

TRABAJO FIN DE GRADO

2017-2018

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PATRIMONIO HISTÓRICO VALENCIANO Y PROPUESTA DE MEJORA: CASO DE ESTUDIO

AUTOR/A: **FUENTES BURGALS, ENRIQUE JESÚS**

Grado en Fundamentos de Arquitectura

TUTOR/A: **CASTILLA CABANES, NURIA**

Dpto. De Construcciones Arquitectónicas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	03
2. ABSTRACT.....	03
3. INTRODUCCIÓN.....	04
3.1 Metodología.....	04
3.2 Objetivos.....	05
4. LEGISLACIÓN Y MARCO NORMATIVO.....	05
4.1. Exigencias documento básico (DB-HE).....	06
5. ANALÍSIS DEL CASO DE ESTUDIO: LA ALQUERÍA DEL MORO.....	07
5.1 Entorno y situación.....	07
5.2 Historia y clasificación de las alquerías.....	09
5.3 Análisis formal y compositivo. Documentación gráfica.....	11
5.4 Análisis constructivo.....	16
6. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.....	20
7. CÁLCULO DE VENTILACIÓN DE UN EDIFICIO NO RESIDENCIAL.....	21
8. OBTENCIÓN DEL CEE DE LA ALQUERÍA DEL MORO: ESTADO ACTUAL.....	22
8.1 Procedimiento de obtención del CEE de la Alquería del Moro.....	23
8.2 Verificación obtenida tras el CEE de La Alquería del Moro.....	30
8.3 Calificación obtenida tras el CEE de La Alquería del Moro.....	31
9. PROPUESTAS DE MEJORA.....	32
9.1 Intervención en la envolvente del edificio.....	32
9.2 Instalaciones térmicas.....	33
10. OBTENCIÓN DEL CEE DE LA ALQUERÍA DEL MORO: EDIFICIO MEJORADO.....	34
10.1 Procedimiento de obtención del CEE del edificio mejorado.....	36
10.2 Verificación obtenida tras el CEE del edificio mejorado.....	40
10.3 Calificación obtenida tras el CEE del edificio mejorado.....	41
11. REFLEXIÓN Y CONCLUSIÓN FINAL.....	42
12. BIBLIOGRAFÍA.....	42

1. RESUMEN

El trabajo de fin de grado que se presenta surge de la ambición de conocer y adaptar el comportamiento energético de edificios de patrimonio histórico a la actualidad. De manera que las necesidades energéticas, así como las condiciones ambientales de dichos edificios no sean un impedimento para su correcto funcionamiento. Para ello, se realiza un estudio ambiental de un caso en particular: La Alquería del Moro de Benicalap. Esperando que la adaptación de dicho edificio sirva de referencia para muchos otros de características similares. Se propone convertir La Alquería del Moro en un edificio terciario pequeño o mediano, pudiendo servir como espacio multifuncional y museo. La evaluación ambiental consiste en un estudio de la eficiencia energética mediante la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC). Una vez obtenidos y analizados los resultados se proponen las propuestas de mejora que garantizan su adecuada funcionalidad, respetando siempre la imagen y la historia del edificio.

Palabras clave: Bien de interés cultural (BIC), Certificado de Eficiencia Energética (CEE), Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC), Alquería del Moro, Patrimonio.

2. ABSTRACT

The end-of-degree work that is presented arises from the ambition of knowing and adapting the energetic behavior of historical heritage buildings to the present. So that the energetic needs, as well as the environmental conditions of said buildings are not an impediment for its correct operation. For this, an environmental study of a particular case is carried out: La Alquería del Moro de Benicalap. Expecting that the adaptation of said building will serve as a reference for many others with similar characteristics. It is proposed to convert La Alquería del Moro into a small or medium-sized tertiary building, which can serve as a multifunctional space and museum. The environmental assessment consists of a study of energy efficiency through the Unified Tool LIDER-CALENER (HULC). Once the results have been obtained and analyzed, various improvement proposals are suggested to guarantee their adequate functionality, always respecting the image and the history of the building.

Key words: Property of cultural interest (BIC), Energy Efficiency Certificate (CEE), Unified Tool LIDER-CALENER (HULC), Alquería del Moro, Heritage.

3. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de fomentar las iniciativas medioambientales del Protocolo de Kioto, en marzo de 2007 la Unión Europea adoptó el Compromiso 20/20/20, a través del cual se pretende reducir las emisiones de CO₂. De manera que, en 2020, los gases de efecto invernadero (GEI) se reduzcan un 20%, el consumo de energías renovables aumente un 20% y la eficiencia energética mejore también en un 20%.

En base a dicha iniciativa, el estado español aprueba el Real Decreto 235/2013, que define el procedimiento de certificación energética de los edificios. A partir de este momento empieza a requerirse la certificación energética de los edificios existentes, de forma que se establezcan recomendaciones para reducir los niveles de emisión de los edificios, pudiendo mejorar a su vez la eficiencia energética de los mismos. Del mismo modo, el decreto también dicta que los nuevos edificios, o reformas importantes de los mismos según el Código Técnico de la Edificación (CTE), que se hayan construido a partir del año 2020, o 2018 si se trata de titularidad pública, posean un consumo de energía prácticamente nulo.

Cabe resaltar que el Real Decreto 235/2013 excluye aquellos edificios o monumentos protegidos oficialmente de la obligatoriedad de certificarse, debido a formar parte de un entorno declarado o por su valor arquitectónico y/o histórico. Pero no por ello debemos olvidarnos de tratar de mejorar la eficiencia de aquellos edificios patrimoniales que puedan ser reutilizados, en su mayoría para funciones socio-culturales, de manera que a la vez que se mantiene su valor histórico, estos puedan servir a la ciudadanía al mismo tiempo que ella pueda interactuar en ellos, bajo unas condiciones adecuadas.

En este trabajo se llevará a cabo la certificación energética en el edificio patrimonial de La Alquería del Moro, situada en el distrito de Benicalap (Valencia). La cual fue declarada Bien de Interés Cultural (BIC) en 2004 por ser un ejemplo de la arquitectura señorial y rural de la huerta valenciana a lo largo de los siglos XIII, XIV, XVI y XVIII. A partir de la evaluación energética y de la certificación, se establecen recomendaciones y posibles mejoras que, sin dañar su valor histórico, ayuden a conseguir una eficiencia energética óptima para un edificio de carácter público y con función socio-cultural. Se pretende que dicho estudio pueda servir de referencia para otros casos de edificios patrimoniales y condiciones parecidas.

3.1 Metodología

El presente Trabajo de Fin de Grado distingue dos propósitos principales, en primer lugar, realizar y analizar el estudio de la eficiencia energética del caso de estudio propuesto, correspondiente con un edificio del patrimonio arquitectónico valenciano. Verificando el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE), en su Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). En segundo lugar, establecer recomendaciones y propuestas de mejora sin dañar el valor patrimonial de este con el fin de mejorar dicha eficiencia.

Sin embargo, para llevar a cabo dichos propósitos de la manera más correcta y fiable posible, se ha expuesto previamente un estudio exhaustivo del caso de estudio propuesto, La Alquería del Moro de Benicalap, en la ciudad de Valencia. En dicho estudio previo se recoge información histórica, arquitectónica, constructiva, gráfica y ambiental, que servirá de base para el adecuado desarrollo de los objetivos mencionados anteriormente.

3.2 Objetivos

- Estudiar y analizar el edificio, su ambiente, composición, geometría y sistemas constructivos. A partir de la documentación gráfica, arquitectónica e histórica.
- Realizar y analizar la eficiencia energética del edificio. Utilizando y manejando la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC), como programa de cálculo.
- Interpretar y comprobar el cumplimiento o incumplimiento de las diferentes normativas de actual aplicación referentes a la eficiencia energética de los edificios. Entre las cuales encontramos la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), que define los valores límite que deben cumplir, y finalmente, el Real Decreto 235/2013, en el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética.
- Evaluar el edificio a partir de los resultados obtenidos y exponer recomendaciones y propuestas de mejora que, sin dañar el valor histórico de este, mejoren su eficiencia energética, consiguiendo así una mejora ambiental que permita desempeñar sus funciones eficazmente.

6. LEGISLACIÓN Y MARCO NORMATIVO

Las políticas energéticas giran alrededor de tres demandas principales, la seguridad de suministro, la preservación del medio ambiente y la competitividad económica. Cada estado aplica sus propias reglas y estrategias para el correcto desarrollo de dichas demandas, en función de las posibilidades de cada uno.

Las consecuencias que está teniendo el cambio climático han creado alarma en muchos países, esto conlleva que se generen normas de ámbito internacional basadas en la reducción de gases de efecto invernadero, el incremento del consumo de energías renovables y en la mejora de la eficiencia energética general.

En cuanto a edificación se refiere, las Directivas son las normas principales para garantizar los objetivos anteriores que dispone la Unión Europea (UE).

Entre ellas destaca la Directiva 2002-91-CE, la cual establece que se debe disponer de un certificado de eficiencia energética (CEE) sobre edificios que sean construidos, vendidos o alquilados, a disposición del propietario, comprador o inquilino. La Directiva 2010-31-UE, la cual establece que la obligatoriedad de formar planes para construir edificios de consumo de energía nulo. Y por último la Directiva 2012-27-UE, que se encarga de fomentar y ensalzar el desarrollo de la eficiencia energética mediante normativas que abaraten los costes de mercado de las energías renovables.

