración propia, 2023

Sala multiusos

Se tiene pensado contratar un encargado de la finca, esta sala en el edificio anexo cuenta con las condiciones idóneas para ser utilizada por este encargado, otro posible uso sería el de utilizar esta sala como cocina, en caso de alquilar el edificio anexo. Los equipos que se instalarán en esta estancia están recogidos en la tabla [3.13](#) y la potencia esperada de esta sala se muestra en la tabla [3.14](#)

Equipo	Modelo
Lavadora-secadora	Bolero DressCode Dry 8500
Plancha de vapor	Fast&Furious 5055 Pro
Pequeño frigorífico	Bolero CoolMarket TT 90 Black
Placa inducción de 2 fuegos	Bolero Squad I 2001
Microondas	LG MH6535GIB

Cuadro 3.13: Tabla de equipos de la sala multiusos. Elaboración propia, 2023

Sala Multiusos	Tomas	Potencia nominal (W)	Fu	Fs	Previsión de cargas (W)
Iluminación	3	200	0,75	0,5	225
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,25	0,2	345
Lavadora-secadora	1	1.900	0,2	0,5	190
Plancha de vapor	1	3.100	0,2	0,5	310
Pequeño frigorífico	1	12,2	-	-	12,2
Vitrocerámica	1	2.000	0,5	0,75	750
Microondas	1	1.050	0,2	0,1	21
Base 16A (2P+T)	2	3.450	0,4	0,5	1.380
Bomba de Calor	1	955	0,375	-	358,125
Previsión de cargas total (W)					3.591,3

Cuadro 3.14: Previsión de cargas en la sala multiusos. Elaboración propia, 2023

Cuarto de calderas

En el cuarto de calderas se dará corriente al equipo generador de ACS, la previsión de cargas se recoge en la Tabla [3.15](#).

Cuarto de Calderas	Tomas	Previsión de cargas (W)
Iluminación	2	150
Base 16A (2P+T)	2	517,5
Unidad Hidrokit productora de ACS	1	5.000
Previsión de cargas total (W)		5.667,5

Cuadro 3.15: Previsión de cargas en el cuarto de calderas. Elaboración propia, 2023

Exterior

En los consumos del exterior, que se recogen en la Tabla 3.17 se ha incluido la cuadra de 40,8m², el alumbrado del jardín interior de 287m² y las zonas exteriores. Además, se han incluido los consumos de las dos unidades exteriores de aerotermia y se ha querido reservar una capacidad para la realización de conciertos, esta se recoge en la siguiente tabla.

Equipo	Potencia (W)
Preamplificador	160
Amplificador	500
Micrófono	300
Teclado electrónico	1.000
Batería electrónica	800
Altavoz	500
Total	3.260

Cuadro 3.16: Potencia de equipos de música. Fuente: Endesa, 2022

La funcionalidad de la cuadra no ha sido definida, por lo que se le asignará una potencia de 7360W para futuras instalaciones. En el jardín interior Para la iluminación del jardín exterior se estima una potencia de 1500W a razón de unos 4W por m².

Estancia	Potencia nominal (W)	Factoru	Fs	Previsión de cargas(W)
Iluminación exterior	1.500	0,5	0,7	525
Cuadra	7.360	0,5	-	3.680
MULTI V i, unidad exterior	2x 16.610	0,575	-	21.401,5
Equipos de música	3260	0,1	0,6	195,6
Previsión de cargas total (W)				25.802

Cuadro 3.17: Previsión de cargas para el exterior del edificio. Elaboración propia, 2023

Previsión de cargas final

En definitiva, la previsión de cargas total para la instalación del edificio se recoge en la Tabla [3.18](#).

Estancia	Potencia (kW)
Habitación 1	3,93
Habitación 2	2,99
Habitación 3	3,41
Habitación 4	3,93
Habitación 5	1,18
Áreas comunes EP	9,62
Cocina	16,22
Comedor	4,54
Gran Salón	6,91
Capilla	2,59
Habitación 6	2,75
Habitación 7	1,31
Habitación 8	1,31
Áreas comunes EA	2,31
Sala multiusos	3,59
Cuarto de calderas	7,22
Exterior	4,40
Uds exteriores climat	21,40
Total	98,06

Cuadro 3.18: Previsión final de cargas en el Pazo de Golmar. Elaboración propia, 2023

A vista de la previsión de cargas calculada, el tipo de consumidor, según el ITC-BT-10, sería de edificios comerciales o de oficinas y será necesaria una alimentación trifásica.

3.3.2. Distribución de los circuitos

Para la distribución de los circuitos a lo largo del Pazo de Golmar, se llevará una derivación del CGMP a cuadros secundarios en las distintas habitaciones y estancias. Desde allí, se suministrará energía a cada circuito con sus respectivas tomas y consumos, permitiendo una distribución eficiente de la energía que facilita el mantenimiento y la gestión de los circuitos. Consultar Anexo ??.

Para garantizar la seguridad de la instalación eléctrica, es necesario que los circuitos estén equipados con un equipo de protección adecuado y diseñados para soportar la previsión de cargas calculada previamente.

3.3.3. Cableado

Para la elección del cableado es necesario considerar que la máxima caída de tensión permitida según la normativa es del 3 % para instalaciones interiores o receptoras, esta caída de tensión se ve afectada por la corriente que circula, la tensión y el tipo de cable elegido. Para la toda instalación se utiliza un cableado de cobre con aislamiento XLPE.

El cuadro general de mando y protección del edificio se encontrará en la misma sala que la centralización de contadores, por lo que el cableado medirá menos de 2 metros. Siendo la previsión de cargas 98kW y tensión trifásica, la corriente máxima será de 246A, siguiendo el criterio de máxima corriente admisible según el ITC-BT-19, se toma una sección de 70mm².

Para el resto de circuitos hay que asegurar que se cumple la normativa respecto a la máxima caída de tensión, por lo que se ha de elegir la sección adecuada para cumplir este requisito.

La caída de tensión para un sistema trifásico viene representada por la siguiente ecuación:

$$e(\%) = \frac{k \cdot I \cdot L \cdot \frac{\rho}{S} \cdot \cos(\phi)}{V} \cdot 100 \quad (3.1)$$

donde:

k : $\sqrt{3}$ si es trifásico, 2 si es monofásico;

e : caída de tensión (%);

I : intensidad del cable (A);

L : longitud del cable (m);

ρ : resistividad del cobre a una temperatura T ($\Omega \cdot mm^2/m$);

S : sección del cable (mm^2);

$\cos(\phi)$: factor de potencia;

V : tensión (V)

Los cables con aislamiento XLPE, que soportan hasta una temperatura de 90°C,

por lo que se tomará este valor para determinar la resistividad del cobre.

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha (T - 20)] \quad (3.2)$$

donde:

ρ_T :resistividad del cobre a una temperatura T ($\Omega \cdot mm^2/m$);

ρ_{20} :resistividad del cobre a 20°C, 0,01786 $\Omega \cdot mm^2/m$;

α :coeficiente de temperatura, 0,00393°C⁻¹.

A continuación, en la Tabla 3.19, se presenta la caída de tensión para el cableado que va desde el CGMP del edificio hasta los cuadros secundarios, se ha considerado un factor de potencia 1 para todos los circuitos.

Circuito	Sección (mm ²)	Longitud (L)	Tensión (V)	Potencia (W)	Corriente (A)	Caída de tensión (%)
Habitación 1	6	16	230	3.933	17	0,90
Habitación 2	4	10	230	2.993	13	0,64
Habitación 3	4	11	230	3.413	15	0,81
Habitación 4	6	16	230	3.933	17	0,90
Habitación 5	4	11	230	1.178	5	0,28
Cocina	10	9	400	16.220	41	0,36
Comedor	6	5	230	4.541	20	0,33
Gran Salón	6	8	230	6.908	30	0,79
Capilla	6	15	230	2.588	11	0,56
Edificio anexo	10	34	400	7.941	20	0,67
C. de calderas	10	33	230	5.668	25	1,61
Exterior	6	6	230	4.600	20	0,40
Cuadra	10	31	230	7.360	32	1,96
Ud. Ext Aerot.	16	22	400	18.800	47	0,64

Cuadro 3.19: Caía de tensión en los circuitos del CGMP. Elaboración propia, 2023

En ningún caso se supera, por lo que la sección elegida es válida. Para el resto de circuitos, se utilizarán secciones recomendadas en el ITC-BT-25, en función de la previsión de cargas y la longitud del cable:

Sección del conductor (mm ²)	Intensidad nominal del dispositivo de protección (A)			
	10	16	20	25
1,5	27			
2,5	45	28		
4		45	36	
6			53	43

Figura 3.3: Valor de la longitud máxima del cable. Fuente: Guía-BT-25, 2003

El conductor elegido para esta instalación es el H07V-K Eca, seleccionado de acuerdo con la norma UNE 21031-3. Este conductor ofrece una gran resistencia y durabilidad, asegurando así un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo.

La selección del cableado se recogen en los planos y esquemas del Anexo ??.

3.3.4. Protecciones

Las protecciones eléctricas son elementos fundamentales en cualquier instalación eléctrica, ya que garantizan la seguridad de las personas y los equipos ante posibles fallos o incidencias.

Protección contra sobrecorrientes

Los equipos encargados de la protección contra sobrecorrientes son el Interruptor General Automático (IGA) y los Interruptores Automáticos. Estos estarán instalados en cada uno de los circuitos de la instalación.

Para el cálculo de la corriente soportada por cada uno de estos interruptores, se deberá tener en cuenta la carga y la tensión de cada circuito. En este sentido, se utilizarán interruptores magneto-térmicos, que permiten una protección eficaz y segura contra sobrecargas y cortocircuitos.

Protección contra contactos directos

El Interruptor Diferencial se encarga de proteger a las personas de posibles contactos directos con partes en tensión que podrían ser peligrosas. Para la mayoría de las instalaciones, se elige una sensibilidad de 30mA ya que es lo más común y

proporciona un nivel de protección adecuado para la mayoría de las situaciones.

A continuación se presenta una tabla con los interruptores automáticos y diferenciales elegidos para cada circuito saliente del CGMP.

Circuito	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)	Imag (A)	Idif (A)
Derivación individual	98.060	400	245,15	250	-
Habitación 1	3.933	230	17,10	25	25
Habitación 2	2.993	230	13,01	20	25
Habitación 3	3.413	230	14,84	20	25
Habitación 4	3.933	230	17,10	25	25
Habitación 5	1.178	230	5,12	20	25
Cocina	16.220	400	40,55	63	63
Comedor	4.541	230	19,74	40	40
Gran Salón	6.908	230	30,03	40	40
Capilla	2.588	230	11,25	25	25
Edificio anexo	7.941	400	19,85	40	40
Cuarto de calderas	5.668	230	24,64	32	32
Exterior	4.600	230	20,00	20	25
Cuadra	7.360	230	32,00	32	32
Ud. Ext aerotermia	18.800	400	47,00	63	63

Cuadro 3.20: Protección circuitos del CGMP. Elaboración propia, 2023

Para el resto de circuitos, los equipos de protección, se recogen en los esquemas unifilares del Anexo ??.

Puesta a tierra

La puesta a tierra conecta eléctricamente todas partes metálicas no conductoras de la instalación con la tierra, protegiendo frente a los contactos indirectos. Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia de tierra sea tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V, El cálculo del número de electrodos se realizará siguiendo la normativa del ITC-18

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
<p>ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)</p>	

Figura 3.4: Cálculos de puesta a tierra. Fuente: ITC-18, 2005

Se tomará un valor de 20Ω para la resistencia de tierra¹⁸. Se podría decir que la naturaleza del terreno es turba húmeda, por lo que se tomará el valor de $100\Omega\text{m}$ para resistividad del terreno¹⁹. Se eligen picas verticales normalizados de 2m de largo y 14mm de diámetro, por lo que el número de picas necesarias será el siguiente:

$$N \cdot L = \frac{\rho}{R} \rightarrow N \cdot 2 = \frac{100}{20} \rightarrow N = 3$$

Por lo que harán falta 3 picas de cobre de 2 metros para la instalación de tierra. De acuerdo a la normativa UNE 21.022, la sección para el cableado de los conductores de tierra no protegidos ante la corrosión se usará una sección de 25mm^2 , por lo que se tomará este valor para los conductores de la instalación de puesta a tierra.

3.4. Instalación de recarga de vehículos eléctricos

En esta parte se diseñará la instalación necesaria para establecer seis puntos de recarga de vehículo eléctrico en el Pazo de Golmar.

3.4.1. Previsión de cargas

Se ha decidido instalar un aparcamiento con 6 puntos de recarga de vehículo eléctrico para ofrecer un servicio de calidad a los clientes, anticipándose al futuro de la movilidad sostenible. La instalación de este punto de recarga permitirá atraer a los usuarios de vehículos eléctricos, cuya demanda está creciendo en España y en el mundo.

A continuación, se presentan los valores típicos de potencia en los puntos de recarga junto con una breve descripción²⁰ y, considerando una capacidad de 50kWh de batería, el tiempo de recarga necesario para una carga completa.

¹⁸ Auatrquiapersonal - Cálculo de la puesta a tierra en instalaciones de baja tensión, 2021

¹⁹ ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra, 2005

²⁰ Carlos Noya - Qué modos y velocidades carga hay para los coches eléctricos, 2022

Potencia	Descripción	Tiempo (h)
3,7 kW	Recarga lenta, adecuada para viviendas privadas.	13,51
7,4 kW	Recarga más rápida, adecuada para viviendas con buena capacidad de suministro eléctrico y algunos puntos de recarga públicos.	6,76
11 kW	A menudo se utiliza en puntos de recarga públicos.	4,55
22 kW	Recarga rápida, a menudo se utiliza en puntos de recarga públicos. No todos los vehículos pueden aprovechar plenamente esta potencia de recarga.	2,27
50 kW y más	Recarga muy rápida, utilizada en “superchargers” o puntos de recarga rápida.	1

Cuadro 3.21: Potencia y tiempo de recarga para vehículos eléctricos. Elaboración propia, 20233

Se ha optado por instalar tres puntos de recarga de 3,7kW, dos puntos de 7,4kW y un punto de 11kW. Haciendo un total de **37kW** de potencia instalada para la recarga de vehículo eléctrico, ofreciendo así una mayor flexibilidad en términos de tiempo de recarga necesario.

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-52, no hay que aplicar factor de utilización ni simultaneidad para el cálculo de la carga prevista en el caso de punto de recarga para vehículos eléctricos²¹.

3.4.2. Distribución de los circuitos

Para la instalación de recarga, se ha elegido un modelo de instalación colectiva troncal con contador principal en la centralización de contadores y contadores secundarios en las estaciones de recarga, tal y como se muestra en la figura a continuación:

²¹Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión - ITC-BT-52, 2014

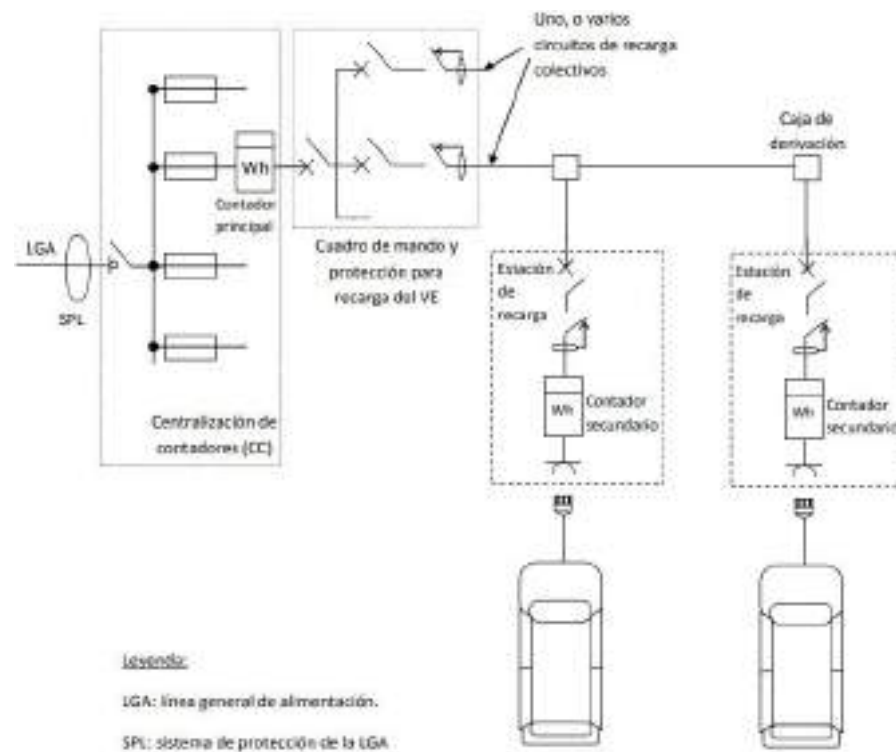


Figura 3.5: Instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga. Fuente: ITC-52, 2017

Este modelo permite medir de forma individual la energía requerida por cada estación para la recarga del vehículo. El cuadro de mando y protección se situará en una caseta al lado de la cuadra, desde la cual salgan los distintos circuitos para la alimentación de los puntos de recarga.

3.4.3. Cableado

En esta instalación, la normativa fija una caída de tensión máxima admisible del 5% en cualquier circuito desde su origen hasta el punto de recarga.

La caseta se situará a una distancia aproximada de 45 metros de la centralización de contadores, y los puntos de recarga estarán a 2,5 metros separados entre sí, siguiendo la distancia típica de un aparcamiento de vehículos.

A continuación, se calcula la caída de tensión para los circuitos de la instalación de recarga, siguiendo la ecuación [3.1](#).