Por otro lado, España también posee su propia normativa reguladora de eficiencia energética, la cual consta en el Código Técnico de la Edificación. En él, podemos encontrar un documento básico con cinco exigencias que deben cumplir las construcciones actuales.

El cumplimiento de dichas exigencias debe quedar verificado mediante el certificado energético del edificio. Objetivo que se lleva a cabo en el presente trabajo.

4.1 Exigencias documento básico (DB-HE)

HE 0: Limitación del consumo energético. Se determina en base a la zona climática, superficie útil y uso del edificio. Trata de limitar el consumo energético con la finalidad de formar edificios de consumo casi nulo.

HE 1: Limitación de demanda de energía. Atendiendo a las características de la envolvente del edificio se limita la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico. Que viene en función del clima, localidad, uso del edificio, régimen de verano/invierno, y de las propias características de aislamiento, inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar de la envolvente. Además, se debe reducir el riesgo de aparición de humedades por condensación superficial e intersticial que puedan perjudicar las propiedades de la misma, al mismo tiempo se debe tratar adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos. Dicha sección también exige la limitación del consumo de energía primaria, limitación de demanda de calefacción y refrigeración total del edificio por debajo de determinados valores.

HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas. Dicha exigencia se desarrolla en profundidad en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), y consiste en disponer instalaciones térmicas adecuadas para proporcionar el bienestar térmico de los ocupantes. Las cuales deben ser rigurosamente seleccionadas con el fin de proporcionar la mayor eficacia con el menor consumo posible.

HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Todo edificio debe disponer instalaciones de iluminación adecuadas para solventar las necesidades de los usuarios y al mismo tiempo, disponer de sistemas de optimización que favorezcan la eficacia energética de las mismas. Algunos ejemplos de estos sistemas de optimización pueden ser el sistema de control que permite ajustar el encendido en función de la ocupación real o un sistema de regulador que aproveche la luz natural.

HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. En edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria, o bien, de climatización de piscina cubierta, una parte de esta demanda, (al menos el 50%), debe ser abastecida por captación solar, o en su defecto por una bomba de calor aire-agua cuyo rendimiento sea al menos superior a 2,5.

HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. En edificios que se establezcan una contribución de energía fotovoltaica, se incorporaran sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica, ya sea para uso propio o suministro a la red.

La exigencia HE-3, aunque sí que debe cumplirse para no afectar desproporcionalmente al consumo, no se tendrá en cuenta en el certificado puesto que no afecta a las características térmicas del edificio. Bastaría con disponer en proyecto un sistema autónomo de regulación y aprovechamiento de luz natural.

En el caso que nos ocupa, al considerarse edificio terciario, con tipología de uso de museo o edificio polifuncional, no requiere una demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS) específica, pues los ocupantes visitarán el edificio efímeramente, y no requiere disposición de ninguna clase de vestuarios para el personal. Por lo que a la hora de realizar la certificación no se contemplará dicho sistema. Tampoco será necesario verificar la exigencia HE-5, pues solo es en el caso de que se quiera establecer una contribución de energía fotovoltaica.

En definitiva, nos ocuparemos de solventar las exigencias que afectan directamente a la composición del edificio y sus instalaciones, que son la exigencia HE-0 y HE-1.

5. ANALISIS DEL CASO DE ESTUDIO: LA ALQUERÍA DEL MORO

La Alquería del Moro es actualmente conocido por ser un conjunto de edificios de gran interés histórico, artístico y científico que ejemplifica la arquitectura señorial y rural de la huerta valenciana durante los siglos XIV, XVI Y XVIII. En 2004, debido al interés ya mencionado, la Alquería del Moro fue nombrada **Bien de Interés Cultural (BIC)**. (Fraga, A.,2015).

Para llevar a cabo la certificación e intervención del caso de estudio escogido, primero es necesario conocerlo bien. Por ello, antes de intervenir debemos recoger información y estudiar las características generales de su entorno, su pasado y sus condiciones actuales, así como su composición, materiales y técnicas constructivas.

5.1 Entorno y situación

La Alquería del Moro se haya en la Ciudad Fallera, un barrio perteneciente al distrito de Benicalap, situado al noreste de la ciudad de Valencia.

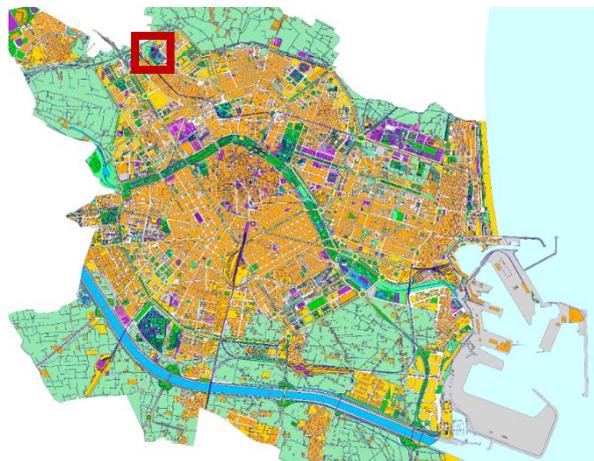


Figura 1. Guia Urbana General de la Ciudad de Valencia. 2005. Cartoteca Digital del Ayuntamiento de Valencia

Las alquerías siempre han estado estrechamente ligadas a un estilo de vida rural y agrario. La huerta era el principal método de substentación de las personas que las habitaban. Por tanto, para aumentar la producción, tuvieron que crear formas de riego más cómodas y eficientes, como por ejemplo las acequias. Las cuales también tuvieron un papel muy importante a la hora de delimitar el territorio.

La Alquería del Moro, se encuentra en la huerta norte de la ciudad de Valencia, en la denominada "L´Horta Nord", compuesta por tres grandes acequias, la de Tormos, Rascaña y Mestalla. El agua de riego para su huerta proviene directamente de los brazales de Ferrando y Barranques, pertenecientes a la acequia de Tormos.

La acequia de Tormos nace al norte del río, tras la acequia de Moncada. Circula en paralelo a esta durante unos diez kilómetros, aunque a cota inferior. Finalmente, muere al encontrarse con la acequia de Rascaña. La acequia de Tormos tiene su origen en la red de riego formada por los musulmanes durante el siglo XI, y su proposito principal es servir a la huerta de la parte alta de Campanar. El agua utilizada en su riego luego se reparte por las alquerías conocidas de Benimamet, Beniferri, Benicalap, Burjassot, Borbotó y Carpesa. Entre las que encontramos la Alquería del Moro.

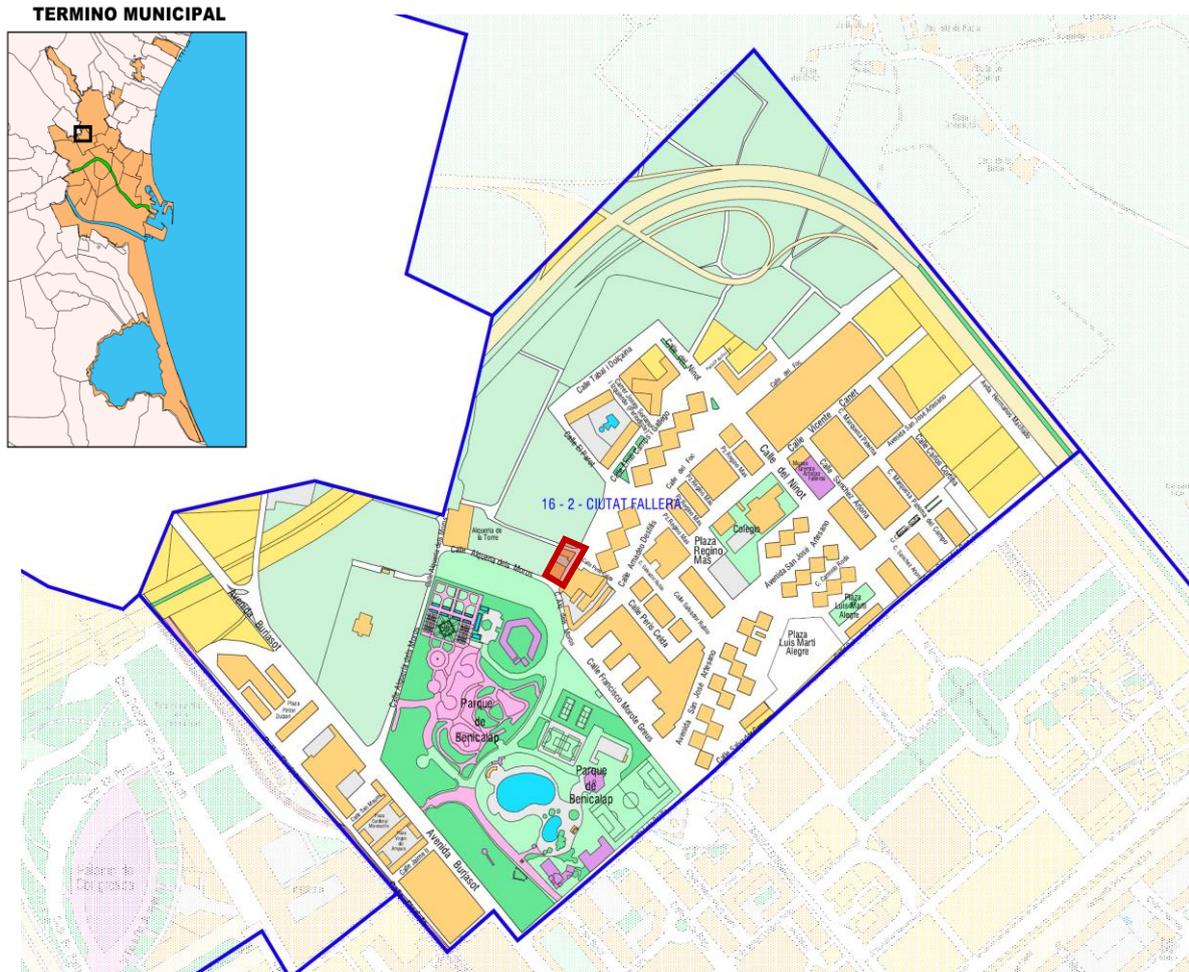


Figura 2. Distrito Ciudad Fallera-Benicalap. 2011. Cartoteca Digital del Ayuntamiento de Valencia



Figura 3. Plano de situación. Localización de La Alquería del Moro. Google Maps.

5.2 Historia y clasificación de las alquerías

El termino de alquería ha sufrido diversas adaptaciones y matices a medida que iba evolucionando la sociedad.

Se estima su origen con la llegada de los musulmanes a la península Ibérica en el siglo VIII. Pues el propio termino de “alquería” proviene de la palabra árabe, “qariya”. En aquel entonces, las alquerías llevaban topónimos gentilicios como “beni” (hijos de), lo que da lugar a la creencia de que estaban formadas por clanes, es decir, grupos de familias muy extensas que formaban sus propios núcleos urbanos. Por ello, la alquería musulmana termino definiéndose como pequeñas aldeas habitadas y explotadas por campesinos, las cuales no siempre tenían una delimitación clara, pues en aquel entonces el termino de propiedad no estaba tan definido.

El concepto de la alquería musulmana, se mantuvo tal y como se conocía hasta la conquista cristiana del siglo XIII. Durante la misma, desaparecieron muchas de estas construcciones, pero todavía podían encontrarse muchas alquerías casi intactas en zonas de población mudéjar-morisca.

A partir de este momento se fueron produciendo cambios significativos en el concepto de dichas aldeas. Como por ejemplo en la periferia de ciudades como Valencia, donde se había sustituido la idea de aldeas formadas por pequeños núcleos urbanos de población colectiva por lugares de explotación agraria privada, los cuales se denominaron “rafales”. Los propietarios de los rafaes eran personas de la nobleza y funcionarios del Estado, según la documentación cristiana del siglo XIII.

Con la conquista de Valencia en 1238 por el rey Jaime I se llevó a cabo un repartimiento de las tierras. La nobleza y la burguesía se benefició con los rafaes, mientras que las alquerías que quedaban se convirtieron en pequeños señoríos feudales, fueron repobladas, o bien, fragmentadas en términos individuales. A raíz de estas conversiones, las alquerías de mayor densidad ascendieron a la categoría de “villa”, al mismo tiempo que el término “alquería” pasó a referirse al propio edificio. Los cuales eran de carácter rural, con una fuerte entidad y podían estar formados por varios cuerpos, albergando dos funciones, la residencial y de almacén agrícola.

Por tanto, podemos afirmar que la conquista cristiana en Valencia generó una nueva tendencia de organización de la población y del paisaje rural de la ciudad. La cual consistía en la constitución de densas villas donde se producía una fuerte fragmentación parcelaria relacionada con la explotación familiar. En dichas poblaciones fueron apareciendo más edificaciones características de la huerta valenciana, además de la alquería, como viviendas populares agrícolas de diversos tipos.

La función principal de la alquería feudal era la de residencia temporal para grupos de propietarios, que generalmente eran nobles, burgueses, o clérigos. Además, era el centro de explotación agraria para el autoconsumo, es decir, se arrendaba el total de las tierras o fragmentos de estas a cambio de dinero o un porcentaje de la materia obtenida en ellas. En aquel momento solo una cantidad muy pequeña de la explotación agraria se destinaba para la venta en el mercado.

Sobre la segunda mitad del siglo XVIII se produce un cambio en el modelo anterior, pues aparece la denominada burguesía mercantil, cuyo objetivo era enriquecerse en el mercado urbano mediante una producción masiva. Para conseguirlo, la burguesía mercantil acumuló muchas parcelas mediante la compra a bajo coste a un empobrecido campesinado. Los cuales, por necesidad, volverían a convertirse en arrendatarios de las mismas. Desde entonces hasta finales del siglo XIX, se produce el denominado periodo de proletarización de la huerta valenciana.

Durante dicho periodo las alquerías fueron totalmente protagonistas, siendo, al mismo tiempo, los centros de explotación agraria, los almacenes, la casa temporal de la burguesía y la residencia de los propios arrendatarios que trabajaban la tierra.

A finales del siglo XIX y principios del XX, mejora la situación económica de los labradores, lo que permite, nuevamente, que estos puedan volver a comprar pequeñas superficies de tierra.

Con el tiempo, los labradores realizaron nuevas construcciones junto a sus parcelas, utilizadas como residencias por las familias de los mismos. Dependiendo de la fuerza económica de dichas familias las edificaciones podían ser de diferentes formas, tamaños y materiales. Actualmente, muchas de las viviendas construidas en este momento son consideradas como alquerías.

En el ejemplar *Arquitectura rural valenciana, 2010, pp. 150-164*, de J. Miguel del Rey Aynat, este propone diversas clasificaciones muy acertadas de las casas rurales, entre las cuales encontramos:

A) Según ubicación geográfica de la explotación agrícola:

- **Masía** (secano)
- **Alquería** (regadío)

B) Según el modo de habitar la casa:

- **Vivienda en planta baja.** La planta baja es el espacio más representativo y es donde se lleva a cabo toda la vida doméstica. Esta forma de habitar es la más usual entre las pequeñas casas de la huerta valenciana. Pueden componerse por más de una altura.
- **Vivienda en planta alta.** El grueso de la vida doméstica se desarrolla en la planta superior.
- **Conjunto de viviendas.** Generalmente hayamos un edificio principal para el propietario y uno o más volúmenes anexos o próximos a este donde habitaban los inquilinos, a veces, estos residían en alguna planta inferior de la vivienda principal.

C) Según la estructura espacial del edificio:

- **Torre.** Consiste en una estructura vertical cuya planta suele ser cuadrada o rectangular. Normalmente adosada a otras construcciones.
- **Barraca.** Posee una estructura similar a la de la cabaña, con estructura portante, y cubierta vegetal inclinada.
- **Casa patio.** La mayoría de las dependencias de la vivienda se estructuran por medio de un patio.
- **Casa compacta.** Consiste en una construcción de un solo volumen cuya cubierta puede ser uniforme o fraccionada. Dicho modelo de vivienda es el más extendido a lo largo de la huerta valenciana, y además puede clasificarse según el número y disposición de las crujías. (espacios definidos entre dos líneas de carga, ya sean pórticos o muros portantes).
 - Casa de una crujía.
 - Casa de dos o más crujías paralelas a la fachada.
 - Casa de dos o más crujías perpendiculares a la fachada.
 - Casa de crujías iguales o desiguales entre sí.

D) En función del tipo de cubierta:

- Casa de **cubierta plana**
- Casa de **cubierta a un agua**. La cual vierte sobre fachada principal, lateral o posterior.
- Casa de **cubierta a dos aguas**.
- Casa de **cubierta a cuatro aguas**.

E) En relación al número de edificios:

- **Casa aislada**. Casa generalmente de un solo volumen sin construcciones colindantes.
- **Casas agrupadas**. Grupo de casas o casa formada por varios volúmenes colindantes o próximos entre sí.

Atendiendo a las clasificaciones expuestas podemos corroborar que la Alquería del Moro, caso que nos ocupa, se define del siguiente modo:

- A) Alquería**
- B) En planta baja**
- C) Compacta**
- D) Cubierta a un agua, en fachada posterior y a dos aguas en fachadas laterales.**
- E) Casas agrupadas.**

5.3 Análisis formal y compositivo. Documentación gráfica.

A continuación, se expone brevemente la planimetría a escala del volumen principal de La Alquería del Moro, dibujado con el programa de diseño virtual, Autocad, y realizado a partir de toma de cotas y fotografías, junto con el apoyo del trabajo final de grado (TFG): *Estudio patológico y constructivo de la Alquería del Moro (Benicalap), de Gemma Mohedano Gascó. 2015-2016.*

La parcela posee un perímetro de 118,31 m y una superficie de 767,62 m². El acceso principal a ella se produce por el lado este, recayendo al patio. Dicho acceso posee una buena amplitud por la que pueden entrar vehículos sin problema. Desde el patio interior, encontramos el acceso principal al volumen en la fachada norte del mismo.