Cuadro secundario	Sección (mm ²)	Longitud (L)	Tensión (V)	Corriente (A)	Caída de tensión (%)
Derivación individual VE	25	45	400	93	1,91
Punto de recarga 11kW	10	4	400	28	0,13
Punto de recarga 7,4kW	10	6,5	230	32	0,41
Punto de recarga 7,4kW	10	9	230	32	0,57
Punto de recarga 3,7kW	2,5	11,5	230	16	1,46
Punto de recarga 3,7kW	2,5	14	230	16	1,77
Punto de recarga 3,7kW	2,5	16,5	230	16	2,09

Cuadro 3.22: Caída de tensión circuitos recarga VE. Elaboración propia, 2023

En ningún caso se supera, por lo que la sección elegida es válida.

3.4.4. Protecciones

Las protecciones para esta instalación serán del mismo tipo que para la instalación del edificio, un interruptor general automático en la caseta y un pequeño interruptor automático y otro diferencial por cada punto de recarga. Los interruptores elegidos para esta instalación se recogen en la siguiente tabla.

Circuito	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)	Imag	Idif
Derivación individual	37,000	400	92,50	100	-
Punto de recarga 11kW	11,000	400	27,50	32	32
Punto de recarga 7,4kW	7,400	230	32,00	32	32
Punto de recarga 3,7kW	3,700	230	16,00	16	25

Cuadro 3.23: Protecciones circuitos de recarga de vehículo eléctrico. Elaboración propia, 2023

Los planos y esquemas de esta instalación se recogen en el Anexo ??.

Con esto se completan las instalaciones de los dos consumos que presentará el Pazo de Golmar. Con 98,06kW para los consumos relacionados con el edificio y 37kW para los seis puntos de recarga de vehículos eléctricos.

3.5. Asignación de fase

Al tratarse de un sistema trifásico, es necesario realizar una correcta asignación de fases para garantizar el balance trifásico en los consumos del Pazo de Golmar. Los detalles de esta asignación se pueden encontrar en la Tabla [3.24](#)

Estancia	Potencia (kW)	R	S	T
Habitación 1	3,93	0	0	3,93
Habitación 2	2,99	2,99	0	0
Habitación 3	3,41	3,41	0	0
Habitación 4	3,93	0	0	3,93
Habitación 5	1,18	1,18	0	0
Áreas comunes EP	9,62	9,62	0	0
Cocina	16,22	5,41	5,41	5,41
Comedor	4,54	4,54	0	0
Gran Salón	6,91	6,91	0	0
Capilla	2,59	0	2,59	0
Habitación 6	2,75	2,75	0	0
Habitación 7	1,31	1,31	0	0
Habitación 8	1,31	0	0	1,31
Áreas comunes EA	2,31	2,31	0	0
Sala multiusos	3,59	3,59	0	0
Cuarto de calderas	5,67	5,67	0	0
Exterior	4,40	4,40	0	0
Uds exteriores climat	21,40	7,13	7,13	7,13
3x Punto de recarga 3,7kW	3,70	3,70	3,70	3,70
2x Punto de recarga 7,4kW	7,40	7,40	7,40	0
Punto de recarga 11kW	11,00	3,67	3,67	3,67
Total (kW)	134,96	44,66	45,42	44,88

Cuadro 3.24: Asignación de fase para cada carga. Elaboración propia, 2023

3.6. Instalación de Generación Solar

En línea con el objetivo de sostenibilidad del Pazo de Golmar, se ha optado por el uso de energía renovable. Con un terreno de 8,4 hectáreas, la propiedad tiene espacio suficiente para una instalación fotovoltaica. Esta instalación permitirá un autoconsumo eficiente, generando una parte significativa de la energía necesaria para el funcionamiento del Pazo.

3.6.1. Tipos de instalaciones fotovoltaicas destinadas al autoconsumo

Existen dos modalidades de autoconsumo establecidas ya en la Ley del Sector Eléctrico 24/2013, de 26 de diciembre y nuevamente en el artículo 4 del RD 244/2019. Así se regulan las condiciones de autoconsumo y se habilitan las posibles configuraciones para las instalaciones de generación distribuida. Las distintas modalidades

son:

- **Autoconsumo sin excedentes:** son instalaciones aisladas o pueden estar conectado a la red, pero no puede verter la energía generada a la red. En caso de conexión a la red, requieren sistemas de antivertido.
- **Autoconsumo con excedentes:** permiten el vertido de excedentes a la red, existen dos tipos establecidos según la normativa.
 - **Acogido a compensación:** son instalaciones con una potencia instalada menor de 100kW. El excedente es vertido a la red y, a final de mes, la comercializadora compensará en la factura la energía vertida a un precio establecido, distinto del precio diario.
 - **No acogido a compensación:** son instalaciones con una potencia instalada mayor de 100kW. El excedente se vierte a la red y se vende a precio de mercado en el Operador del Mercado Ibérico de Energía.

Debido al perfil de consumo variable del Pazo de Golmar, probablemente alto en los fines de semana y bajo entre semana, el modelo de autoconsumo elegido es con excedentes acogido a compensación. Este modelo permite un dimensionamiento óptimo de la instalación fotovoltaica, ya que los momentos de mayor consumo podrán ser compensados por el excedente generado en días de baja actividad.

El modelo de autoconsumo no acogido a compensación podría ser una opción viable, ya que cumple con las mismas funcionalidades, a nivel de cobertura de demanda, que el elegido y se dispone del terreno suficiente. En cambio, supondría un modelo de negocio distinto al pensado para este proyecto, por lo que ha sido descartado para este proyecto.

3.6.2. Cálculo de demandas

El cálculo de las demandas es esencial para el dimensionamiento del aporte solar, se requiere determinar la energía diaria consumida. El consumo del Pazo de Golmar no tiene un perfil predefinido, puesto que depende del número de habitaciones en uso, así como de la magnitud del evento celebrado. Por lo que se realizará una estimación considerando que todas las estancias del Pazo de Golmar se encuentra en uso, para ello se tomará un número razonable de horas de uso de cada estancia o equipo, así como la potencia a la que trabajarán. A continuación se detalla los valores tomados para el cálculo.

Estancias Privadas:

- Habitaciones: para el consumo de las habitaciones se ha considerado un valor de 0.55 kWh por m² para cada habitación de hotel²². En total hay 301m², por lo que el consumo esperado para las 8 habitaciones es de 165 kWh.

Estancias Comunes:

- Alumbrado común: sumando un total de 150m² entre pasillos y estancias comunes, el consumo es principalmente la iluminación con una potencia aproximada de 4W por m², haciendo 600W. Se instalarán luces automáticas para reducir el consumo, por lo que el tiempo de uso medio entre las distintas áreas será de unas 12h aproximadamente.
- Recepción y salas de estar: se añade el consumo del ordenador de la recepción, de 200W, y otros consumos en las tomas de corriente, suponiendo un promedio de 200W, con un tiempo de uso de 18h aproximadamente.
- Alumbrado exterior: el jardín exterior tiene 287m² y se considera un consumo esperado de 1W/m², el tiempo de uso será el horario nocturno, aproximadamente 12h.

Estancias de Eventos (se toma la previsión de carga):

- Cocina y comedor: estos se utilizarán 2h para el desayuno, 4h para la comida y 3h para la cena, haciendo un total de 9h.
- Gran Salón: el tiempo de uso dependerá del tipo de evento, un periodo razonable puede ser de 16-2AM, haciendo un total de 10h.
- Capilla: tendrá un uso promedio de 2h.
- Sala multiusos: no se espera un gran uso de esta sala, aproximadamente 1h.
- Cuadra + conciertos: puesto que no está determinada la funcionalidad de la cuadra y los conciertos no se realizarán de forma periódica, se toman 2h de uso diario.

²²Simon - How much electricity do hotels use?, 2017

Punto de recarga VE

Se utilizará el valor medio de 50kWh de capacidad de batería de cada coche, con 6 puntos de recarga hacen un total de 300kWh.

Considerando estos valores, en la Tabla 3.25, se procede al cálculo de la demanda energética diaria en caso de máxima actividad.

Estancia	Potencia (kW)	Tiempo de uso (h)	Energía consumida (kWh)
Habitaciones	11,0	15	165,0
Alumbrado común	0,6	12	7,2
Recepción y salas de estar	0,4	18	7,2
Alumbrado exterior	0,3	12	3,4
Cocina y comedor	20,8	9	186,8
Gran Salón	6,9	10	69,1
Capilla	2,6	2	5,2
Sala multiusos	3,6	2	7,2
Cuadra + conciertos	10,6	2	21,2
Punto de recarga VE	37,0	-	300,0
Energía total consumida (kWh)			772,4

Cuadro 3.25: Consumo de energía diaria. Elaboración propia, 2023

Como se mencionó previamente, la demanda eléctrica dependerá de la ocupación de las habitaciones y del tipo de evento que se organice. Dado que el modelo de autoconsumo será con compensación, se decide abastecer mediante energía solar los consumos de las habitaciones y del servicio de cocina y comedor. Mientras que, el consumo en los días de mayor actividad se verá compensado por el excedente de energía vertido a la red en los días de baja ocupación. Este enfoque permitirá una instalación fotovoltaica más equilibrada, complementando con la energía de la red cuando sea necesario.

Considerando entonces los consumos de las habitaciones, estancias públicas y el servicio de restaurante, el consumo de energía diaria será de 369,7kWh. Quedando como consumos puntuales los 102kWh de las estancias restantes y un máximo de 300kWh para la recarga de vehículos eléctricos.

A partir de este valor, se estimará el perfil de consumo anual, en base al porcentaje de ocupación del sector hotelero en Galicia, para ello se ha consultado la base de

datos del Instituto Nacional de Estadística²³. Se han seleccionado los datos más recientes, en concreto los de 2022, mostrados a continuación.

Mes	%Ocupación
En	22,66
Feb	30,44
Mar	33,29
Abr	41,64
May	46,01
Jun	51,42
Jul	60,45
Ago	70,9
Sep	56,51
Oct	50,85
Nov	39,79
Dic	35,83

Cuadro 3.26: Ocupación mensual del sector hotelero en Galicia de 2022. Fuente: INE, 2023

Aplicando estos datos al consumo que se quiere cubrir, se puede obtener un perfil aproximado del consumo mensual del Pazo de Golmar para las habitaciones y el servicio de restaurante, mostrado en la siguiente figura.

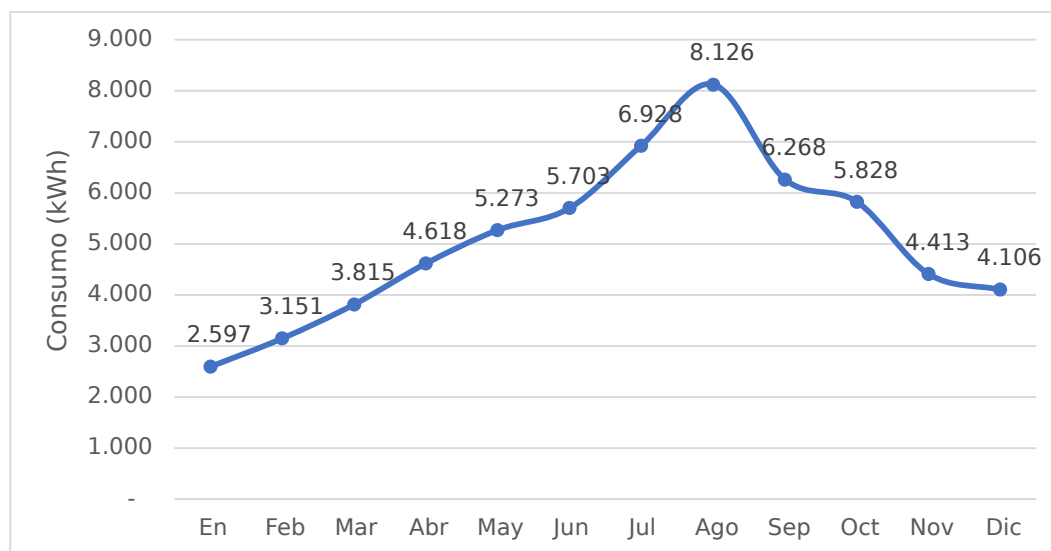


Figura 3.6: Perfil de consumo anual. Elaboración propia, 2023

²³INE - Hoteles: encuesta de ocupación, índice de precios e indicadores de rentabilidad, 2023

A continuación, se procede al dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, para garantizar la cobertura de la demanda del Pazo de Golmar.

3.6.3. Análisis del recurso solar

Para realizar el estudio del recurso solar disponible, se utiliza el servicio gratuito Global Solar Atlas, proporcionado por el Grupo del Banco Mundial, que usa la base de datos de Solargis²⁴. Este servicio permite obtener la irradiación media en cualquier ubicación y los perfiles de irradiación mensuales.

En el caso del Pazo de Golmar, la irradiación media anual es de 1363.5 Wh/m². En la siguiente figura se recogen los perfiles medios de horas solares en función del mes.



Figura 3.7: Irradiación normal directa [Wh/m²]. Fuente: Global Solar Atlas, 2023

3.6.4. Inclinación y orientación

Con razón de maximizar la captación de la irradiación solar incidente, es necesario ajustar la inclinación y la orientación de los paneles fotovoltaicos.

²⁴ Global Solar Atlas, 2023

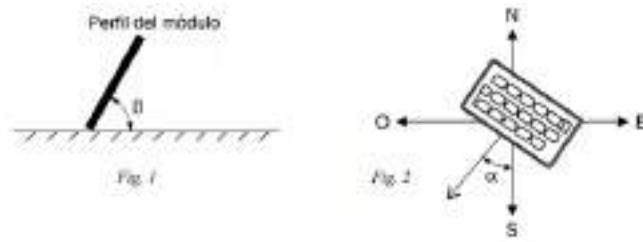


Figura 3.8: Ángulo de inclinación y orientación. Fuente: IDAE, 2011

Ambos parámetros dependen de la ubicación geográfica de la instalación, en este caso, las coordenadas del Pazo de Golmar son 43.052°N , -7.970°O .

En las instalaciones del hemisferio norte, la orientación óptima es hacia el sur, o 180° . En cuanto a la inclinación, se ha utilizado GLOBAL SOLAR ATLAS para determinar el valor óptimo de 34° , en esta ubicación. En la Figura 3.9 se muestran el horizonte y el recorrido solar, junto con la proyección de sombras.

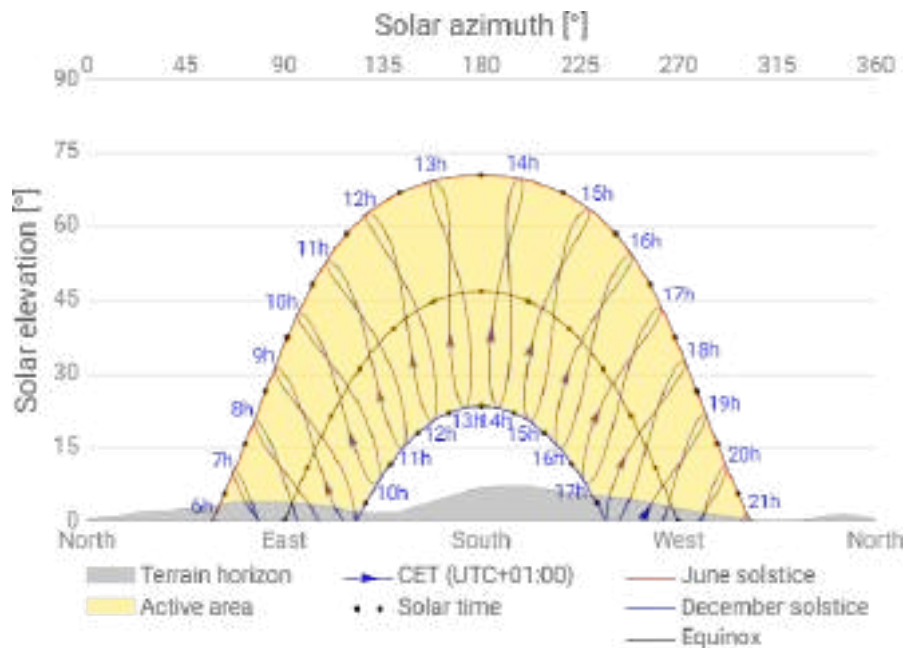


Figura 3.9: Horizonte y recorrido solar. Fuente: Global Solar Atlas, 2023

Con estos parámetros, se procede a la elección del panel fotovoltaico y el dimensionamiento de la instalación.

Elección del panel fotovoltaico

La elección del panel solar es un factor determinante en el estudio económico del proyecto, para ello se ha consultado una comparativa de paneles solares en 2023 proporcionada por SotySolar²⁵, recogida en la Tabla 3.27.

MARCA	MODELO	EFICIENCIA MAX.	POTENCIA MAX.
Trina Solar	TSM-DE09.08	21,3 %	410 W
SunPower	P3-375-BLK	19,1 %	400 W
Longi	465 MBB	20,9 %	465 W
JA	LR4-72HIH	20,8 %	445 W

Cuadro 3.27: Clasificación de los paneles solares más eficientes del mercado. Fuente: SotySolar, 2023

Las conclusiones aportadas por SotySolar determinan para gamma premium, el mejor modelo es el de Trina Solar y para gamma media, el mejor modelo es el de JA²⁵. Dada las ventajas notables de la gama premium, como la garantía, se ha optado por los paneles fotovoltaicos Trina Solar para el Pazo de Golmar. La Figura 4.3 muestra el modelo de panel solar seleccionado, el Trina Solar TSM-DE09.08.

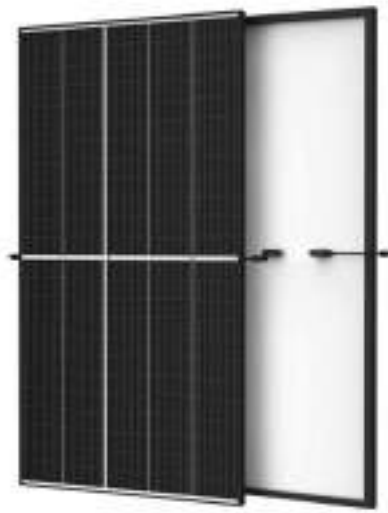


Figura 3.10: Trina Solar - TSM-DE09.08, Fuente: Trina Solar, 2023

²⁵ SotySolar - Comparativa de placas solares, 2023

Una vez seleccionado el panel solar, se procede al dimensionamiento de la instalación.