El volumen construido consta de dos plantas prácticamente calcadas, con una altura total cercana a los diez metros, y posee un área de aproximadamente 292 m². Está formado por muros de gran sección, entre 0,60- 0,70 m.

Podemos observar que hay aberturas en todas las fachadas, sin importar la orientación. Existen unos huecos más grandes que se forman en planta primera sobre los lados norte y oeste, como se puede apreciar en los alzados, que dan a pequeños balcones.

En cubierta posee un tejado a dos aguas, sobre sus fachadas laterales, y una cubierta a un agua sobre la fachada posterior. También se puede observar un pequeño casetón, que sirve a su vez de lucernario.

La comunicación vertical entre plantas se puede dar desde tres núcleos verticales, una escalera de mayor envergadura que se encuentra en el vestíbulo del acceso principal, y otras dos escaleras secundarias que se hayan en las estancias más orientadas al noreste y suroeste del edificio. Una escalera en cada una.

NORTE

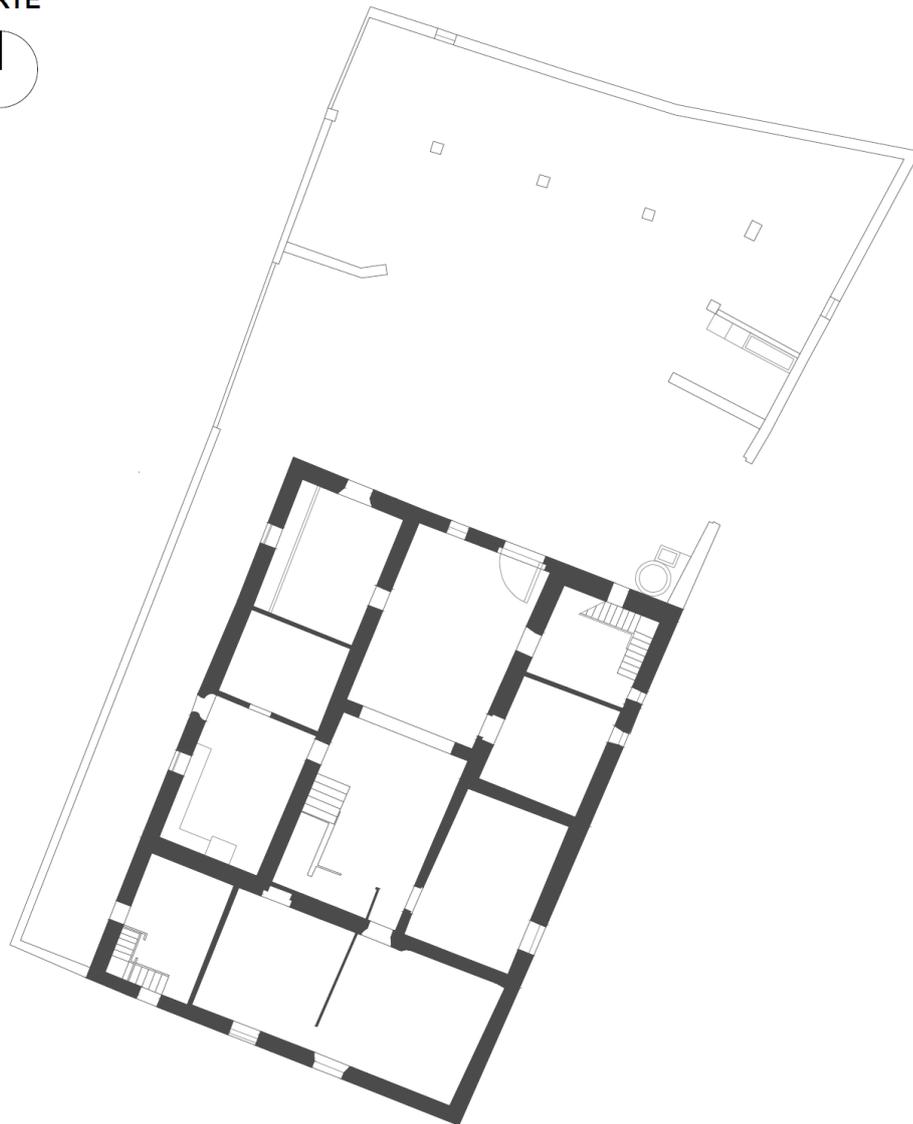


Figura 4. Planta Baja del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

NORTE

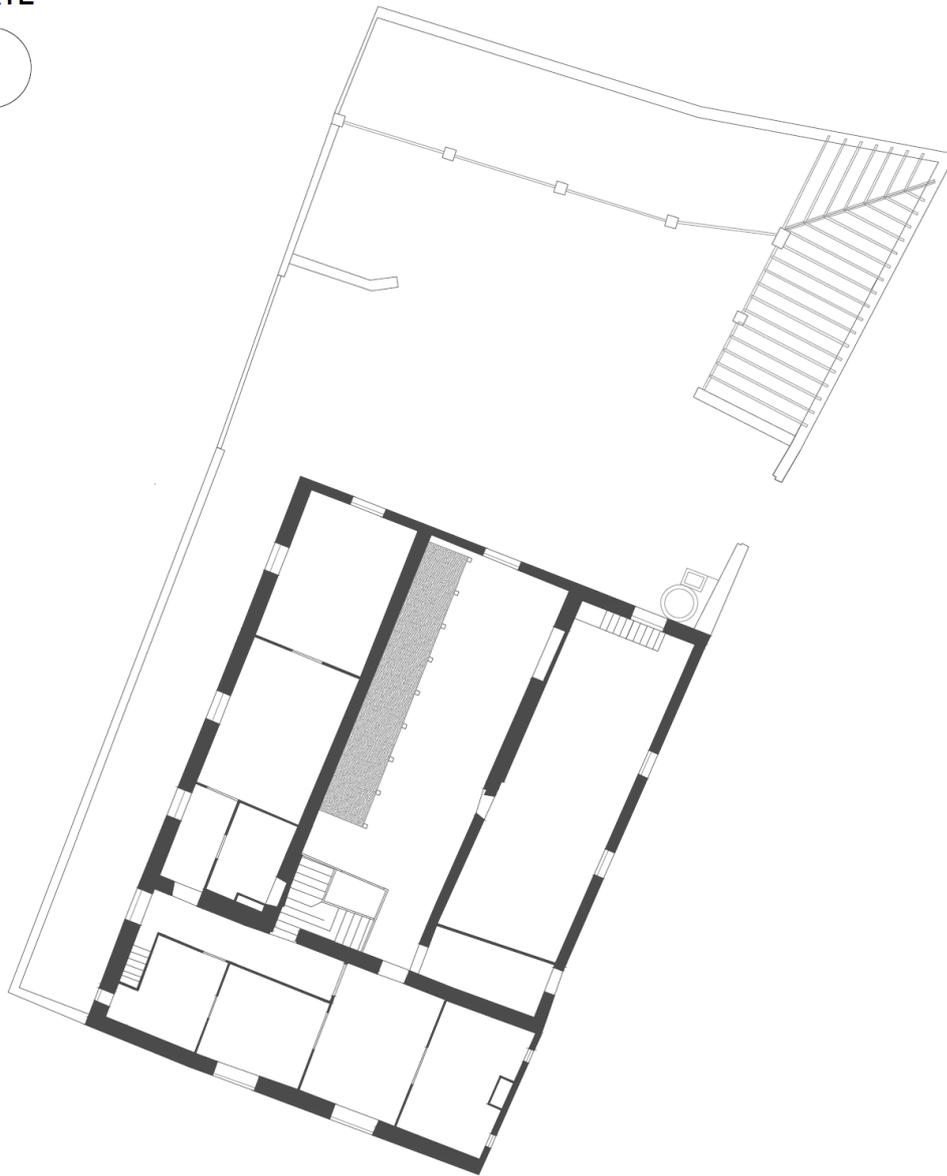


Figura 5. Planta Primera del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