3.6.5. Dimensionamiento de la instalación

Para determinar el tamaño de la instalación, hay que determinar el número de paneles fotovoltaicos necesarios para obtener la energía necesaria. La energía generada por la instalación seguirá la siguiente ecuación:

$$E_{gen} = Irrad \cdot S_{panel} \cdot N_{paneles} \cdot \eta_{panel} \cdot (1 - perdidas) \quad (3.3)$$

donde:

- E_{cons} :Energía consumida (kWh);
- E_{irrad} :Irradiación solar (kWh/m²);
- S_{panel} :Superficie del panel (m²);
- N_{panel} :Número de paneles;
- η_{panel} :Rendimiento del panel, en formato decimal;
- $perdidas$:Pérdidas del sistema, en formato decimal.

Los paneles de Trina Solar tienen una superficie de 1,92m² y un rendimiento del 21,3% . En cuanto a las pérdidas, se estima un valor del 14%.

La energía consumida variará en función del mes, igual que la irradiación, en la Figura 3.11 se muestran ambos perfiles a lo largo de un año.

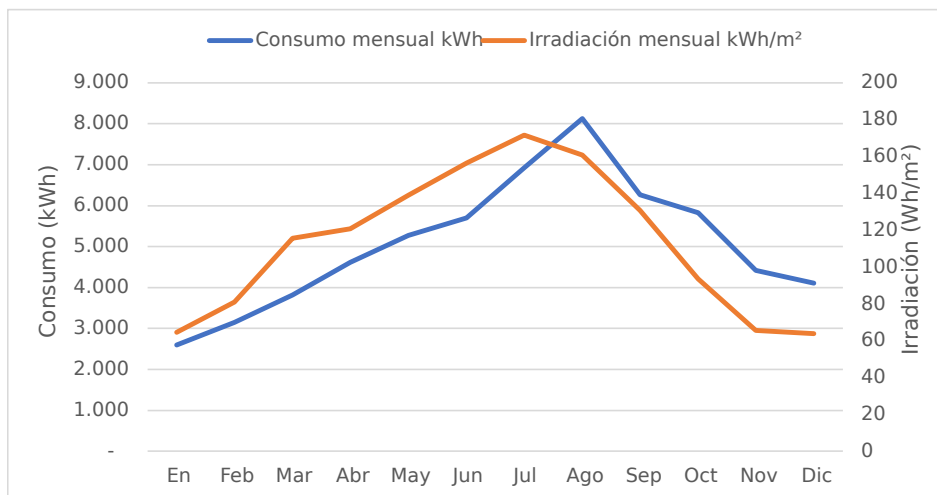


Figura 3.11: Perfil de consumo y perfil de irradiación. Elaboración propia, 2023

Se puede observar como ambos presentan perfiles similares, por lo que se espera un porcentaje de autoconsumo parecido para todo los meses. De la ecuación 3.3 se han despejado el número de paneles necesarios a instalar para cubrir la demanda de cada mes y se recogen en la Tabla 3.28.

Mes	Consumo (kWh)	Irradiación (kWh/m ²)	Nº paneles
En	2.597	64,5	114
Feb	3.151	80,9	111
Mar	3.815	115,7	94
Abr	4.618	120,8	109
May	5.273	139	108
Jun	5.703	156,5	104
Jul	6.928	171,7	115
Ago	8.126	160,7	144
Sep	6.268	130,8	136
Oct	5.828	93,5	177
Nov	4.413	65,6	191
Dic	4.106	63,9	183

Cuadro 3.28: Número de paneles necesarios para la cobertura de cada mes. Elaboración propia, 2023

Para asegurar la cobertura en todos los meses, se elige un número de 180 paneles, al cual se le aplica un coeficiente de seguridad del 20 %, haciendo un total de 216 paneles de 410kWp. En la Figura 3.12 se presenta el perfil esperado de generación.

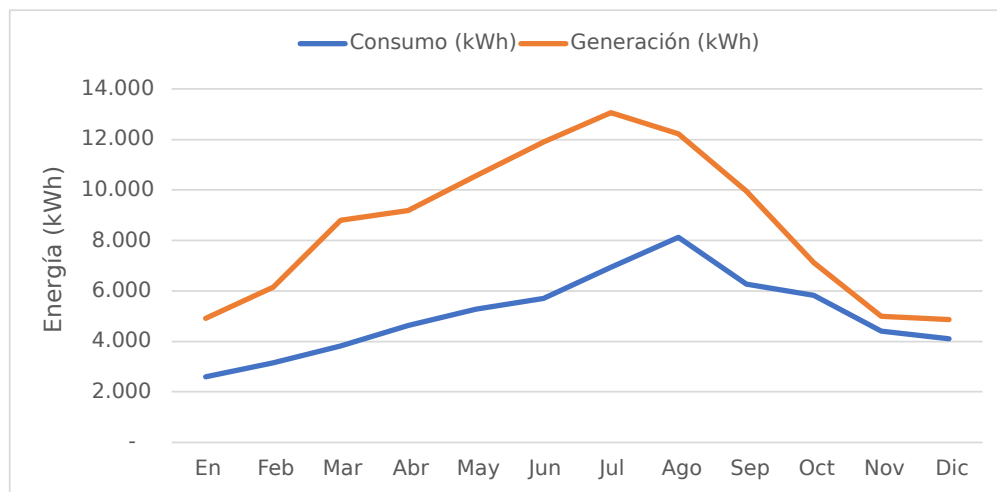


Figura 3.12: Perfil esperado de generación y demanda. Elaboración propia, 2023

La energía solar restante podrá ser consumida por las otras instalaciones del Pazo de Golmar o podrá ser inyectada a la red a modo de excedente, de manera que se permita obtener una compensación económica sobre la tarifa de la luz de aproximadamente 0,11€ por kWh inyectado²⁶. De esta forma se permite evitar la necesidad de almacenamiento, evitando el elevado coste que supone la instalación de baterías.

Por lo que, con la instalación de los 216 paneles de 410kWp, la potencia nominal de la instalación será de 88,56kWp. Este valor está por debajo del límite de los 100kWp establecidos para poder participar en el autoconsumo acogido a compensación.

3.6.6. Inversor

Una vez conocida la potencia de la instalación, se procede a la elección del inversor, para esta instalación se ha decidido elegir dos inversores trifásicos de 40kW cada uno. Se ha elegido el inversor SUN2000-30/36/40KTL-M3 de Huawei, que cuenta con las siguientes características de entrada:

Parámetro	Valor
Tensión máxima de entrada	1100 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Rango de tensión de operación	200 V 1000 V
Tensión nominal de entrada	600 V
Cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPTs	4

Cuadro 3.29: Especificaciones entrada del inversor. Fuente: Solar Huawei, 2023

Por el lado de salida cuenta con las siguientes características:

²⁶Naturgy - Compensación de excedente de autoconsumo fotovoltaico

Parámetro	Valor
Potencia Activa AC Nominal	40,000 W
Potencia Aparente Máxima AC	44,000 VA
Voltaje Nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3F+N+PE
Frecuencia Nominal de Red AC	50 Hz / 60 Hz
Corriente Nominal de Salida	57.8 A
Corriente Máxima de Salida	63.8 A
Rango del Factor de Potencia	0.8 LG ... 0.8 LD
Distorsión Armónica Total Máxima	<3%

Cuadro 3.30: Especificaciones salida del inversor. Fuente: Solar Huawei, 2023

A continuación, se precede al diseño de la instalación, incluyendo la distancia entre filas, el número de paneles por fila y demás consideraciones.

3.6.7. Distancia y distribución de filas y módulos

Distancia entre filas

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno²⁷

$$d \geq k \cdot h \quad (3.4)$$

donde:

- k : Factor adimensional, calculado a partir de la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (3.5)$$

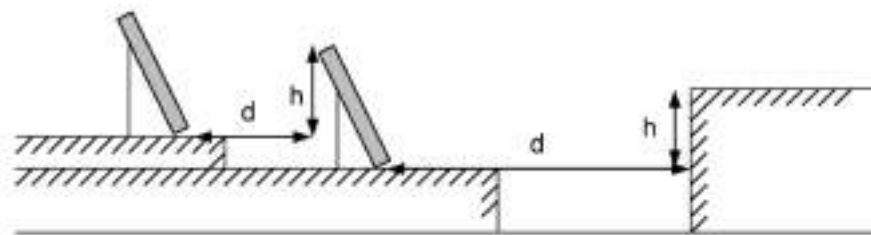


Figura 3.13: Distancia entre filas. Fuente: IDAE, 2011

²⁷ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2011

La disposición de los paneles será con el lado más corto de base y el más largo de altura. Por lo tanto el valor de h será la altura por el seno de 34° , y la latitud de 43° .

Por lo tanto, la distancia entre filas será de:

$$d \geq \frac{1}{\tan(61^\circ - 34^\circ)} \cdot \text{sen}(34^\circ) \cdot 1,75m = 1,92m$$

Distribución de módulos

Para diseñar la distribución de los 216 paneles fotovoltaicos hay que tener en cuenta los valores máximos del inversor. Cada panel solar tiene una tensión de circuito abierto de 41,6V y una corriente de cortocircuito de 12,40A.

Se he decidido utilizar tres de los cuatro MPPTs, con dos filas de 18 paneles por cada MPPT. Haciendo un total de 108 paneles, 6 entradas y 3 MPPTs. A continuación, se calculan las entradas de cada MPPT, en función de las características de los paneles.

La corriente máxima, por cada MPPT, será la suma de las corrientes de cortocircuito de las filas conectados.

$$I_{max} = 2 \cdot 12,4 = 24,8A$$

La tensión máxima será la suma de las tensiones de circuito abierto de todos los paneles de una fila.

$$V_{max} = 18 \cdot 41,6 = 748,8V$$

Se comprueba como la máxima corriente por MPPT se encuentra por debajo de los 26A máximos que soporta el inversor y como la máxima tensión está por debajo de los 1100V máximos que soporta el equipo, por lo que la disposición elegida es válida.

En la Figura [3.14](#) se muestra la disposición final de los 216 paneles fotovoltaicos.

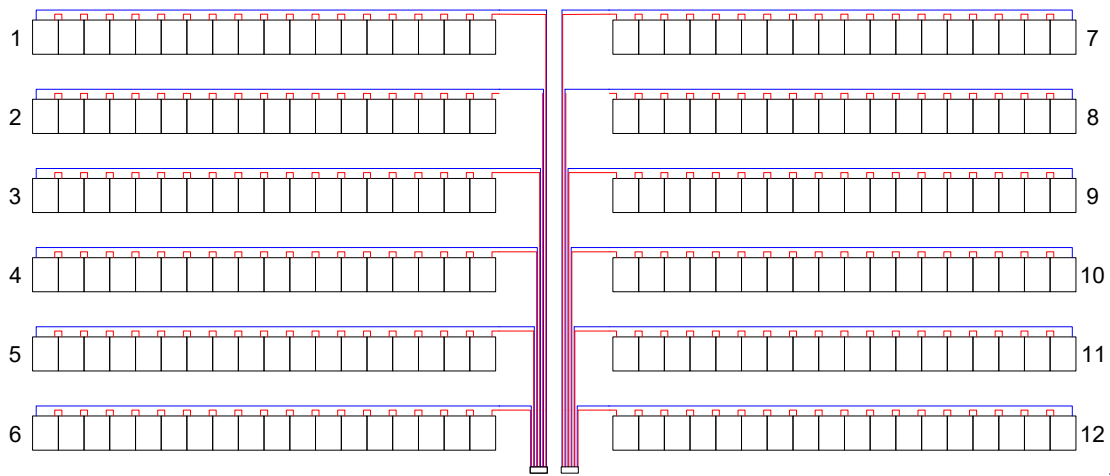


Figura 3.14: Disposición de paneles. Elaboración propia, 2023

3.6.8. Soportes

Para los soportes, se ha elegido un soporte inclinado cerrado regulable para instalaciones verticales. En particular se ha elegido el modelo 13V de Sunfer Energy, que permite conectar hasta 6 paneles por soporte y permite conectar modularmente con otros soportes, alargándose hasta el número de paneles a conectar necesarios.



Figura 3.15: Soporte Sunfer 13V. Fuente: Sunfer Energy, 2021

En el caso de la instalación para el Pazo de Golmar, tal y como se muestra en la Figura [3.14](#), constará de 12 filas de 18 módulos cada una. Por lo que serán

necesarios 3 soportes con capacidad de 6 paneles por filas, haciendo un total de 36 soportes Sunfer 13V para la instalación completa.

3.6.9. Cableado

En este apartado se va a analizar las secciones mínimas que necesita el cableado, para el tramo que va de los paneles al inversor en corriente continua y para el tramo que va del inversor al punto de interconexión con la instalación existente en corriente alterna.

Para determinar la sección de los conductores se debe tener en cuenta la condición expuesta en la ITC-BT-40, en la cual se especifica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.

Corriente continua

Los módulos fotovoltaicos vienen con un cable de cobre con sección de 4mm², por lo que se tomará este valor para comprobar que se cumple con el criterio. La caída de tensión en un circuito de corriente continua viene dado por la siguiente ecuación:

$$e = 2 \cdot I \cdot L \cdot \frac{\rho}{S} \quad (3.6)$$

donde:

e :caída de tensión (V);

I :intensidad del cable (A);

L :longitud del cable (m);

ρ :resistividad del cobre a una temperatura T ($\Omega \cdot mm^2/m$);

S :sección del cable (mm^2).

Se utilizaran cables de cobre de aislante XLPE, que soportan hasta una temperatura de 90°C, por lo que se tomará este valor para determinar la resistividad del cobre.

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha (T - 20)] \quad (3.7)$$

donde:

ρ_T :resistividad del cobre a una temperatura T ($\Omega \cdot mm^2/m$);

ρ_{20} :resistividad del cobre a 20°C, $0,01786 \Omega \cdot mm^2/m$;

α :coeficiente de temperatura, $0,00393^\circ C^{-1}$.

La caída de tensión en cada línea se recoge en la siguiente tabla:

String	Sección (mm ²)	Nº paneles	Longitud (L)	Tensión (V)	Corriente (A)	Caída de tensión (%)
1 / 7	4	18	40	748,8	12,4	0,75
2 / 8	4	18	37	748,8	12,4	0,70
3 / 9	4	18	33	748,8	12,4	0,62
4 / 10	4	18	30	748,8	12,4	0,57
5 / 11	4	18	27	748,8	12,4	0,51
6 / 12	4	18	24	748,8	12,4	0,45

Cuadro 3.31: Caída de tensión de cada hilera de paneles. Elaboración propia, 2023

Se comprueba como ninguna caída tensión está por debajo de 1,5 %, por lo que se utilizará la sección de 4mm² para el cableado de corriente continua.

Corriente alterna

La salida de los dos inversores se conectará a un embarrado, y de este saldrá una derivación individual de aproximadamente 110m hasta el cuarto de contadores. La corriente de las salidas de los inversores serán de 63,4A, por lo que se elige un cableado de 1-2m de cobre con aislamiento de 16mm². Para el cableado de la derivación individual, se utilizará un cableado de cobre XLPE, que soporta hasta una temperatura máxima de operación de 90°C.

La sección para la derivación fotovoltaica se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos(\phi)}{e \cdot V} \quad (3.8)$$

Dónde S, I, L y e son parámetros que para la ecuación de corriente continua. La resistividad térmica del cobre es $0,020668 \Omega mm^2/m$ a 20°C, a la que se le aplica el factor de corrección de temperaturas de la ecuación 3.7, dando como resultado $0,02277 \Omega mm^2/m$ a 90°C. La caída de tensión (e) se establecerá en 1,5 %, la tensión trifásica 400V y la intensidad (I) será la máxima intensidad de salida del

inversor multiplicada por el coeficiente 1,25, tal y como se indica en la ITC-BT-40. Y el factor de potencia será el de salida del inversor, recogido en la Tabla [3.29](#)

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,02277 \cdot 110 \cdot 158,5 \cdot 0,8}{1,5/100 \cdot 400} = 91,68mm$$

Por lo que se elegirá un cableado de cobre con aislamiento XLPE de sección normalizada 95mm² y longitud 110m, con el cual se garantizará que en las horas de máxima generación, la caída de tensión no supere el 1,5% establecido en la normativa.

3.6.10. Protecciones

Para la protección de la instalación y las personas, es necesario poner protecciones. Para ello, primero hay que considerar las protecciones que incluye el propio inversor, recogidas en la Tabla [3.32](#).

Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Pararrayos en CA
Protección Anti-Isla	Detección de resistencia de aislamiento en CC
Protección contra Sobreintensidad en CA	Unidad de monitoreo de corriente residual
Protección contra Polaridad Inversa en CC	Protección contra arcos eléctricos
Monitoreo de faltas en filas de paneles solares	Control de receptor de ondulación
Pararrayos en CC	Recuperación integrada de PID

Cuadro 3.32: Protecciones del inversor. Fuente: Solar Huawei, 2023

Se comprueba como el inversor posee todas las protecciones necesarias para el lado de CC y AC, además se dispondrá de un interruptor automático para cada inversor y un interruptor diferencial para ambos. La corriente nominal de cada interruptor automático será de 110A, ya que la corriente nominal de salida del inversor es de 57,8A por cada fase. También se instalarán dos interruptores diferenciales de 125A

y de 30mA, según lo indicado en el ITC-BT-25, en la salida de cada inversor.

Además se instalará un Interruptor General de Maniobra aguas arriba del interruptor diferencial, tal y como se muestra en la Figura 3.12, este equipo permitirá desconectar la generación fotovoltaica en caso de emergencia o mantenimiento. Se elegirá un IGM con una corriente nominal de 200A.

3.7. Embarrado general

Aguas arriba de las derivaciones individuales se encuentra el embarrado general, conformado por la centralización de contadores, la acometida y la Caja General de Protección.