NORTE

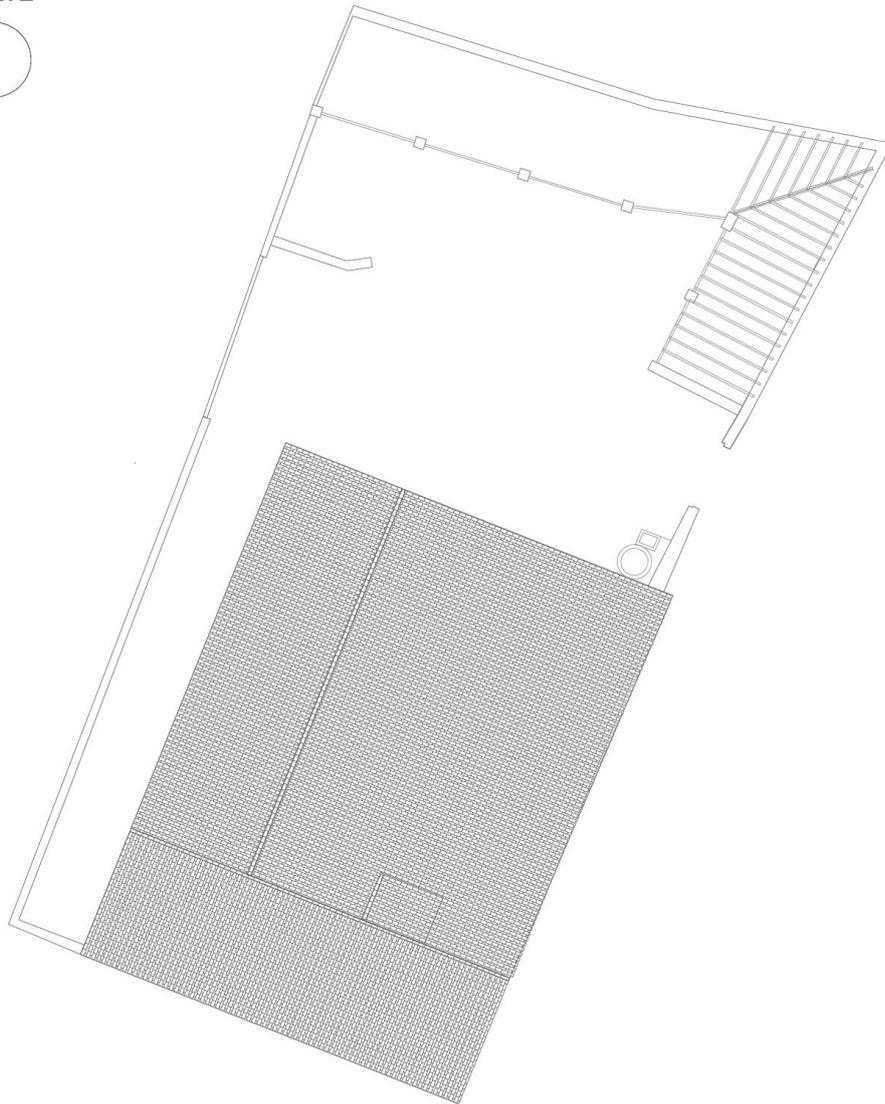


Figura 6. Planta Cubierta del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

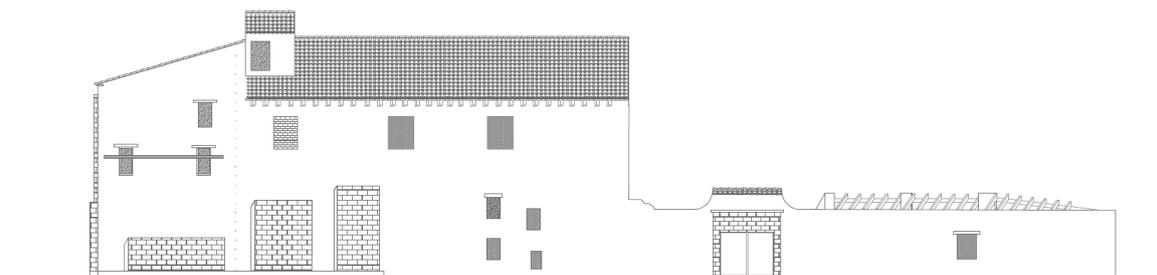


Figura 7. Alzado Oeste del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

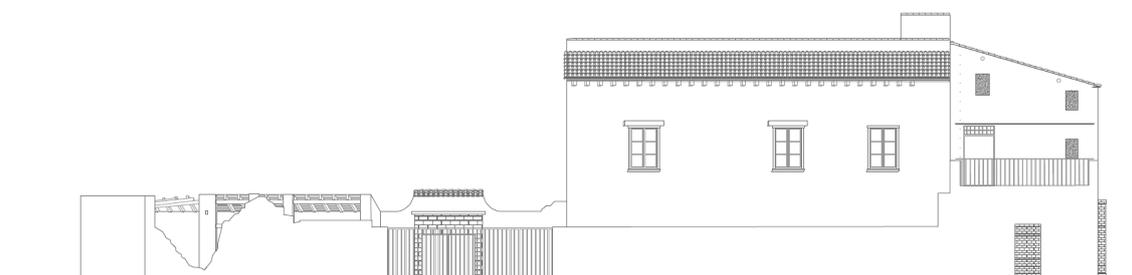


Figura 8. Alzado Este del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

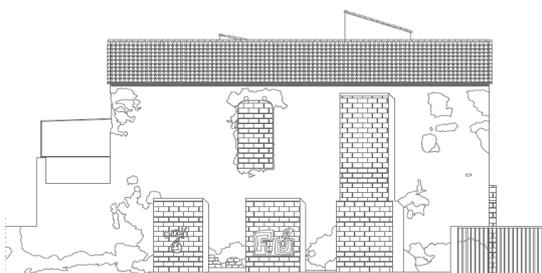


Figura 9. Alzado Sur del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

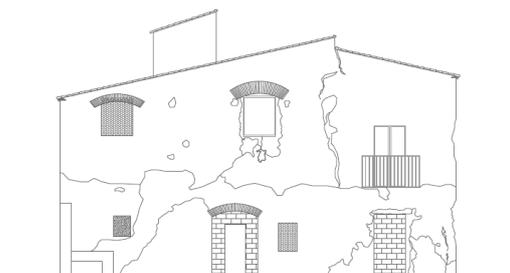


Figura 10. Alzado Norte del volumen principal de La Alquería del Moro. Escala 1:250. Fuente propia.

5.4 Análisis constructivo

Antes de empezar a analizar los sistemas constructivos, materiales y elementos empleados en la construcción del edificio objeto, se debe aclarar que la información empleada para realizar dicho análisis se ha obtenido de la observación directa, a excepción de aquellos elementos inalcanzables como la cimentación o las capas internas de los elementos de la envolvente. Los cuales se han descifrado a partir de otros estudios ya realizados de construcciones parecidas.

A) Cimentación

La cimentación propia del edificio objeto no se puede obtener mediante la observación directa, por lo que, basándonos en los estudios realizados por Fraga, A., (2015), *Análisis y propuesta de intervención de la Alquería del Moro*. En su Proyecto Final de Carrera y Vegas, F., (2011), *Aprendiendo a restaurar. Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*, podemos aceptar que la cimentación de nuestro caso de estudio consiste en una prolongación y ensanchamiento de los muros del edificio, asemejándose a una zapata corrida.

Dichas prolongaciones de muros se suelen realizar excavando hasta alcanzar un estrato resistente del subsuelo. Aunque lo más habitual era excavar lo justo para evitar rellenos superficiales. Seguidamente, se disponían mampuestos sobre el firme bien asentados, sobre los cuales se levantaba el muro. Los mampuestos podían recibirse en seco o bien con ayuda de arcilla o mortero de cal.

B) Estructura portante vertical

La estructura portante del edificio consiste fundamentalmente en una serie de muros de carga, los cuales, además, definen la composición de los espacios del edificio y conforman su perímetro.

También encontramos ciertos soportes de ladrillos bien aparejados, pero no se puede decir que colaboren directamente con la estructura portante del edificio.

Los muros pueden encontrarse de diferentes espesores y tipologías incluso en un mismo elemento del edificio. Los espesores más comunes son un pie, un pie más $\frac{1}{2}$ pie, y dos pies. En cuanto a las tipologías de muros de carga que encontramos, destacan los siguientes:

Muro de tapia valenciana o tapia de ladrillos salteados. Con previo encofrado, se deja caer una mezcla de cal y gravas que se compacta mientras se intercalan hiladas de ladrillos, normalmente a tizón, sirviendo de conector entre el núcleo de tierra y la costra externa, mejorando así el comportamiento resistente del conjunto. La imagen final es la de fábrica de ladrillo con grandes juntas entre sí. Es habitual encontrar zócalos de fábrica de mampostería o de ladrillo que alejan y protegen la tapia de la humedad del suelo.

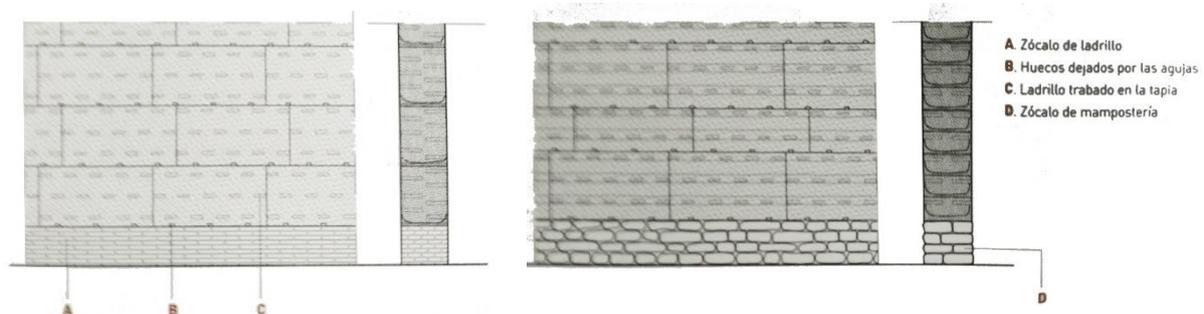


Figura 11. Alzado y sección de dos ejemplos de muro de tapia. Fuente: Vegas, F., (2011), *Aprendiendo a restaurar. Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*, p.124-125



Figura 12. Detalles de muros de tapia valenciana de la Alquería del Moro. Fuente propia.

- **Muro de mampostería ordinaria.** Consiste en un aparejo de mampuestos naturales sin ningún tipo de elaboración, los cuales se combinan y asientan entre sí mediante la ayuda de morteros de barro, cal, yeso o una mezcla de éstos.



Figura 13. Detalle de muro de mampostería de la Alquería del Moro. Fuente propia.

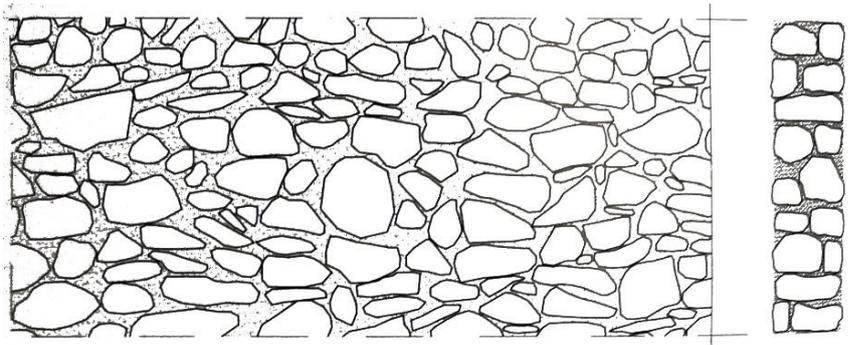


Figura 14. Alzado y sección de muro de mampostería ordinaria. Fuente: Vegas, F., (2011), *Aprendiendo a restaurar. Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*, p.120

C) Estructura portante horizontal

Además de los muros y los soportes, también debemos contar el forjado como estructura portante, en el volumen principal de la Alquería del Moro solo observamos un tipo de forjado, tradicionalmente conocido como forjado de revoltones de ladrillo.

Por último, encontramos la cubierta, otro elemento estructural que en el caso que nos ocupa consiste de una cubierta de teja árabe apoyadas sobre tableros de ladrillo cerámico macizo y a su vez sobre listones de madera que apoyan en las viguetas, también de madera. Las viguetas apoyan directamente sobre los muros, o en algún caso, sobre alguna viga de carga de gran sección.

A continuación, distinguimos los elementos estructurales horizontales que hayamos en el edificio:

- **Forjado de revoltón de ladrillos.** Estos forjados también se forman por viguetas de madera escuadradas apoyadas sobre los muros de carga, pero las acompañan revoltones de ladrillos apoyados en sus laterales. En la parte superior se dispone un relleno de yeso, arena o escombros hasta formar una superficie plana que sirva de base para recibir al pavimento del espacio correspondiente.



Figura 15. Imagen del interior de la Alquería del Moro. Fuente propia.

La imagen que se muestra a la derecha es una foto tomada del estado actual de la alquería. En ella se puede verificar que el forjado se trata del ya mencionado forjado de revoltones de ladrillo, con enlucido de yeso.

El acceso al interior está limitado, por lo que observar o realizar fotografías de este era una tarea complicada. Siendo la mayoría de las estancias del edificio inalcanzables de examinar para el visitante de a pie.

También podemos observar que hay numerosos puntales sirviendo de apoyo a las viguetas de madera. Esta actuación se debe a que recientemente se ha aprobado una intervención para rehabilitar el edificio.

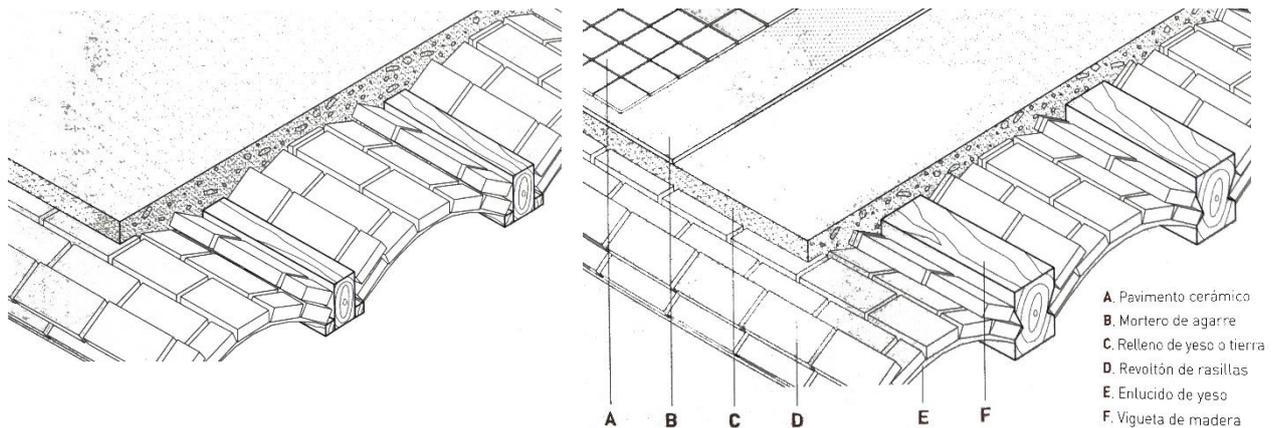


Figura 16. Detalle constructivo de un forjado de revoltones de ladrillo. Fuente: Vegas, F., (2011), *Aprendiendo a restaurar. Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*, p.141

Podemos observar que las viguetas poseen una hendidura lateral a lo largo de toda su longitud que permite o facilita el apoyo de los revoltones de ladrillo.

Se colocan más rasillas en las zonas de los riñones con la finalidad de reforzar y ahorrar material de relleno.

- **Cubierta inclinada con entabicado de rasilla.** Este tipo de cubierta parte de elementos como cumbreras o limatesas, que junto a correas, listones o rastreles escuadrados forman un entramado que sirve de plano de apoyo para el estrato de rasillas que a su vez recibirá las tejas de cubierta. Este entramado de elementos de madera apoya sobre los muros de carga del edificio.

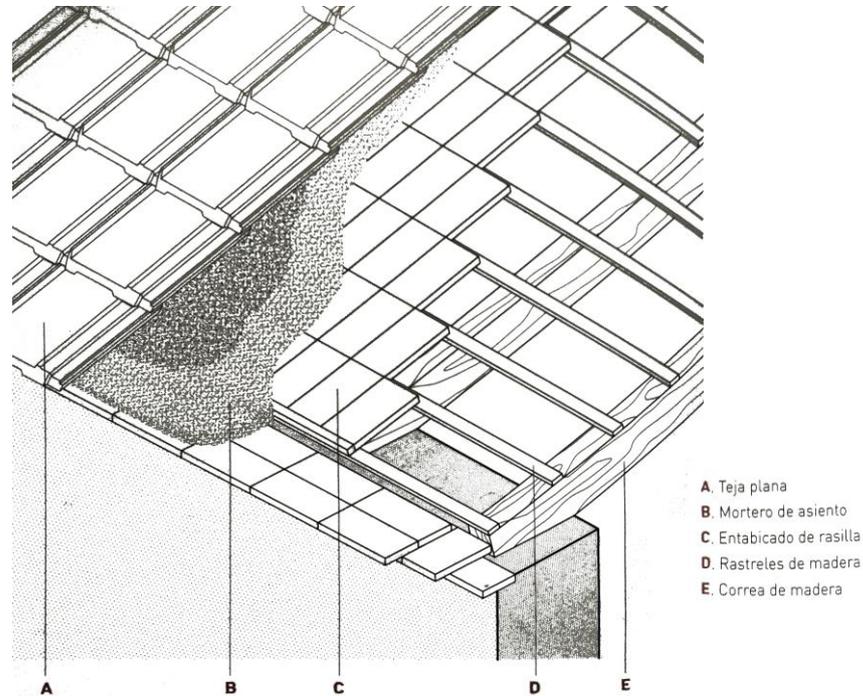


Figura 17. Detalle constructivo de una cubierta inclinada con entabicado de rasilla. Fuente: Vegas, F., (2011), *Aprendiendo a restaurar. Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*. p.158

6. Reportaje fotográfico.



Figura 18. Vistas Alzado Norte del volumen principal de La Alquería del Moro. Fuente propia.



Figura 19. Vista Alzado Sur del volumen principal de La Alquería del Moro. Fuente propia.



Figura 20. Vista Alzado Este del volumen pral. de La Alquería del Moro. Fuente propia.



Figura 21. Vistas Alzado Oeste del volumen principal de La Alquería del Moro. Fuente propia.



Figura 22. Detalle soporte vertical de La Alquería del Moro. Fuente propia.



Figura 23. Detalle acceso principal de La Alquería del Moro. Fuente propia.



Figura 24. Detalle porche oeste de La Alquería del Moro. Fuente propia.

7. Cálculo de ventilación de un edificio no residencial

Antes de llevar a cabo el proceso el certificado energético necesitaremos calcular la ventilación del edificio, pues dicho parámetro es fundamental y puede resultar determinante a la hora de calcular en la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC). En la aplicación nos piden las renovaciones por hora del edificio, que es lo mismo que el caudal de ventilación.

Para el cálculo del caudal de ventilación de edificios residenciales se requiere atender el Documento Básico HS3 (exigencias básicas de salubridad) del Código Técnico CTE, y que regula la calidad del aire interior. Pero como ya hemos hablado, el caso que nos ocupa se trata de un edificio no residencial. Concretamente un edificio terciario con una función definida como polifuncional, con carácter de museo o sala de exposiciones.