3.7.1. Centralización de contadores

La centralización de contadores del Pazo de Golmar estará conformada por un total de tres derivaciones individuales, tal y como se mencionó previamente, cada una de estas contará con un contador y un fusible de protección.

Los contadores destinados a las instalaciones de consumo contarán con un Interruptor de Control de Potencia integrado, que permita ajustar la potencia contratada para cada consumo con la empresa distribuidora. El contador de la derivación de generación no necesitará tener ICP. Aguas arriba de los contadores, se instalará un contador bidireccional que permita medir tanto la energía consumida de la red, como la energía vertida, este tipo de contadores son necesarios para poder realizar un contrato de autoconsumo con compensación.

Los fusibles de protección de cada derivación serán de: 250A para la derivación del edificio, 100A para la derivación de recarga de VE y 200A para la derivación de generación fotovoltaica.

Además será necesario instalar un Interruptor General de Maniobra para toda la instalación del Pazo de Golmar, la carga prevista total de la instalación serán 135kW, por lo que se elegirá un IGM de 350A con un poder de corte de al menos 4,5kA.

Red de distribución y acometida

La empresa distribuidora en esta área es Unión Fenosa Distribución, desgraciadamente se desconocen los datos de la red en las inmediaciones del Pazo de Golmar.

Se ha tratado contactar con la inmobiliaria propietaria del emplazamiento, pero no ha habido respuesta por su parte, lo que complica los cálculos para la acometida y la caja general de protección.

Se considerará que la tensión trifásica de la red es de 3x230V y que cuenta con la potencia de cortocircuito necesaria para la conexión de la instalación del Pazo de Golmar.

Capítulo 4

Estudio económico

En este capítulo se pretende estudiar la viabilidad del Proyecto, considerando una serie de ingresos provenientes de un sencillo modelo de negocio, junto con el presupuesto de la restauración completa del Pazo de Golmar.

4.1. Modelo de negocio

El modelo de negocio para el Pazo de Golmar se basa en una combinación de servicios de hostelería, eventos y venta de productos. El pazo cuenta con una serie de instalaciones y servicios que le permiten ofrecer una amplia gama de productos y servicios a sus clientes.

4.1.1. Eventos

Los eventos son la fuente de ingresos más importante del pazo. El pazo cuenta con una capilla, un comedor, un jardín y otras instalaciones que lo convierten en un lugar ideal para la celebración de bodas, eventos corporativos, fiestas privadas, conciertos, etc.

La celebración de bodas se suele realizar los fines de semana, el mayor auge ocurre entre mayo y octubre, por lo que se estima que el número de bodas por año será de 20 aproximadamente. El precio medio por menú de boda se estima en 150 € y el número medio de asistentes por boda se estima en 120 personas²⁸. Los costes asociados a la celebración de la boda, como la comida, la limpieza y el personal estiman en 115 € por asistente²⁸, lo que resulta en un beneficio bruto de 35€ por cada asistente, el precio del menú dependerá del presupuesto y tamaño de la boda,

²⁸ Bodas.net, 2023

pero un beneficio de 35€ por asistente se considera un valor razonable.

El precio del alquiler del pazo para la celebración, se establece en 2000€ por evento, en este precio está incluida la capilla, el comedor, el jardín y las demás instalaciones que conforman el establecimiento. Por lo que el total de beneficio bruto se puede considerar de $35 \cdot 120 + 2000 = 6200$ € por boda, haciendo un total de 124 mil euros anuales de beneficio.

En cuanto al alquiler de estancias para la realización de eventos, galas o exposiciones, se estima un beneficio bruto de 200€ por día²⁹. Se espera una baja demanda de este tipo de eventos, por lo que se establece una media de 10 eventos anuales. Este tipo de eventos suelen ser muy puntuales y específicos, por lo que con un buen marketing centrado en un público muy concreto se podrían conseguir mayores reservas. El beneficio anual, por lo tanto, se estima en 2000€ brutos por el alquiler individual de estancias.

4.1.2. Hostelería

El pazo cuenta con ocho habitaciones de gran dimensiones, que pueden alquilarse para turistas y visitantes que deseen hospedarse en este acogedor emplazamiento. Además, su ubicación privilegiada lo convierte en un punto de partida ideal para actividades en la naturaleza, como senderismo o paseos en bicicleta.

El precio por habitación se fija en función de la temporada, estos se han establecido en base a los precios de alojamientos similares en la zona³⁰. Los costes de limpieza, mantenimiento y suministros se estiman en 20€ por noche. En la siguiente tabla se presentan los valores establecidos para determinar el ingreso anual por el servicio de alquiler de habitaciones.

²⁹Venues Place, 2023

³⁰Pazos de Galicia - Tarifas, 2019

Habitaciones	Temporada Alta	Temporada Media	Temporada Baja
Ocupación	5 días/semana	3 días/semana	2 días/semana
Periodo	Junio - Septiembre	Abril, Mayo y Octubre	Noviembre - Marzo
Ingreso/habit	80€	70€	60€
Beneficio/habit	60€	50€	40€
Beneficio neto	38.400€	14.400€	19.200€
Beneficio anual	72.000€		

Cuadro 4.1: Detalles de ingresos y beneficios por habitación. Elaboración propia, 2023

Se espera un beneficio anual de 72.000 euros por el alquiler de habitaciones en el Pazo de Golmar, considerando los distintos precios por habitación en función de la temporada.

Además, el edificio cuenta con cocina y comedor, por lo que puede ofrecer un servicio de restaurante de gastronomía tradicional gallega. El restaurante estará abierto tanto para los huéspedes del pazo como para el público en general, y podrá servir desayunos, comidas y cenas.

El precio de cada comida será de 8€ para el desayuno y 25€ para la comida y la cena. Para calcular el beneficio esperado, se tendrán en cuenta las reservas esperadas de los huéspedes alojados en las habitaciones, considerando un número de 2 huéspedes por habitación.

Se espera que el 90 % de los huéspedes accedan al desayuno, el 10 % a la comida y el 30 % a la cena. Estas consideraciones se han realizado teniendo en cuenta que los huéspedes utilizarán el Pazo de Golmar como alojamiento para pernoctar y que tenderán a realizar actividades de turismo local a lo largo del día. El beneficio esperado por cada comida se considera del 50 % sobre el precio del menú. A continuación se presentan los beneficios netos esperados del servicio de restaurante.

Restaurante	Temporada Alta	Temporada Media	Temporada Baja
Ocupación	5 días/semana	3 días/semana	2 días/semana
Nº menús Desayuno	72/semana	43/semana	29/semana
Nº menús Comida	8/semana	5/semana	3/semana
Nº menús Cena	24/semana	14/semana	10/semana
Beneficio neto	11.008,0€	4.953,6€	5.504,0€
Beneficio anual	21.465,6€		

Cuadro 4.2: Detalles de ingresos y beneficios por menú. Elaboración propia, 2023

Se espera un beneficio anual de 21.465 euros, considerando únicamente la asistencia de los huéspedes al servicio de restaurante.

4.1.3. Venta de productos

El Pazo de Golmar presenta oportunidad para la venta de productos locales y artesanales típicos de Galicia, como queso, vino, queimada, repostería, cerámica, etc. Para ello, podría disponer de una pequeña sección de tienda en la que se ofrecen estos productos a modo de souvenir para los huéspedes y visitantes de este establecimiento.

La venta de productos no generará un gran beneficio para el pazo, sino que cumple más bien con una función comercial a modo de promoción. Se estiman unos beneficios brutos de 1.500€ anuales, un valor asequible que no aportará un gran beneficio, pero sí un ingreso adicional.

4.1.4. Beneficios anuales

Según el modelo de negocio establecido, el Pazo de Golmar espera obtener un beneficio anual de 220.000 euros. Este beneficio se repartirá de la siguiente manera:

Fuente	Beneficio (€)
Celebración de bodas	124000
Organización de eventos	2000
Alquiler de habitaciones	72000
Servicio de restaurante	21465,6
Venta de productos	1500
Total	220965,6

Cuadro 4.3: Beneficios por fuente de ingresos. Elaboración propia, 2023

En la figura a continuación se muestra la distribución de los beneficios anuales por fuente, en forma de gráfico circular.

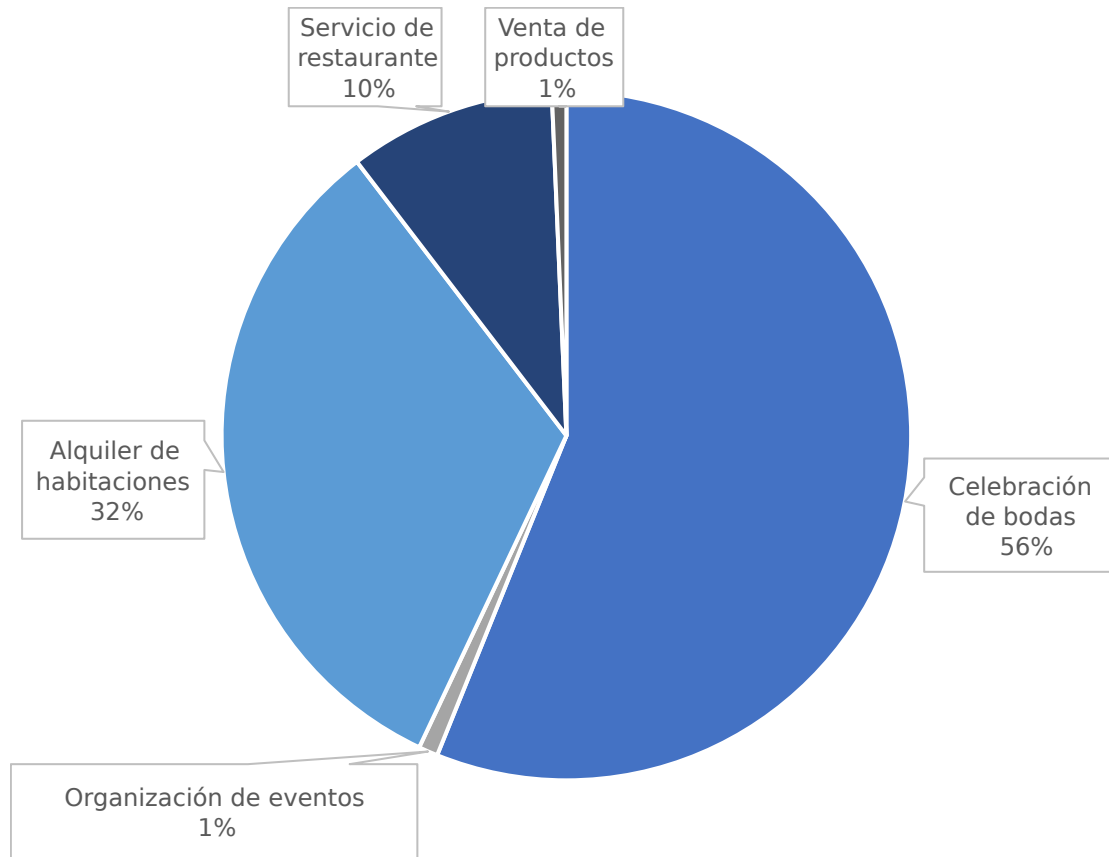


Figura 4.1: Proporción de los beneficios anuales en función de la fuente. Elaboración propia, 2023

En el gráfico, se puede observar que la celebración de bodas es la fuente de ingresos más importante, representando el 56,36 % del total. Le siguen el alquiler de habitaciones (32,68 %), el servicio de restaurante (9,75 %), la organización de eventos (0,91 %) y la venta de productos (0,73 %).

Es importante tener en cuenta que estos valores son los esperados una vez que el Pazo de Golmar se encuentre plenamente consolidado. Durante los primeros años se espera conseguir un beneficio menor, que se irá incrementando a medida que pase el tiempo.

4.2. Presupuesto

El presupuesto de la restauración del Pazo de Golmar se ha estructurado en tres grandes bloques: instalación de agua caliente y climatización, instalación eléctrica y la reforma del edificio. El presupuesto final servirá para poder realizar una estimación del periodo de amortización que se necesitará para recuperar la inversión.

El cálculo de cada presupuesto se ha realizado utilizando el generador de precios de CYPE³¹ para determinar de una forma más realista el presupuesto de la restauración.

4.2.1. Agua caliente y climatización

El presupuesto de agua caliente y climatización incluye la instalación de fontanería para el abastecimiento de agua potable, así como la instalación de los equipos necesarios para la producción de agua caliente y climatización.

Se ha considerado que ya existe una acometida de agua potable, con su correspondiente arqueta de paso. En los materiales se han incluido los equipos seleccionados para las instalaciones, además de tuberías, bombas, equipos de presión y válvulas, entre otros. A continuación se presenta el presupuesto para la instalación de fontanería, agua caliente y climatización.

³¹CYPE Ingenieros S.A. - Generador de Precios.España

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit	Importe
Materiales				
Contador de agua fría del canal	Ud	1,00	43,39	43,39
Descalificador agua	Ud	1,00	217,03	217,03
Grupo de presión agua	Ud	1,00	2210,40	2210,40
Instalación fontanería interior para baño	Ud/m	7,00	31,91	223,34
Instalación fontanería interior para aseo	Ud/m	2,00	172,15	344,30
Instalación fontanería interior para cocina	Ud/m	2,00	159,70	319,39
Tuberías instalación fontanería	m	350,00	1,55	543,60
Calentador ACS MULTI V Hydro Kit	Ud	1,00	5921,29	5921,29
Tanque ACS OSHW-1000D	Ud	1,00	6415,20	6415,20
Bombas de circulación	Ud/m	1,00	302,83	302,83
Unidad exterior aerotermia MULTI V i	Ud	2,00	8469,58	16939,16
Unidad interior split SXXET.NSK	Ud	20,00		8440,00
Controlador PRHR083	Ud	3,00	4491,81	13475,43
Otros	Ud/m			15649,23
Subtotal materiales:				71044,59
Mano de obra				
Oficial 1ª fontanero	h	53,84	22,00	1184,55
Ayudante fontanero	h	50,64	20,30	1028,05
Oficial 1ª instalador de climatización	h	44,73	22,00	984,08
Ayudante instalador de climatización	h	44,73	20,30	908,04
Subtotal mano de obra:				4104,72
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios (%)	%	2,00	75149,31	1502,99
Coste total:				76652,30

Cuadro 4.4: Desglose de costes para la instalación de fontanería, climatización y ACS. Elaboración propia, 2023

El presupuesto estimado para esta instalación es de 77.000 euros, con un tiempo de ejecución de 98,57 horas, equivalente a 12 días y medio a jornada completa. La principal ventaja de esta instalación es que no requiere de combustible fósil para la calefacción o el agua caliente, ya que utiliza electricidad para alimentar los equipos. En combinación con la instalación fotovoltaica, el gasto adicional por el uso de estos equipos será prácticamente nulo.

4.2.2. Instalación eléctrica

El presupuesto de la instalación eléctrica se ha dividido en tres secciones, cada una correspondiente a una derivación individual diseñada previamente. Esto permite evaluar el presupuesto de cada derivación de forma independiente.

Instalación del edificio

El presupuesto de la instalación eléctrica del edificio incluye la electrificación del edificio, el conexionado con la red de distribución y la centralización de contadores. A continuación se presenta el presupuesto para esta instalación.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit	Importe
Materiales				
Red de toma de tierra para estructura.	Ud/m	1,00	787,77	787,77
Caja general de protección	Ud	1,00	467,22	467,22
Caja de protección y medida	Ud	1,00	263,91	263,91
Línea general de alimentación	m	1,00	2995,25	2995,25
Centralización de contadores	Ud	1,00	1113,78	1113,78
Derivación individual edificio	Ud/m	1,00	92,14	92,14
Red de distribución del interior del edificio	Ud/m	1,00	14934,18	14934,18
Subtotal materiales:				20654,25
Equipo y maquinaria				
Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	0,26	10,38	2,65
Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg	h	1,92	3,92	7,53
Camión cisterna, de 8 m ³ de capacidad.	h	0,03	118,90	3,57
Subtotal equipo y maquinaria:				13,74
Mano de obra				
Oficial 1 ^a construcción.	h	2,40	64,23	154,15
Peón ordinario construcción.	h	2,40	60,30	144,72
Oficial 1 ^a electricista.	h	82,22	154,00	12661,57
Ayudante electricista.	h	81,87	142,10	11633,73
Subtotal mano de obra:				24594,17
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios (%)	%	2,00	45262,16	905,24
Coste total:				46167,40

Cuadro 4.5: Desglose de costes para la instalación eléctrica del edificio. Elaboración propia, 2023

Instalación de recarga de vehículo eléctrico

El presupuesto calculado incluye la construcción de un aparcamiento de seis plazas, así como una caseta para el cuadro secundario de los puntos de recarga. A continuación se presenta el presupuesto calculado.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit	Importe
Materiales				
Derivación individual recarga de VE	Ud/m	1,00	2056,98	2056,98
Estación de recarga 11kW	Ud/m	1,00	1012,40	1012,40
Estación de recarga 7,4kW	Ud/m	2,00	977,19	1954,38
Estación de recarga 3,7kW	Ud/m	3,00	781,75	2345,25
Caseta de hormigón prefabricada 2,00m x 2,50m x 2,20m	Ud	1,00	2325,00	2325,00
Aparcamiento con marquesina	Ud/m	1	17435,22	17435,22
Subtotal materiales:				27129,22
Equipo y maquinaria				
Retroexcavadora mixta de 80 CV	h	0,50	23,50	117,50
Grúa móvil autopropulsada de 25 t	h	0,50	72,50	36,25
Subtotal equipo y maquinaria:				153,75
Mano de obra				
Oficial 1 ^a construcción.	h	25,38	21,41	543,28
Peón ordinario construcción.	h	25,38	20,10	510,04
Oficial 1 ^a electricista.	h	11,24	66,00	247,17
Ayudante electricista.	h	10,88	60,90	220,77
Subtotal mano de obra:				1521,26
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios (%)	%	2,00	28804,23	576,08
Coste total:				29380,31

Cuadro 4.6: Desglose de costes para la instalación de recarga de vehículos eléctricos. Elaboración propia, 2023

El presupuesto de la instalación es de 29.380,31 euros, y está condicionado a la necesidad de construir un aparcamiento de 17.435,22 euros, cuyo coste representa en torno al 50 % del presupuesto total. La duración de la instalación se estima en 36,61 horas.

Instalación fotovoltaica

En esta instalación, se prevé la instalación de una caseta prefabricada para proteger los inversores y los cuadros de protección de posibles intrusiones, saliendo de esta una zanja para el cableado que lo conectará con la centralización de contadores. A continuación se presenta el presupuesto para esta instalación.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit	Importe
Materiales				
Derivación individual generación fotovoltaica	m/Ud	1,00	13254,56	13254,56
Módulo solar fotovoltaico TSM-410 DE09.08	Ud	216,00	130,00	28080,00
Soporte para módulo solar Sunfer 13V	Ud	36,00	200,00	7200,00
Cable Solar 4mm2 H1Z2Z2-K	m	157,00	0,69	108,33
Inversor Huawei SUN2000-40KTL-M3 Trifásico	Ud	2,00	3991,84	7983,68
Caseta de hormigón prefabricada 2,00m x 2,50m x 2,20m	Ud	1,00	2325,00	2325,00
Zanja	m	110,00	0,33	36,30
Subtotal materiales:				58879,54
Equipo y maquinaria				
Retroexcavadora mixta de 80 CV	h	0,50	23,50	117,50
Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil	h	11,00	10,38	114,18
Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg	h	16,50	7,16	118,14
Camión cisterna, de 8 m ³ de capacidad	h	1,10	118,90	130,79
Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW	h	1,65	44,99	74,23
Grúa móvil autopropulsada de 25 t	h	0,50	72,50	36,25
Subtotal equipo y maquinaria:				591,09
Mano de obra				
Peón ordinario construcción	h	21,12	20,10	424,51
Oficial 1 ^ª electricista	h	108,43	88,00	2385,46
Ayudante electricista	h	104,80	81,20	2127,44
Subtotal mano de obra:				4937,41
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios (%)	%	2,00	64408,04	1288,16
Coste total:				65179,34

Cuadro 4.7: Desglose de costes para la instalación de generación fotovoltaica. Elaboración propia, 2023

El coste de la instalación fotovoltaica de 89kWp es de 65.000 euros y se estima un periodo de realización de 130 horas.

4.2.3. Reforma

A continuación se presenta el presupuesto de la reforma del edificio.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unit	Importe
Materiales				
Reparación suelos de piedra	m ²	750,00	10,45	7836,48
Revestimiento de escalera	m ²	65,00	24,71	1605,88
Reparación estructural muros de mampostería	m ²	628,00	81,76	51345,91
Tabique de placas de pladur	m ²	1500,00	34,92	52384,17
Reparación cubierta inclinada con tejas de cerámica	m ²	638,00	198,87	126880,90
Chimenea	Ud	1,00	338,04	338,04
Puerta exterior	Ud	8,00	913,84	7310,72
Puerta interior	Ud	31,00	217,18	6732,58
Ventana	Ud	30,00	600,86	18025,80
Pintura	l			12871,44
Subtotal materiales:				285331,92
Equipo y maquinaria				
Maquinaria para proyección de productos aislantes	h	316,00	17,08	5397,28
Subtotal equipo y maquinaria:				5397,28
Mano de obra				
Oficial 1 ^a construcción	h	7194,19	21,41	154027,65
Peón ordinario construcción	h	8581,56	20,10	172489,32
Oficial 1 ^a aplicador de productos aislantes	h	316,00	21,41	6765,56
Ayudante aplicador de productos aislantes	h	316,00	20,34	6427,44
Oficial 1 ^a soldador	h	26,06	21,41	557,99
Ayudante soldador	h	26,06	20,34	530,10
Oficial 1 ^a montador de pladur	h	703,50	22,00	15477,00
Ayudante montador de pladur	h	703,50	20,34	14309,19
Oficial 1 ^a carpintero	h	78,43	21,72	1703,46
Ayudante carpintero	h	78,43	20,46	1604,64
Oficial 1 ^a pintor	h	690,00	21,41	14772,90
Ayudante pintor	h	864,00	20,34	17573,76
Subtotal mano de obra:				406239,00
Costes directos complement				
Costes directos complement (%)	%	2,00	696968,20	13939,36
Coste total:				710907,56

Cuadro 4.8: Desglose de costes reforma estructural. Elaboración propia, 2023

En este presupuesto, se ha considerado que los muros exteriores están en buen estado, pero requieren un tratamiento con mortero de cal para reparar los signos de deterioro. Para el interior se ha elegido un tabicado con prefabricados de pladur, mientras que el tejado necesita una reforma integral debido a los hundimientos. Además, se han incluido los presupuestos de las puertas, ventanas y pintura de paredes.

El presupuesto de la reforma estructural del Pazo de Golmar asciende a 711.000 euros y requiere un total de 19.600 horas de trabajo.

Además, se ha establecido un presupuesto de 50.000 euros para el amueblado del edificio una vez finalizada la reforma.

4.2.4. Presupuesto final

El presupuesto final del Pazo de Golmar se compone del precio de la propiedad, la reforma estructural, la instalación de agua y climatización, la instalación eléctrica y el amueblado. En la siguiente tabla se presenta el presupuesto final para el emplazamiento, así como el número de horas que llevará.

Actividad	Coste (€)	Tiempo (h)
Compra de la propiedad	460000,00	-
Reforma estructural	710907,56	19600
Instalación de ACS y climatización	76652,30	98
Instalación eléctrica en el edificio	46167,40	85
Instalación de recarga de VE	29380,31	37
Instalación fotovoltaica	65179,34	130
Amueblado	50000,00	110
Total	1438286,91	20060

Cuadro 4.9: Resumen de costes y tiempo por actividad. Elaboración propia, 2023

El presupuesto final para llevar a cabo este proyecto asciende a 1.438.000 euros, siendo los mayores costes los de la adquisición de la propiedad y la reforma de la misma, tal y como se muestra en el siguiente gráfico circular.

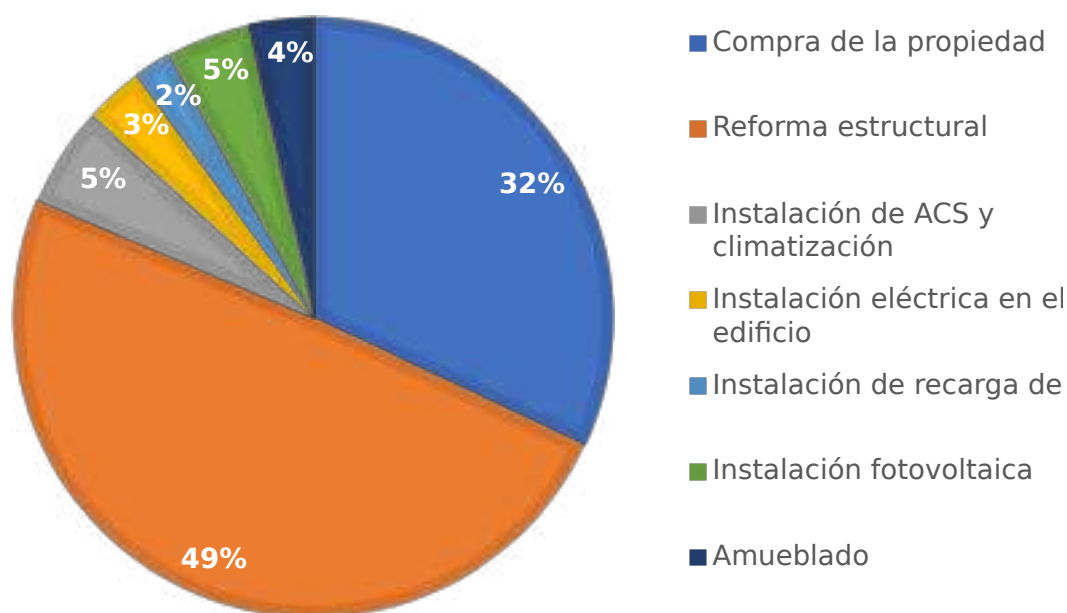


Figura 4.2: Proporción de cada coste sobre el total. Elaboración propia, 2023

El gráfico circular muestra la proporción de cada coste sobre el total del presupuesto. Los costes más importantes son la adquisición de la propiedad (32,2 %) y la reforma estructural (45,5 %). La instalación de agua y climatización (5,4 %), la instalación eléctrica (3,2 %), la instalación de recarga de VE (2,0 %), la instalación fotovoltaica (4,5 %) y el amueblado (3,5 %) representan un porcentaje menor del presupuesto.

A continuación se analizará la evolución en el tiempo de los ingresos esperados, así como el periodo de amortización.

4.3. Periodo de amortización

En este apartado se evaluará la evolución temporal de los beneficios y el periodo de amortización de la inversión propuesta.

El primer paso será la restauración del Pazo de Golmar, la instalación de las infraestructuras necesarias y el amueblamiento del inmueble. Este periodo, según se muestra en la Tabla 4.9, tendrá una duración de 20.060 horas, lo que equivale a

418 días con un equipo de 6 trabajadores. Sin embargo, teniendo en cuenta que los proyectos de construcción suelen retrasarse y que el Pazo de Golmar se encuentra en un entorno rural, se estima un aumento del 20 % en el tiempo de ejecución, lo que eleva el periodo de consolidación a 502 días, es decir, un año y cuatro meses y medio.

En cuanto a los ingresos, la estimación se calculó teniendo en cuenta casos similares ya existentes. Por lo que, para estimar la evolución temporal de los beneficios del Pazo de Golmar, se ha supuesto un 30 % del beneficio calculado para el primer año, ya que el primer año de funcionamiento conllevará gastos adicionales como promociones de marketing o establecimiento de contactos con clientes y proveedores. Para el segundo año, se estima un beneficio del 50 %, ya que el establecimiento ya estará funcionando con mayor estabilidad y se prevé que vaya ganando popularidad con el tiempo. Se estima un incremento anual del 10 % hasta alcanzar el beneficio estimado en 7 años desde la apertura al público. Una vez alcanzado el 100 % del beneficio estimado, se considerará un crecimiento aproximado del 3 % anual. Esta evolución se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Año	Beneficio
1	30 %
2	50 %
3	60 %
4	70 %
5	80 %
6	90 %
7	100 %
8	103 %
9	106 %
10	109 %

Cuadro 4.10: Estimación del beneficio anual sobre el beneficio estimado. Elaboración propia, 2023

Sobre el coste total, se ha decidido añadir un coste estimado anual de 30.000 euros que represente el salario de un recepcionista (salario mínimo interprofesional 15.120€)³² y el coste del mantenimiento y facturas. A continuación se presenta una proyección temporal de los beneficios agregados frente al coste agregado del Pazo de Golmar.

³²SEPE, 2023

Año	Beneficio agregado	Presupuesto agregado
1	66.290 €	1.438.287 €
2	176.772 €	1.468.287 €
3	309.352 €	1.498.287 €
4	464.028 €	1.528.287 €
5	640.800 €	1.558.287 €
6	839.669 €	1.588.287 €
7	1.060.635 €	1.618.287 €
8	1.288.229 €	1.648.287 €
9	1.522.453 €	1.678.287 €
10	1.763.305 €	1.708.287 €

Cuadro 4.11: Beneficio y presupuesto agregado por año. Elaboración propia, 2023

Considerando estos valores. El gráfico que se presenta a continuación muestra la estimación de la evolución temporal de los costes y beneficios del proyecto de restauración del Pazo de Golmar en un periodo de 12 años, desde el comienzo de la restauración.

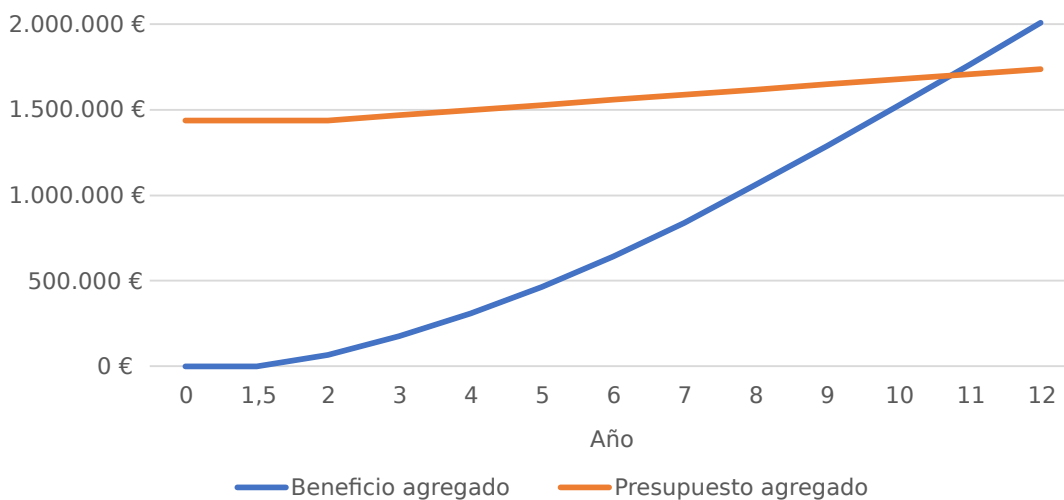


Figura 4.3: Proyección temporal de costes y beneficios del Pazo de Golmar

El periodo de amortización del Proyecto de restauración del Pazo de Golmar, considerando los modelos de negocio establecidos, el tiempo de restauración y el tiempo de introducción en el mercado, se estima que se producirá entre el año 10 y el año 11. A partir de ese momento, el beneficio anual esperado estará en torno a los 220.000 euros.

4.4. Conclusión

El proyecto de restauración del Pazo de Golmar es una iniciativa de gran envergadura que conlleva una significativa inversión de 1,4 millones de euros. El objetivo del proyecto es convertir el pazo en un complejo turístico rural, con servicios de celebración de bodas, restaurante y alojamiento.

El periodo de amortización se estima entre el año 10 y el año 11, es decir, entre 8 y 9 años después de la apertura al público. A partir de ese momento, el beneficio anual esperado estará en torno a los 220.000 euros.

No obstante, cabe resaltar que el presupuesto de la restauración estructural se hizo de forma superficial y sin entrar en gran detalle, por lo que el horizonte temporal podría verse modificado, dependiendo del presupuesto real de la restauración, la evolución del mercado turístico o la aparición de imprevistos durante la restauración.

Por lo tanto, el proyecto de restauración del Pazo de Golmar es una inversión que ofrece una rentabilidad atractiva a largo plazo.

Para finalizar con el Proyecto, se estudiará si el objetivo de este presenta una significativa alineación con los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la Organización de Naciones Unidas.

Capítulo 5

Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Naciones Unidas aprobó en 2015 la Agenda 2030, en la que se recogieron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estos objetivos globales tienen como fin último erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos³³

El proyecto de restauración del Pazo de Golmar es una iniciativa sostenible que tiene el potencial de contribuir al cumplimiento de los ODS. En particular los tres ODS con los que más se alinea son los siguientes:



Según las Naciones Unidas, el Objetivo 7 busca garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas y duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética para 2030.

En el Pazo de Golmar, la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica contribuye a este objetivo al proporcionar una fuente de energía renovable y no contaminante. Además, los puntos de recarga para vehículos eléctricos promueven el uso de vehículos eléctricos, que son una forma de transporte más limpia y eficiente en comparación con los vehículos de combustión interna.

³³Organización de las Naciones Unidas, 2015



Según Naciones Unidas, el Objetivo 12 pretende garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, así como lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales para el 2030. En el Pazo de Golmar, la energía solar y la aerotermia son formas eficientes de producir energía, y los puntos de recarga permiten utilizar energía de fuentes renovables, generadas en la instalación, para la recarga del vehículo eléctrico .

Además, en relación con la medida 12.B, que busca desarrollar y aplicar herramientas para supervisar los impactos en el desarrollo sostenible para un turismo sostenible que cree empleos y promueva la cultura y los productos locales. Según se desarrolló en el modelo de negocio, este Proyecto contribuye notablemente a esta meta, a través de la tienda que ofrece productos locales típicos de Galicia, además de la creación de empleos locales.



El Objetivo 13 se centra en adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Las metas de este objetivo incluyen fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países e incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.

En el Pazo de Golmar, las tecnologías propuestas contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual es crucial para combatir el cambio climático. La energía solar y la aerotermia no utilizan combustibles fósiles y, por lo tanto, son libres de gases de efecto invernadero. Mientras que los puntos de recarga promueven el uso del vehículo eléctrico, los cuales son más respetuosos con el medio ambiente que los vehículos de combustión interna.

Capítulo 6

Conclusiones finales y desarrollos futuros

En este proyecto, se han diseñado las instalaciones principales que conformarán la reforma del Pazo de Golmar. Estas instalaciones tienen el objetivo de ser sostenibles y eficientes, al mismo tiempo que preservan la integridad estructural del patrimonio histórico.

El objetivo del proyecto es convertir el pazo en un complejo turístico rural sostenible, con servicios de celebración de bodas, restaurante y alojamiento. Las instalaciones energéticas del complejo utilizarán energía renovable, serán altamente eficientes y no emitirán contaminantes, contribuyendo así a tres de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU para 2030.

Los estudios realizados han estimado que la restauración del Pazo de Golmar requerirá una inversión inicial de 1,4 millones de euros. Sin embargo, se estima que esta inversión se amortizará en 11 años, generando unos beneficios netos anuales estimados de 220.000 euros, siendo el 56% la celebración de bodas, un 34% el alquiler de habitaciones y un 10% el servicio de restaurante.

La instalación de agua caliente sanitaria y climatización se aborda de forma conjunta para reducir el número de equipos y promover la eficiencia.

La demanda diaria de agua caliente se estima en 1900 litros. Para cubrir este consumo, se instalará un acumulador de 1000 litros y un equipo de 25 kW.