Por tanto, para obtener el caudal de ventilación necesario en dicha clase de edificios debemos optar por la metodología del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) en su apartado sobre calidad del aire interior –IT 1.1.4.2- y que se refiere a la norma UNE-EN 13779.

La calidad térmica del ambiente, así como la calidad del aire interior son exigencias que regula el RITE. La primera exigencia se refiere al bienestar térmico en los espacios interiores, y depende del tipo de actividad y grado de vestimenta, la temperatura operativa y la humedad relativa. La calidad del aire por su lado, está directamente relacionado con las exigencias del reglamento respecto del sistema de ventilación del aire de los edificios, unas veces ligado al sistema de climatización, y otras totalmente independiente del mismo.

- **Paso 1. Determinar la categoría del aire interior en función del uso del edificio.**
La calidad del aire interior (IDA) del edificio o local en este caso, se determina en función de la actividad que se desarrolle en su interior, y se clasifica en 4 categorías:
 - A) IDA 1 (aire de óptima calidad).** Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
 - B) IDA 2 (aire de buena calidad).** 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.
 - C) IDA 3 (aire de calidad media).** Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (excepto piscinas) y salas de ordenadores.
 - D) IDA 4 (aire de baja calidad).**

Por tanto, en nuestro caso determinamos que nuestro edificio requiere de un **IDA 2**, por su función de “**museo**”, la cual es más restrictiva.

- **Paso 2. Determinar el caudal mínimo del aire exterior de ventilación.** Una vez conocida la categoría de calidad del aire interior que hay que alcanzar, calculamos el caudal mínimo de aire exterior de ventilación. El RITE desarrolla cinco métodos de cálculo, en función de la actividad que se desarrolle en el espacio interior, el nivel de contaminantes, si es zona de fumadores o no, o la concentración de CO₂:
 - A) Método directo de caudal de aire exterior por persona.** Para espacios interiores en los que la actividad metabólica sea alrededor de 1,2 met, la producción de contaminantes debido a fuentes distintas al ser humano sea baja, y no se fume.
 - B) Método directo por calidad del aire percibido (basado en informe CR 1752 método olfativo).**

- C) Método directo por concentración de CO₂. Recomendado en locales con elevada actividad metabólica, y que no se fume.
- D) Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie. Para espacios no dedicados a ocupación humana permanente.
- E) Método de dilución. Se aplica si se conoce las emisiones de contaminantes específicos.

Para el cálculo de caudal de aire del caso de estudio podemos emplear, con los datos que conocemos del edificio, el **método A o el método D**.

Para el **método D, o método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie**, simplemente se debe coger el caudal proporcionado por la tabla de la norma UNE-EN 13779:2008 y multiplicarlo por la superficie total del edificio.

Categoría	DM3/(s*m2)
IDA 1	no aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Figura 25. Tabla de caudales de aire exterior por unidad de superficie. Norma UNE-EN 13779:2008

La superficie total del edificio es de 585,828 m². Y el volumen total del mismo será de 2841,255 m³. Por lo que:

$$585,828 \text{ m}^2 \times 0,83 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2 = 486,24 \text{ dm}^3/\text{s} = 486,24 \text{ litros/s}$$

A raíz del caudal obtenido, para conocer las renovaciones por hora necesarias, realizamos la transformación siguiente:

$$486,24 \text{ dm}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} \times 1\text{m}^3/1000 \text{ dm}^3 = 1,751 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,751 \text{ m}^3/\text{h} / 2841,255 \text{ m}^3 = 0,000616 \text{ ren/h}$$

Aunque ha sido posible calcular el caudal de ventilación por este método, hay que añadir que dicho resultado es irreal, pues según la norma UNE-EN 13779:2008, los valores proporcionados por la tabla están pensados para espacios sin ocupación permanente, semejantes a almacenes u otros lugares de cortos periodos de ocupación.

En definitiva, el único método que podemos realizar con los datos que disponemos, y más restrictivo, es el **método A, o método directo de caudal de aire exterior por persona**.

En función de la categoría de calidad del aire interior (IDA), se asigna un caudal de aire exterior por persona, es decir, en función de la ocupación.

Categoría	DM3/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Figura 26. Tabla de caudales de aire exterior por persona. Norma UNE-EN 13779:2008

El cálculo de la ocupación típica, en función del tipo de uso, se puede determinar según las tablas de las normas UNE-EN 13779:2004 y UNE-EN 13779:2008.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Pública conurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2

Figura 27. Tabla de la ocupación típica en función del tipo de uso. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI)

A raíz de estos datos, y conociendo que la superficie total del edificio es de 585,828 m². Y el volumen total del mismo será de 2841,255 m³. Sacamos las siguientes conclusiones:

$$585,828 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona} / 2 \text{ m}^2 = 292,914 \approx 293 \text{ personas}$$

Luego, el caudal será:

$$293 \text{ personas} \times 12,5 \text{ dm}^3/\text{s} = 3662,500 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$3662,500 \text{ dm}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ dm}^3 = 13185 \text{ m}^3/\text{h}$$

Y las renovaciones/hora a tener en cuenta en el cálculo del edificio:

$$13185 \text{ m}^3/\text{h} / 2841,255 \text{ m}^3 = \mathbf{4,64 \text{ ren/h}}$$

Optamos para el cálculo del edificio estudiado por un valor de **4,64 renovaciones/hora**.

8. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA ALQUERÍA DEL MORO: ESTADO ACTUAL

8.1 Procedimiento de obtención del CEE de la Alquería del Moro

Para la obtención de la certificación energética, usamos la aplicación HULC (Herramienta Unificada LIDER – CALENER). El primer paso a realizar al abrir el programa es proporcionar los datos administrativos (del edificio y del agente certificador), y los datos generales, que engloban la zona climática, propiedades básicas del edificio y las renovaciones por hora.

Datos administrativos | Datos generales | Fuentes de energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Datos Proyecto | Datos Certificador

Datos del proyecto

Nombre del proyecto: Alquería del Moro

Uso del edificio: viviendas unifamiliares de distintos tipos

Superficie construida: 292,91 Altura total: 9,70 Plantas sobre rasante: 2 Plantas bajo rasante: 0

Comunidad autónoma: Comunidad Valenciana Provincia: Valencia Localidad: Valencia Código postal: 46025

Tipo vía: Calle Nombre de la vía: C/Emili Camps i Gallego

Tipo numeración: Num Número: -2 Bloque: - Portal: - Escalera: - Piso: - Puerta: - Datos adicionales: -

Normativa vigente (construcción/rehabilitación)

Normativa vigente edificación: CTE HE 2013

Normativa vigente instalaciones térmicas: RITE (2013)

Otras normativas: Cumplimiento de requisitos medioambientales

Año construcción: Período: Anterior a 1900

Referencia(s) catastral(es): 002001300YJ27E0001MY

Figura 28. Datos administrativos necesarios para la obtención del CEE. Fuente propia.

Datos administrativos | Datos generales | Fuentes de energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Definición del caso

Verificación CTE-HE y Certificación de Eficiencia Energética

- Edificio NUEVO
- Edificio EXISTENTE: Ampliación
- Edificio EXISTENTE: Intervención importante
- Edificio EXISTENTE: Cambio de uso característico

Solo Certificación de Eficiencia Energética

- Edificio EXISTENTE: Solo Certificación

Tipo de edificio

- Vivienda unifamiliar
- Viviendas en bloque
 - Una Vivienda de un bloque
- Edificio Terciario Pequeño o Mediano (PMT)
 - Un local de un Edificio PMT
- Gran Edificio Terciario (GT)
 - Un local de un Edificio GT

Localidad, Datos Climáticos

Comunidad autónoma: Comunidad Valenciana

Provincia: Valencia

Localidad: Valencia

Altitud: 2,00 m

Zona climática: B3

- Peninsular
- Extrapeninsular

Ventilación inicial de los espacios habitables del edificio

Número de renovaciones hora: 4,64

Valores por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: I_Baja-12h-Acondicionado

Figura 29. Datos generales necesarios para la obtención del CEE. Fuente propia.

Respecto a los datos generales, cabe señalar que se ha indicado “edificación nueva” porque se cambia por completo el uso del edificio.

La zona climática B3 corresponde a la ciudad de Valencia, incluido el distrito donde se haya el caso de estudio, Benicalap.

Las renovaciones hora que se introducen son las previamente calculadas y justificadas en este mismo documento.

El tipo de uso corresponde con una intensidad baja. Pues al ser un edificio terciario al que se da uso de museo o edificio polifuncional, no se prevé un empleo constante del mismo.

Una vez facilitada toda la información general y administrativa al programa, el segundo paso consistirá en definir el edificio, así como sus espacios y elementos. Para ello, en la pestaña de definición geométrica y a partir de las cotas del edificio, se van creando los diferentes elementos que lo componen. Empezando por las plantas, siguiendo con los cerramientos, luego cubiertas y por último los huecos.