Para la climatización, se eligió una solución centralizada a base de unidades individuales de splits de refrigerante natural. Las unidades tendrán capacidades térmicas suficientes para calentar las estancias, con una demanda térmica total de 87 kW.

Las unidades exteriores serán dos grandes equipos de aerotermia de 67.2kW. Esta tecnología tiene la ventaja de que puede combinarse con el sistema de calentamiento del agua, lo que permite diseñar una instalación combinada para ambas, logrando una mayor eficiencia y sostenibilidad.

La instalación eléctrica tendrá una potencia total de 135 kW, de los cuales 98 kW se destinarán a la electrificación del Pazo de Golmar y 37 kW a la instalación de recarga de vehículos eléctricos.

La distribución de la instalación por el edificio se diseñó de forma que cada estancia tenga su propio cuadro secundario. Esto permitirá un mejor control de las instalaciones y la posibilidad de realizar reparaciones o mantenimientos sin afectar al resto del edificio.

La instalación de recarga de vehículos eléctricos contará con seis puntos de recarga con tres potencias distintas: 3,7 kW, 7,4 kW y 11 kW. Esto permitirá a los clientes recargar sus vehículos, a distintas velocidades, en función de sus necesidades.

Los consumos de las instalaciones del Pazo de Golmar serán abastecidos por una instalación de generación fotovoltaica de 89 kWp, repartidos en 216 paneles solares.

La instalación se diseñó para cubrir los consumos predecibles del pazo, es decir, los del servicio de hostelería, cuyo máximo esperado es de 369,7 kWh diarios. Este consumo se ponderó en función de la ocupación esperada para los distintos meses del año y en función de estos valores, se dedujeron los requisitos de la instalación solar.

Para reducir los costes de la instalación, se optó por recurrir a un contrato con compensación de la energía vertida a la red, frente a la instalación de baterías.

De esta forma, todos los consumos previstos del Pazo de Golmar serán cubiertos gracias a la energía renovable generada con la instalación solar. Esto supone un gran compromiso con el medio ambiente y con el autoconsumo, ya que permitirá reducir las emisiones de gases de efecto y la dependencia de los combustibles fósiles.

6.1. Desarrollos futuros

El trabajo actual abre varias vías para futuros estudios.

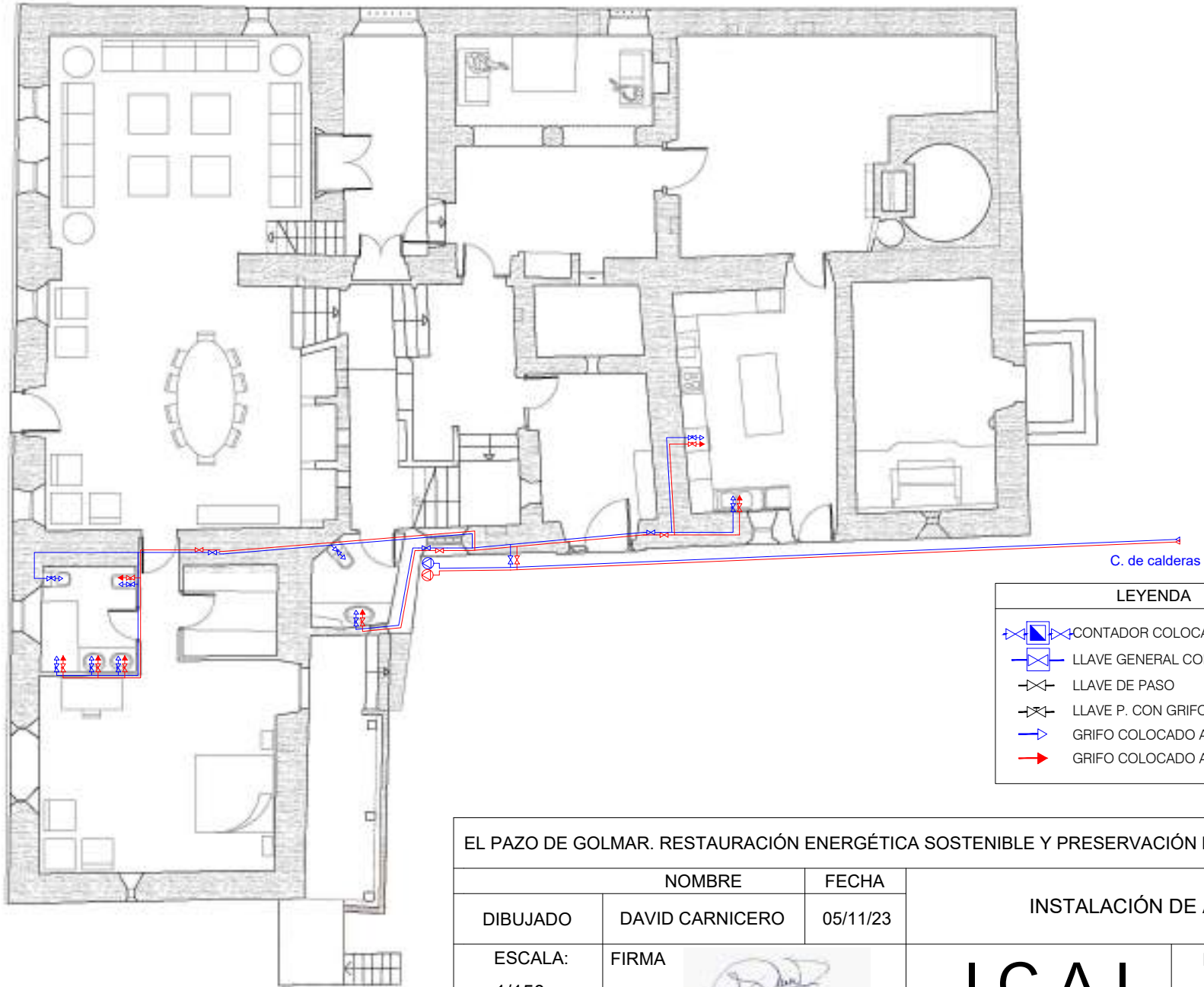
Una posible dirección sería la ampliación del proyecto actual para incluir un análisis más detallado de la estructura interna del Pazo de Golmar, así como de los elementos arquitectónicos específicos que podrían requerir atención especial durante la restauración. Este estudio permitiría realizar una estimación más precisa respecto a la restauración, obteniendo un periodo de amortización más preciso.

Otro proyecto interesante sería el estudio de los posibles modelos de negocio aplicables al terreno adquirido junto con la venta de la propiedad. El Pazo de Golmar cuenta con una extensión de 8,4 hectáreas que podría acoger la construcción de un campo de golf o la plantación de viñedos para la producción local de orujos o vinos. Este proyecto permitiría generar un nuevo flujo de ingresos para el complejo turístico rural.

Capítulo 7

Planos

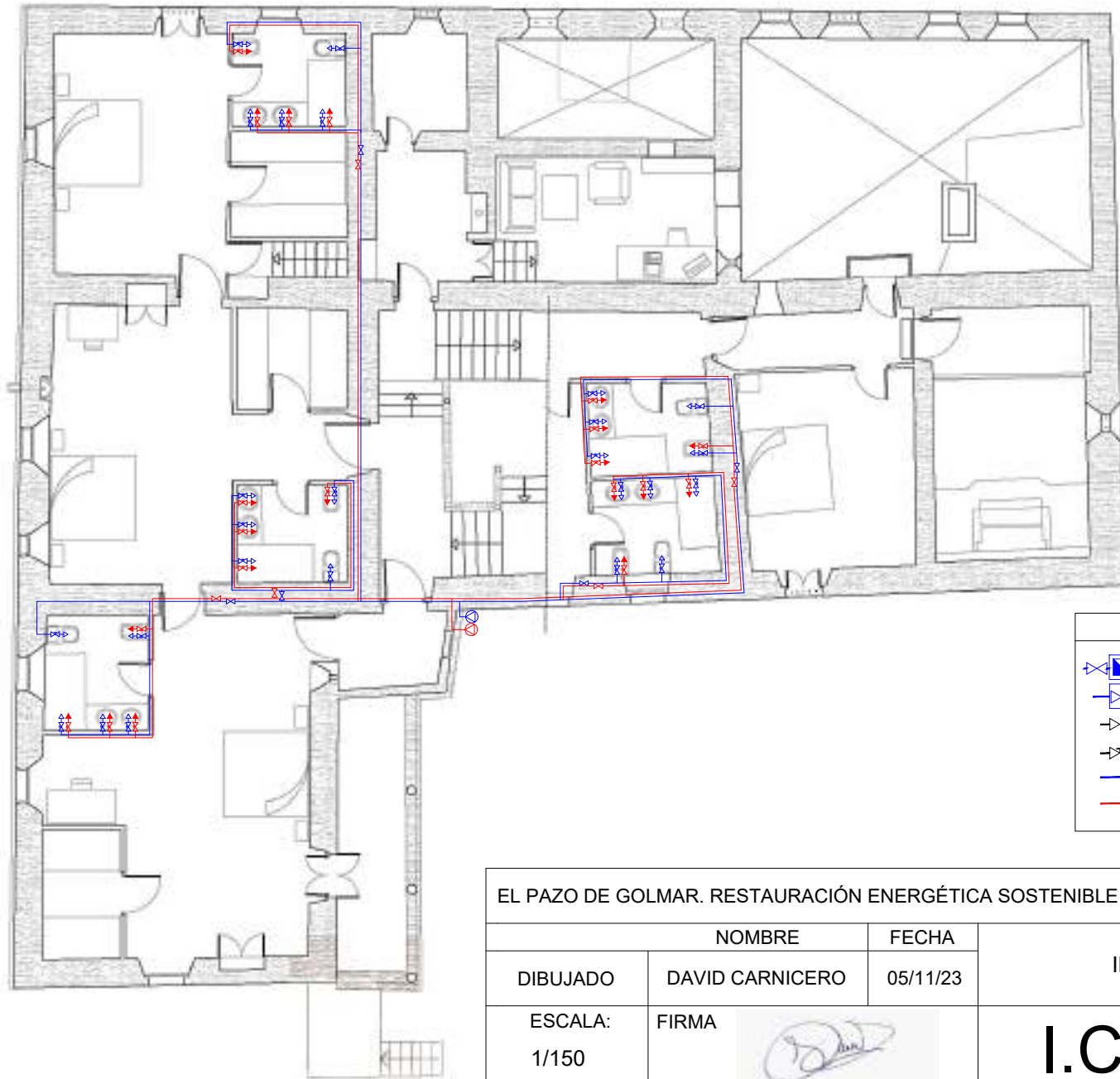
1. Instalación de agua. Edificio principal, planta baja.
2. Instalación de agua. Edificio principal, planta primera.
3. Instalación de agua. Edificio anexo.
4. Instalación de climatización. Edificio principal y anexo, planta baja.
5. Instalación de climatización. Edificio principal, planta primera.
6. Instalación eléctrica. Esquema unifilar, derivaciones individuales.
7. Instalación eléctrica. Esquema unifilar, cuadros secundarios.
8. Instalación eléctrica. Distribución edificio principal, planta baja.
9. Instalación eléctrica. Distribución edificio principal, planta primera.
10. Instalación eléctrica. Distribución edificio anexo.
11. Instalación eléctrica. Edificio principal, planta baja.
12. Instalación eléctrica. Edificio principal, planta baja.
13. Instalación eléctrica. Edificio anexo.
14. Pazo de Golmar, distribución instalaciones.



C. de calderas

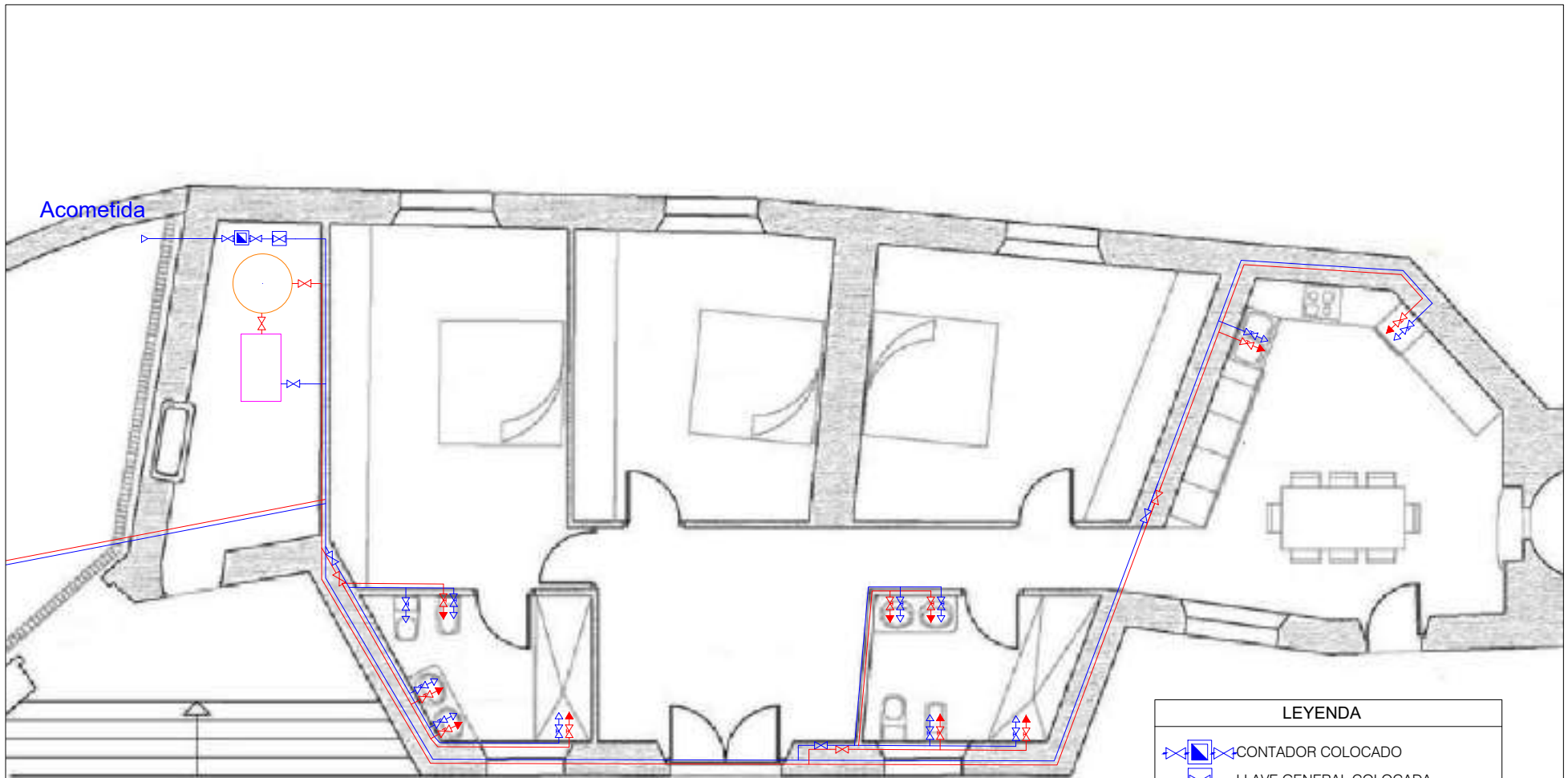
LEYENDA	
	CONTADOR COLOCADO
	LLAVE GENERAL COLOCADA
	LLAVE DE PASO
	GRIFO COLOCADO A. FRIA
	GRIFO COLOCADO A. CALIENTE

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.			
NOMBRE		FECHA	
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	05/11/23	
INSTALACIÓN DE AGUA			
ESCALA:	FIRMA	I.C.A.I.	Nº DE PLANO 1
1/150			



LEYENDA	
	CONTADOR COLOCADO
	LLAVE GENERAL COLOCADA
	LLAVE DE PASO
	LLAVE P. CON GRIFO VACIADO
	GRIFO COLOCADO A. FRIA
	GRIFO COLOCADO A. CALIENTE

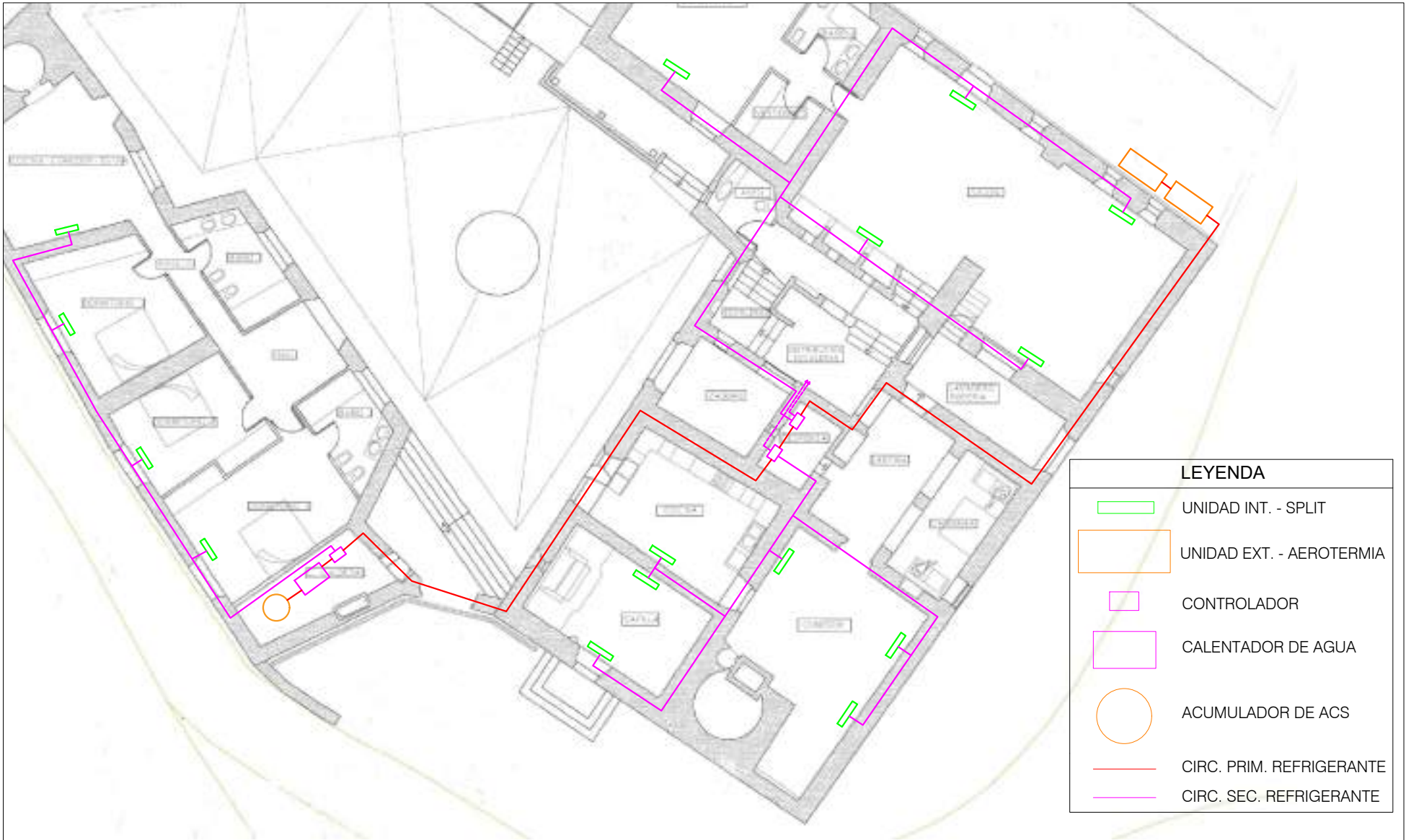
EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.			
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN DE AGUA
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	05/11/23	
ESCALA: 1/150	FIRMA		Nº DE PLANO 2
			I.C.A.I.







LEYENDA	
	CONTADOR COLOCADO
	LLAVE GENERAL COLOCADA
	LLAVE DE PASO
	LLAVE P. CON GRIFO VACIADO
	GRIFO COLOCADO A. FRIA
	GRIFO COLOCADO A. CALIENTE


EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.

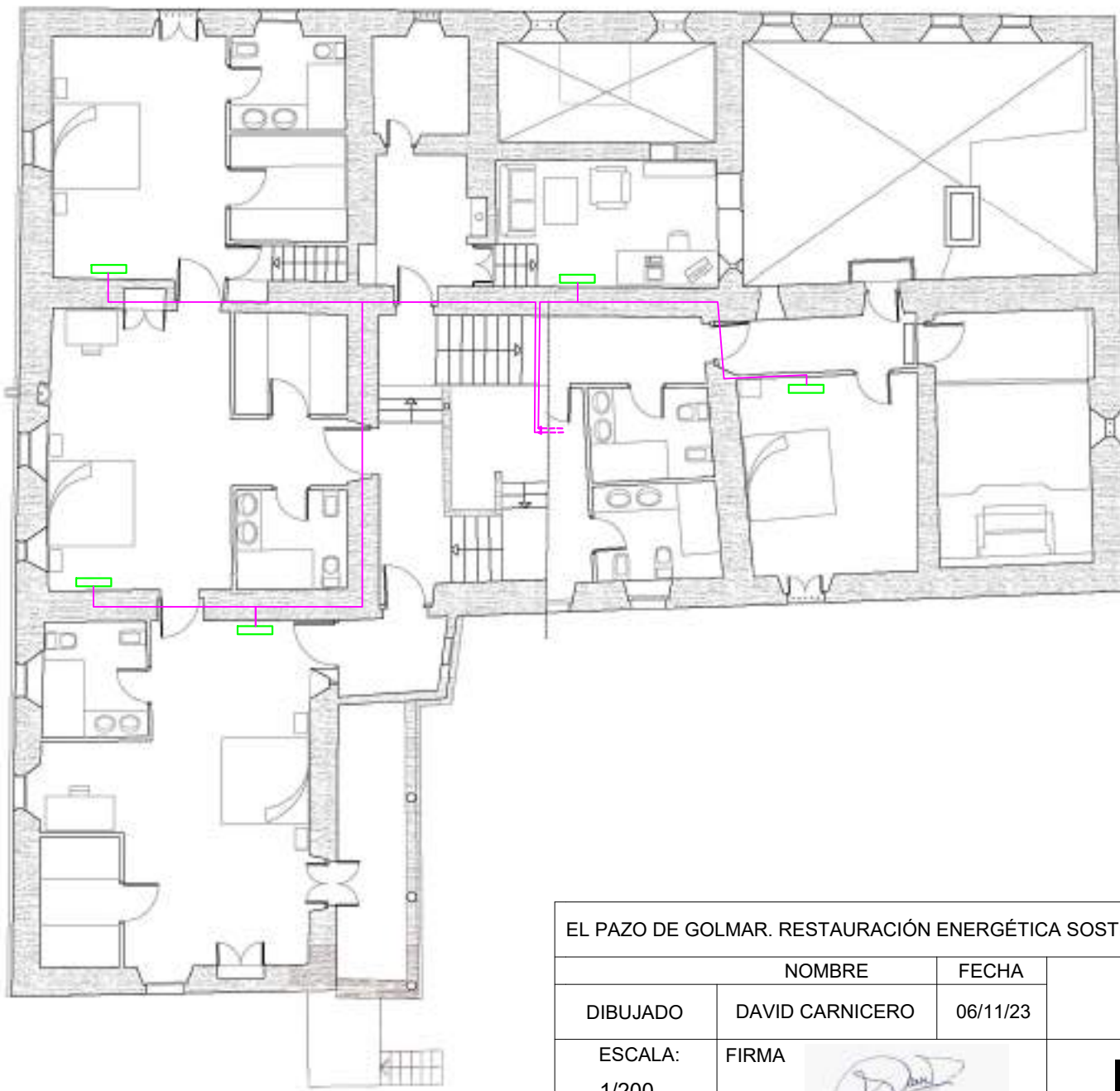
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN DE AGUA	
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	05/11/23		
ESCALA:	FIRMA		I.C.A.I.	Nº DE PLANO
1/100				3










LEYENDA	
	UNIDAD INT. - SPLIT
	UNIDAD EXT. - AEROTERMIA
	CONTROLADOR
	CALENTADOR DE AGUA
	ACUMULADOR DE ACS
	CIRC. PRIM. REFRIGERANTE
	CIRC. SEC. REFRIGERANTE

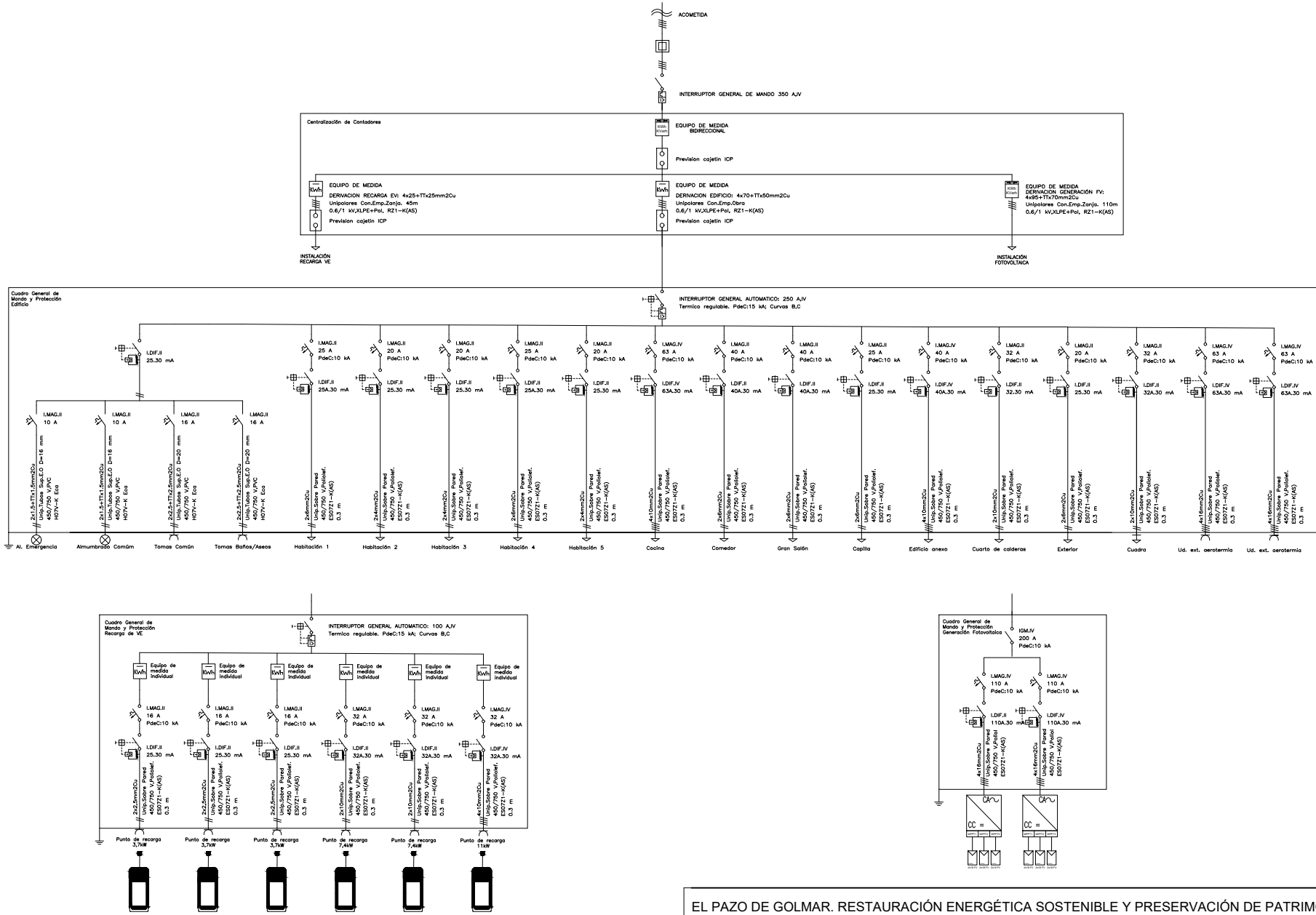
EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.

NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	06/11/23	I.C.A.I.	
ESCALA:	FIRMA			
1/200			Nº DE PLANO	4

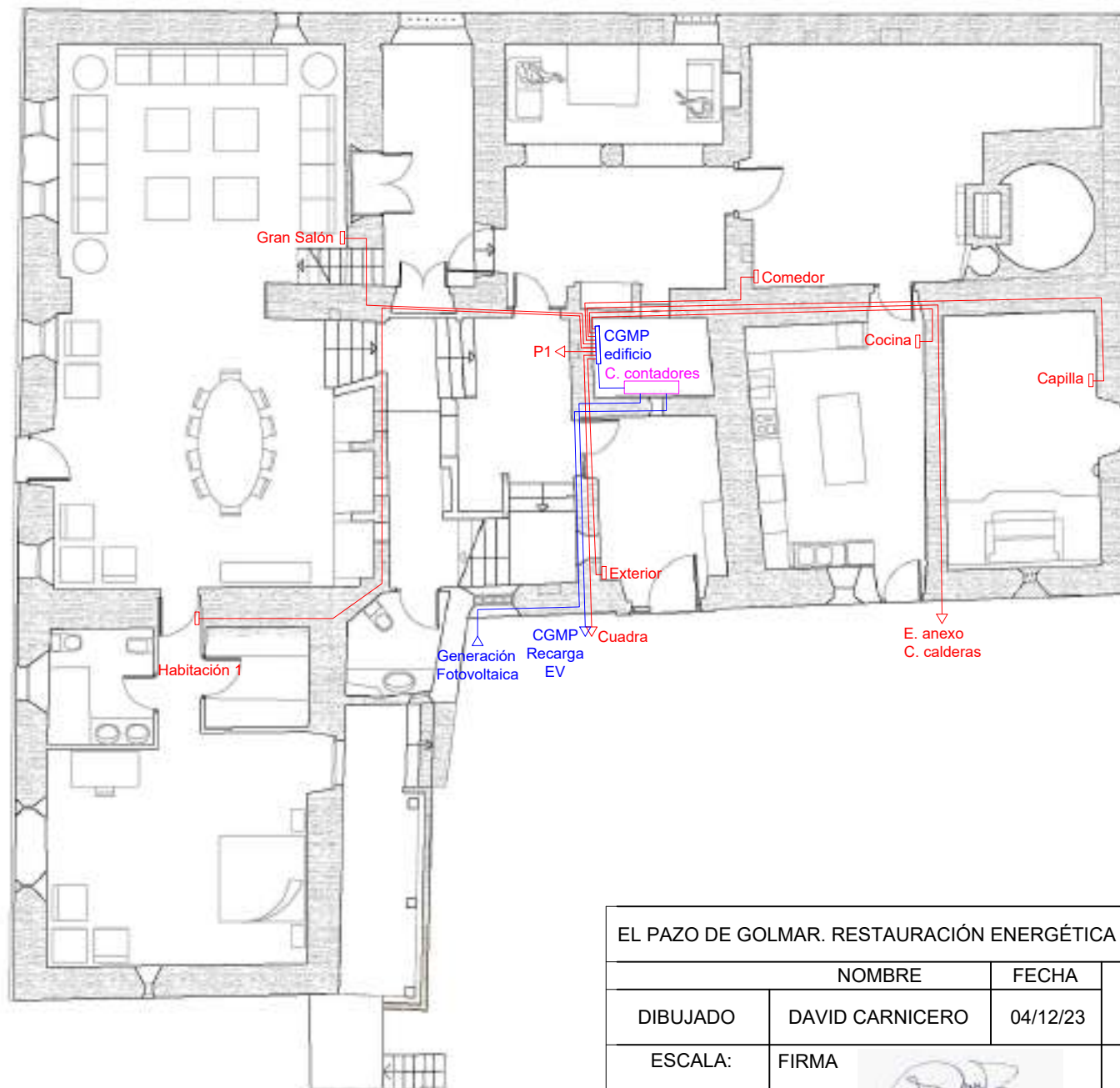


LEYENDA	
	UNIDAD INT. - SPLIT
	UNIDAD EXT. - AEROTERMIA
	CONTROLADOR
	CALENTADOR DE AGUA
	ACUMULADOR DE ACS
	CIRC. PRIM. REFRIGERANTE
	CIRC. SEC. REFRIGERANTE

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.				
		NOMBRE	FECHA	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	06/11/23		
ESCALA: 1/200	FIRMA			I.C.A.I.
				Nº DE PLANO 5

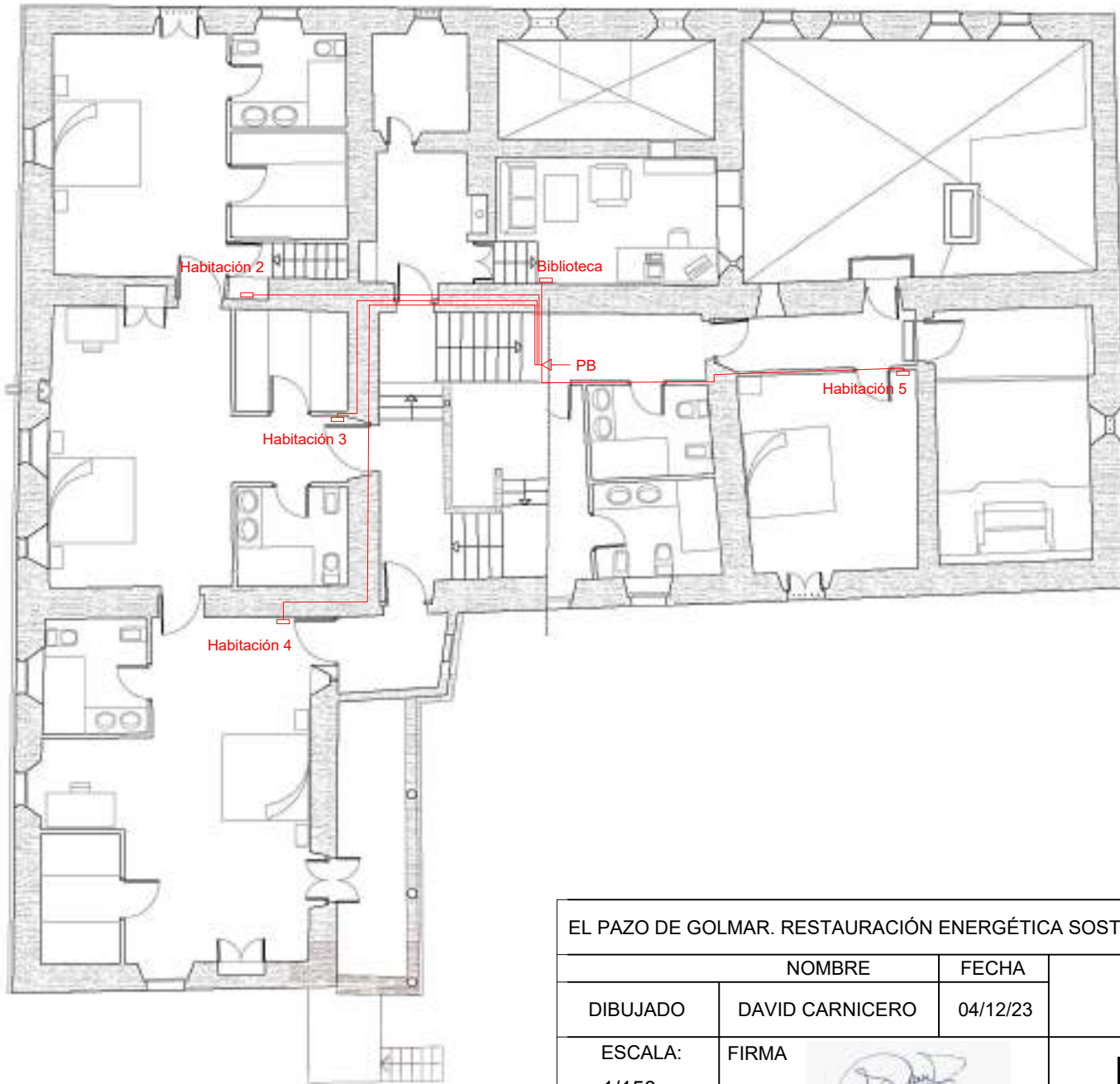


EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.			
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA ESQUEMA UNIFILAR
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	02/12/23	
ESCALA: 1/150	FIRMA		I.C.A.I. Nº DE PLANO 6



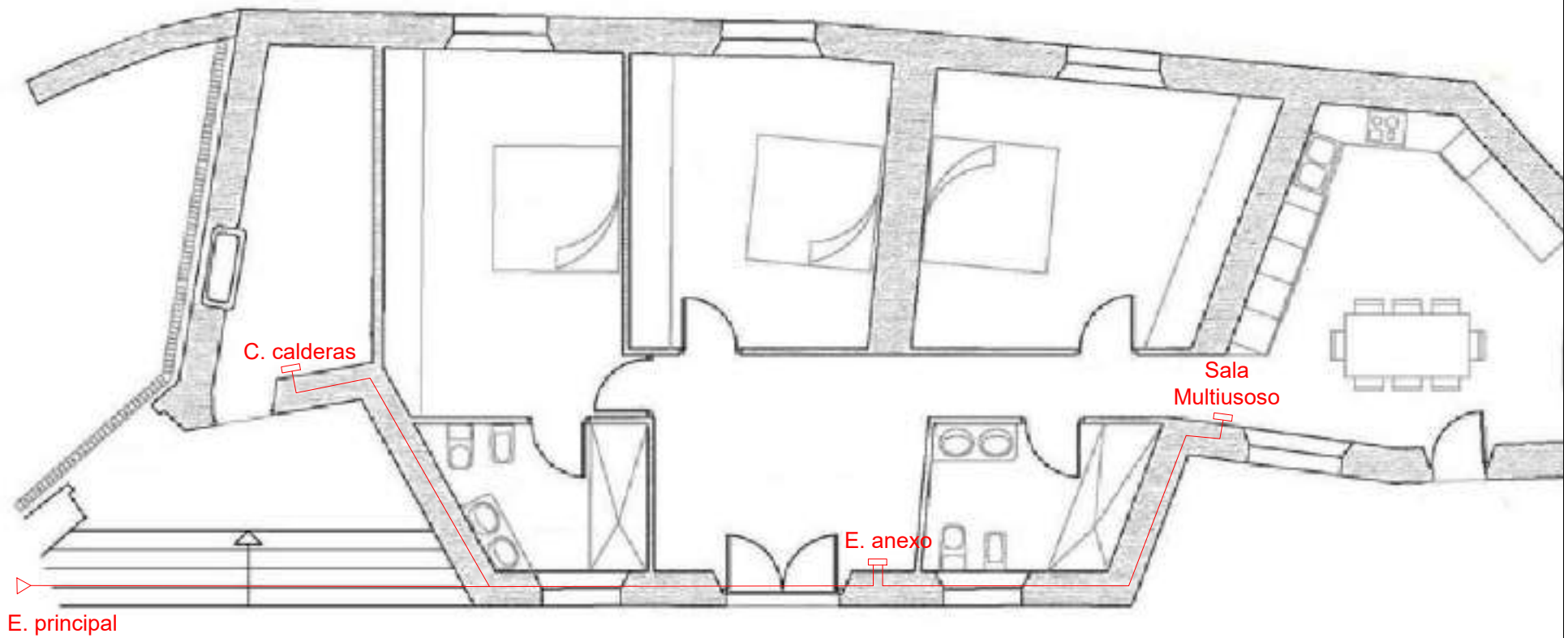
LEYENDA	
	CENTRALIZACION DE CONTADORES
	CUADRO GRAL. DE MANDO Y PROTEC
	CUADRO SEC DE MANDO Y PROTEC
	CONMUTADOR
	INTERRRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A
	BASE DE ENCHUFE DE 25A
	BASE TRIFÁSICA

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.			
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUCIÓN
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	04/12/23	
ESCALA: 1/150	FIRMA		I.C.A.I.
			Nº DE PLANO 8



LEYENDA	
	CENTRALIZACION DE CONTADORES
	CUADRO GRAL. DE MANDO Y PROTEC
	CUADRO SEC DE MANDO Y PROTEC
	CONMUTADOR
	INTERRRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A
	BASE DE ENCHUFE DE 25A
	BASE TRIFÁSICA

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.					
		NOMBRE	FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUCIÓN	
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	04/12/23			
ESCALA: 1/150	FIRMA		I.C.A.I.		Nº DE PLANO 9



E. principal

C. calderas

E. anexo

Sala Multiusoso

LEYENDA	
	CENTRALIZACION DE CONTADORES
	CUADRO GRAL. DE MANDO Y PROTEC
	CUADRO SEC DE MANDO Y PROTEC
	CONMUTADOR
	INTERRRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A
	BASE DE ENCHUFE DE 25A
	BASE TRIFÁSICA

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.			
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUCIÓN
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	04/12/23	
ESCALA: 1/100	FIRMA		I.C.A.I.
			Nº DE PLANO 10



LEYENDA	
	CENTRALIZACION DE CONTADORES
	CUADRO GRAL. DE MANDO Y PROTEC
	CUADRO SEC DE MANDO Y PROTEC
	CONMUTADOR
	INTERRRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A
	BASE DE ENCHUFE DE 25A
	BASE TRIFÁSICA

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.

NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUCIÓN	
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	04/12/23		
ESCALA: 1/150	FIRMA 		I.C.A.I.	Nº DE PLANO 11



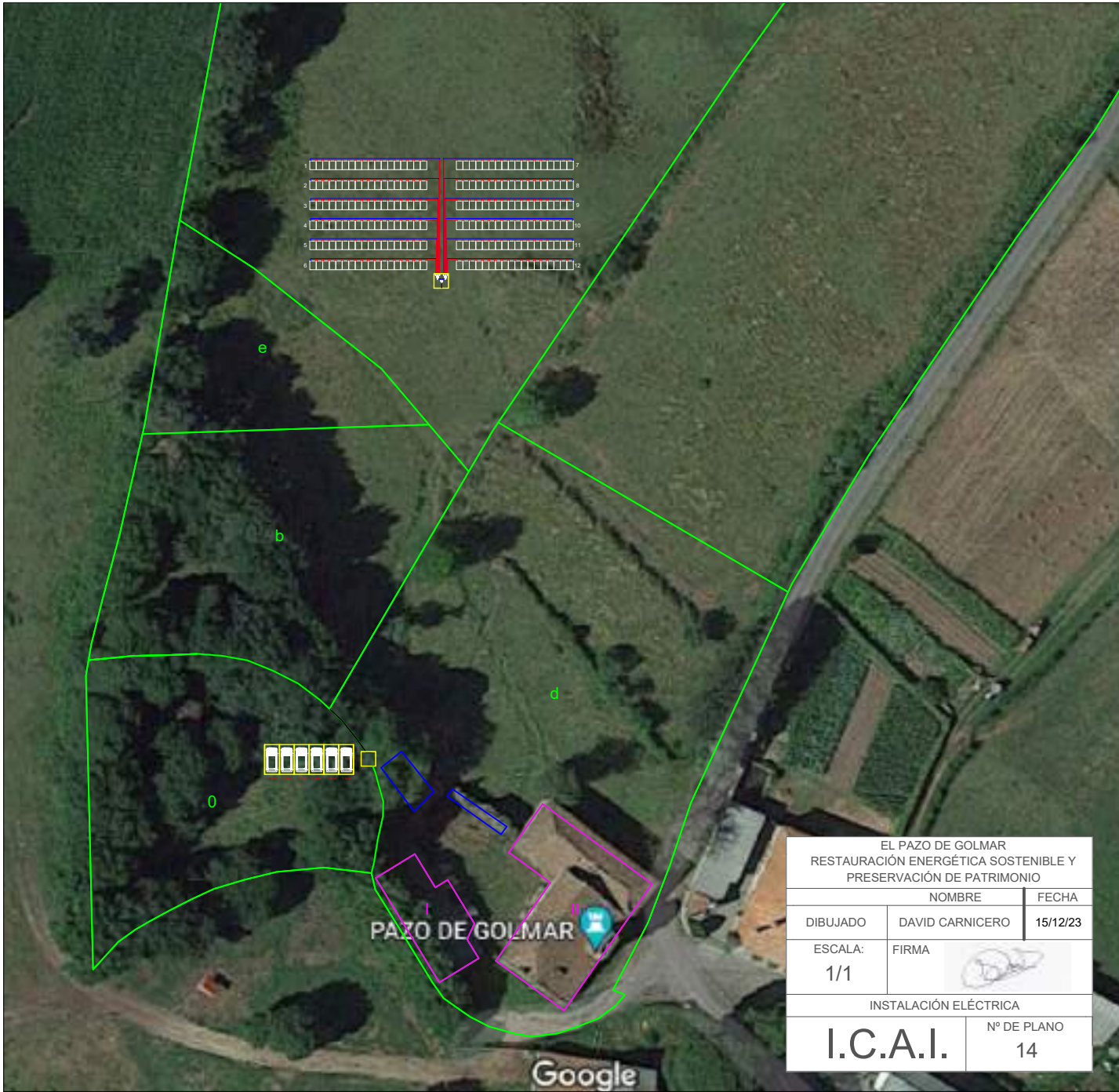
LEYENDA	
	CENTRALIZACION DE CONTADORES
	CUADRO GRAL. DE MANDO Y PROTEC
	CUADRO SEC DE MANDO Y PROTEC
	CONMUTADOR
	INTERRRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A
	BASE DE ENCHUFE DE 25A
	BASE TRIFÁSICA

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.				
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUCIÓN	
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	04/12/23		
ESCALA:	FIRMA			Nº DE PLANO 12
1/150				



LEYENDA	
	CENTRALIZACION DE CONTADORES
	CUADRO GRAL. DE MANDO Y PROTEC
	CUADRO SEC DE MANDO Y PROTEC
	CONMUTADOR
	INTERRRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ
	BASE DE ENCHUFE DE 10/16A
	BASE DE ENCHUFE DE 25A
	BASE TRIFÁSICA

EL PAZO DE GOLMAR. RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO.			
NOMBRE		FECHA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUCIÓN
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	04/12/23	
ESCALA:	FIRMA		I.C.A.I.
1/100			



EL PAZO DE GOLMAR RESTAURACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE Y PRESERVACIÓN DE PATRIMONIO		
NOMBRE		FECHA
DIBUJADO	DAVID CARNICERO	15/12/23
ESCALA:	FIRMA	
1/1		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
I.C.A.I.	Nº DE PLANO	14

Bibliografía

- [1] Ayuntamiento.es - Sobrado dos Monxes. <https://www.ayuntamiento.es/sobrado-dos-monxes/>, 2023. [Consultado: 7-Oct-2023].
- [2] Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de septiembre, 2023. Technical report, 9 2023. [Consultado: 24-Oct-2023].
- [3] SIGPAC Visor. <https://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>, 2023. [Consultado: 7-Oct-2023].
- [4] Agencia Estatal de Meteorología. Predicción del tiempo en Sobrado. <https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/municipios/sobrado-id15080>, 2023. [Consultado: 11-Oct-2023].
- [5] Ainné. UN VIEJO PAZO GALLEGO: EL PAZO DE GOLMAR. <https://www.celtiberia.net/es/biblioteca/?id=997>, 2023. [Consultado: 5-Oct-2023].
- [6] Idoia Arnabat. Tablas de consumo en las instalaciones de agua caliente sanitaria. *CALORYFRIO*, 5 2020.
- [7] Bibliocad. BLOQUES AUTOCAD GRATIS PARA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN. <https://www.bibliocad.com/>, 2023. [Última consulta: 4-Dic-2023].
- [8] Bodas.net. ¿Cuánto cuesta casarse? <https://www.bodas.net/articulos/cuanto-cuesta-casarse--c841>, 2023. [Consultado: 5-Dic-2023].
- [9] Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto. Technical report, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2010. [Consultado: 23-Oct-2023].
- [10] Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). Manual tekton3d - 3.2.- instalación de suministro de agua con retorno en acs (tk-hs4). Technical report, iMventa, 2019. [Consultado: 3-Sep-2023].

- [11] Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Technical report, julio 2007. [Última consulta: 20-Oct-2023].
- [12] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE Ahorro de Energía. Technical report, junio 2022. [Última consulta: 16-Oct-2023].
- [13] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad. Technical report, junio 2022. [Última consulta: 16-Oct-2023].
- [14] Diferenciador.com. Energía solar: ventajas y desventajas. <https://www.diferenciador.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/>, 2023. [Consultado: 16-Oct-2023].
- [15] Endesa. ¿Cuánto gasta cada instrumento eléctrico? <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/cuanto-gasta-cada-instrumento-electrico>, 2023. [Consultado: 8-Nov-2023].
- [16] Paxinas Galegas. Pazo de Golmar en Sobrado. <https://www.paxinasgalegas.es/fiestas/pazo-de-golmar-sobrado-5541.html>, 2023. [Consultado: 5-Oct-2023].
- [17] Hydronik. Sistemas de producción ACS. <https://hydronik.es/sistemas-de-produccion-acs/>. [Consultado: 15-Oct-2023].
- [18] Ingeniero, Solitario. Cálculo de la puesta a tierra en instalaciones de baja tensión. Technical report, 2021. [Consultado: 30-Nov-2023].
- [19] Gestinsa Inmobiliaria. Pazo de Golmar. <https://www.gestinsa.com/propiedades/pazo-de-golmar/>, 2023. [Consultado: 8-Oct-2023].
- [20] Instituto Nacional de Estadística. Hoteles: encuesta de ocupación, índice de precios e indicadores de rentabilidad. 11 2023. [Consultado: 28-Nov-2023].
- [21] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Technical report, 2011.
- [22] Lluís Jutglar i Banyeras, Angel Luis Miranda, and Miguel Villarubia. *Manual de Calefacción*, chapter 5, pages 67–118. Marcombo, 2011.
- [23] LG. Hot water solution (hydro kit). <https://www.lg.com/global/business/hot-water-solution-hydro-kit>, 2023. [Consultado: 29-Oct-2023].

- [24] Míguez Marcos. Venta del Pazo Lanzas de Oro en Sobrado por medio millón de euros. https://www.lavozdegalicia.es/noticia/coruna/sobrado/2023/09/07/venta-pazo-lanzas-oro-sobrado-medio-millon-euros/0003_202309H7C6991.htm, 2023. [Consultado: 8-Oct-2023].
- [25] Oscar Martín González. Aerotermia o Geotermia ¿Cuál es mejor? | Comparativa 2023. <https://preciogas.com/instalaciones/aerotermia/o-geotermia>, 2023. Consulta realizada el 17 de octubre de 2023.
- [26] GALICIA MAXICA. Ruinas Pazo de Golmar. <https://www.galiciamaxica.eu/galicia/ruinas-pazo-de-golmar/>, 2023. [Consultado: 5-Oct-2023].
- [27] Ministerio de Ciencia y Tecnología. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Technical report, agosto 2002. [Consultado: 5-Dic-2023].
- [28] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Technical report, 11 2023. [Consultado: 30-Nov-2023].
- [29] Ministerio para la Transición Ecológica. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Technical report, 11 2023. [Consultado: 24-Nov-2023].
- [30] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos. Technical report, 11 2023. [Consultado: 1-Dic-2023].
- [31] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica. Technical report, 11 2023. [Consultado: 24-Nov-2023].
- [32] Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>, 2023. [Consultado: 16-Dic-2023].
- [33] Naturgy. Compensación de excedente de autoconsumo fotovoltaico. https://www.naturgy.es/hogar/solar/excedentes_autoconsumo#:~:text=

- ¿Cuánto se compensa por, %2C11%20â€¢%2FkWh), 2023. [Consultado: 24-Nov-2023].
- [34] Noya, Carlos. Qué modos y velocidades carga hay para los coches eléctricos. <https://forococheselectricos.com/practicos/modos-velocidades-carga-coches-electricos>, 2022. [Consultado: 11-Nov-2023].
- [35] Pazos de Galicia. Tarifas. <https://www.pazosdegalicia.com/tarifas.php>, 2019. [Consultado: 5-Dic-2023].
- [36] Repsol. ¿Qué es el autoconsumo? <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/que-es-el-autoconsumo/index.cshtml>, 2023. [Consultado: 24-Nov-2023].
- [37] CYPE Ingenieros S.A. Generador de precios de la construcción. <http://www.generadordeprecios.info/>, 2023. [Consultado: 11-Dic-2023].
- [38] Servicio Público de Empleo Estatal. Salario Mínimo Interprofesional, 2023. [Consultado: 14-Dic-2023].
- [39] Simon. How much electricity do hotels use? <https://nationalhotels.co.uk/much-electricity-hotels-use/>, 2017. [Consultado: 14-Nov-2023].
- [40] SotySolar. Comparativa de placas solares. <https://sotysolar.es/placas-solares/tipos-placas-solares-comparar-paneles>, 2023. [Consultado: 15-Nov-2023].
- [41] Sunfer Energy. *Manual Técnico Soporte Sunfer 13V*, 2021. [Consultado: 24-Nov-2023].
- [42] Trina Solar. VERTEX-DE09.08. Technical report, Trina Solar, Avenida de Burgos 114, 2º, 28050 Madrid, 2023. [Consultado: 15-Nov-2023].
- [43] TripAdvisor. Restaurantes en Galicia. <https://www.tripadvisor.es/Restaurants-g187506-Galicia.html>, 2023. [Consultado: 5-Dic-2023].
- [44] VenuesPlace. Espacios para eventos, bodas y fiestas. <https://www.venuesplace.com/es>, 2023. [Consultado: 5-Dic-2023].
- [45] World Bank Group. Global Solar Atlas, 2023. [Consultado: 28-Nov-2023].