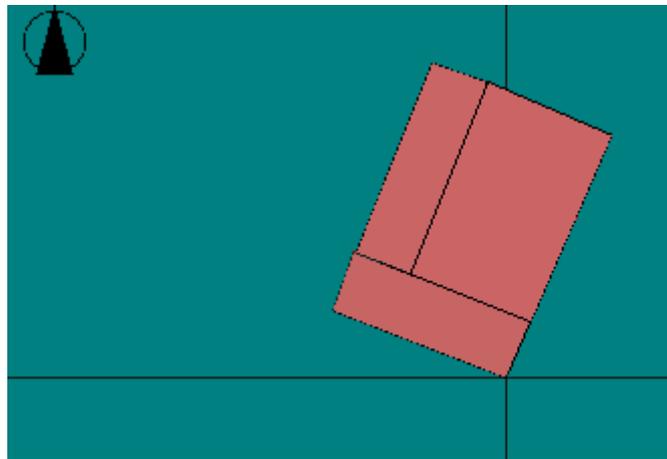


Figura 30. Planta de cubiertas de La Alquería del Moro modelizada en HULC. Fuente propia.

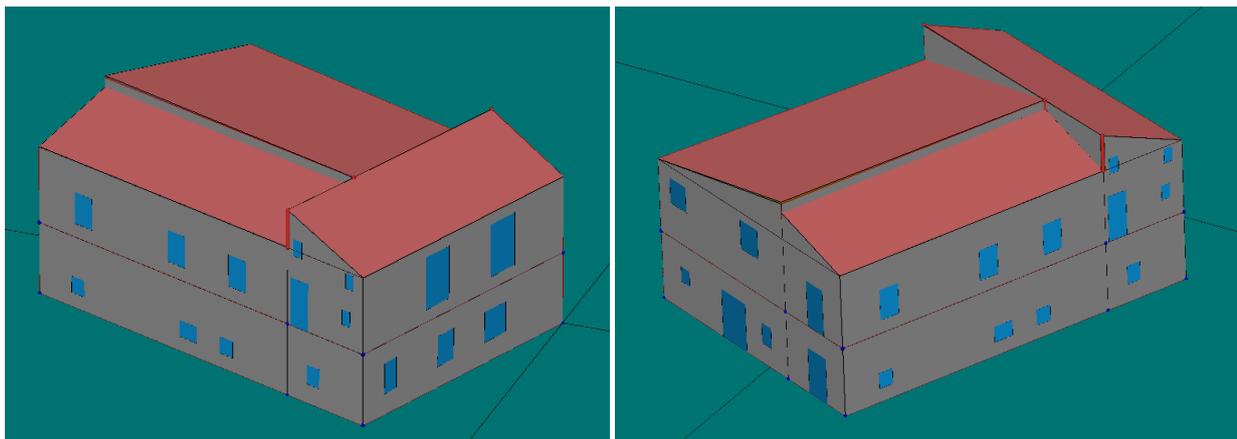


Figura 31. Volúmenes 3D de La Alquería del Moro modelizada en HULC. Fuente propia.

En las figuras 30 y 31, se puede apreciar cómo queda la modelización final de La Alquería del Moro de manera simplificada.

A la hora de realizar la modelización, es importante saber que HULC trabaja y calcula mejor con simplificaciones. Una de las simplificaciones más importantes que conviene llevar a cabo es la de unificar los espacios acondicionados. Siempre que los espacios interiores, es decir, que no estén en contacto con el exterior, sean acondicionados, conviene unificarlos en uno solo. En el caso que nos ocupa, todos los espacios de cada planta se han considerado acondicionados, por lo que solo se valorará el aislamiento térmico de la envolvente exterior de volumen definido.

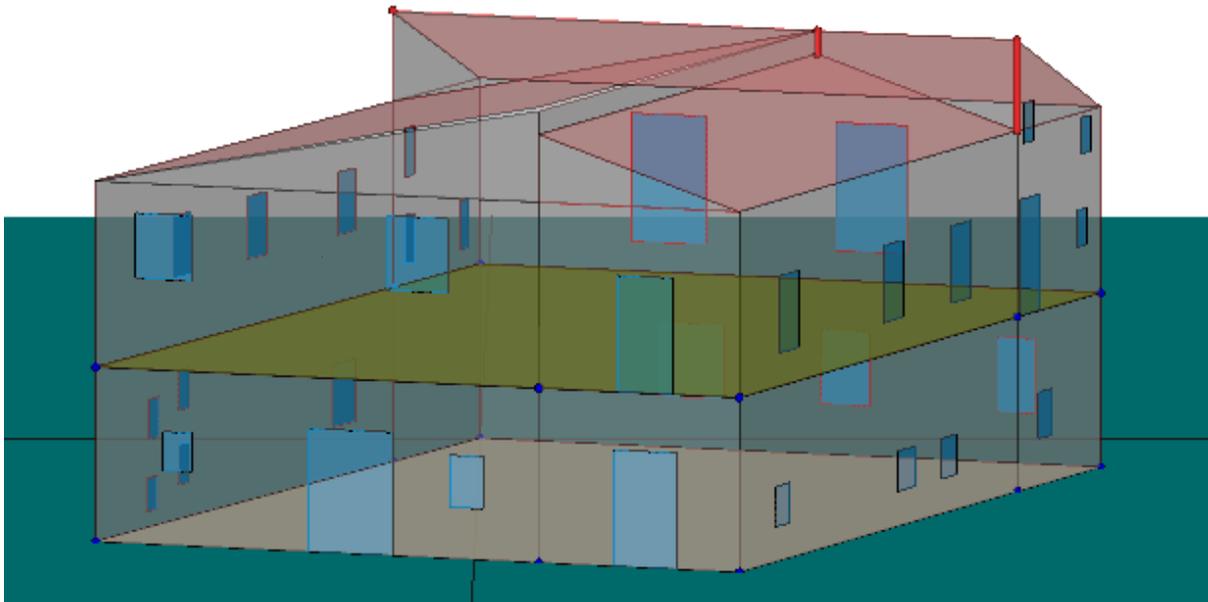


Figura 32. Volumen 3D con transparencia de La Alquería del Moro modelizada en HULC.

En el caso propuesto se ha querido definir el forjado interior para distinguir las diferentes plantas del edificio, pero desde el punto de vista térmico, no influye en absoluto, ya que el confort que se pretende obtener tanto en planta baja como en planta primera es el mismo, es decir, son dos zonas igualmente acondicionadas.

Ya definida la geometría del edificio, el tercer paso es definir la materialidad de los elementos de la envolvente de éste.

Para ello accedemos a la pestaña de “base de datos”. En la cual disponemos de un amplio repertorio de materiales con sus características térmicas ya definidas.

Puede darse el caso de que no encontremos el material pretendido, como ha pasado en la fachada de la Alquería del Moro, pues al ser un edificio muy antiguo no se haya su composición en el inventario. En estos casos se puede crear un material definiendo sus características.

Para la fachada del edificio objeto se ha creado un material a partir de otros estudios de edificios de características similares. Este material se ha denominado “Tapia Valenciana”, y posee una conductividad de 0.556. Equivale a la definida anteriormente como Tapia valenciana o de ladrillos salteados. Este valor de conductividad no es especialmente favorable, pero, junto al gran espesor de los muros que posee el edificio, se genera una transmitancia térmica final de la fachada que oscila entre 0.70 y 0.95. Valores asequibles teniendo en cuenta que no se da uso de aislamientos.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Tapia Valenciana	0,650	0,550	1470	1000	
2						

Grupo Material: Otro
Material: Tapia Valenciana

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,74 W/(m²K)



Figura 33. Composición de fachada de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

A pesar de que existen trozos de fachada de diferente material al de la tapia de ladrillos salteados o tapia valenciana, como puede ser el muro de mampostería, no se ha definido por dos motivos. El primero porque no está claramente delimitado y a la hora de diseñar geométricamente el edificio daría muchos problemas. Y, en segundo lugar, porque el valor térmico de ambos tipos de muro es similar, y no habría diferencias resaltantes en el resultado final.

Para el resto de elementos si se han podido encontrar equivalencias en los materiales de la base de datos.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,150	2,300	2400	1000	
4	Tierra vegetal [d < 2050]	0,200	0,520	2000	1840	
5						

Grupo Material: Cerámicos
Material: Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 1,48 W/(m²K)



Figura 34. Composición del suelo en contacto con el terreno de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Tablero de partículas 180 < d < 270	0,020	0,100	225	1700	
3	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,040	0,410	900	1000	
4	FU con viquetas de madera con entrevigado	0,310	1,335	840	800	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material: Cerámicos
Material: Teja de arcilla cocida
Espesor (m): 0,020

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U: 1,32 W/(m²K)

Figura 35. Composición de la cubierta de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

Ya definidos los elementos de la envolvente, seguimos definiendo los huecos del edificio. En el caso que nos ocupa, los huecos actuales no poseen vidrio, se componen de carpinterías de madera y rejillas metálicas. Pero como el programa no deja calcular sin establecer algún tipo de vidrio y carpintería, definiremos los huecos con la mayor equivalencia posible.

Entre los huecos que podemos encontrar se diferencia claramente puertas y ventanas. Las puertas son prácticamente opacas, hechas de madera, por lo que se definirán con un porcentaje de marco del 99%, de este modo, el vidrio sencillo implementado no ejercerá efecto para su cálculo.

Propiedades

Grupo Vidrio: Vidrios
Vidrio: Sencillo

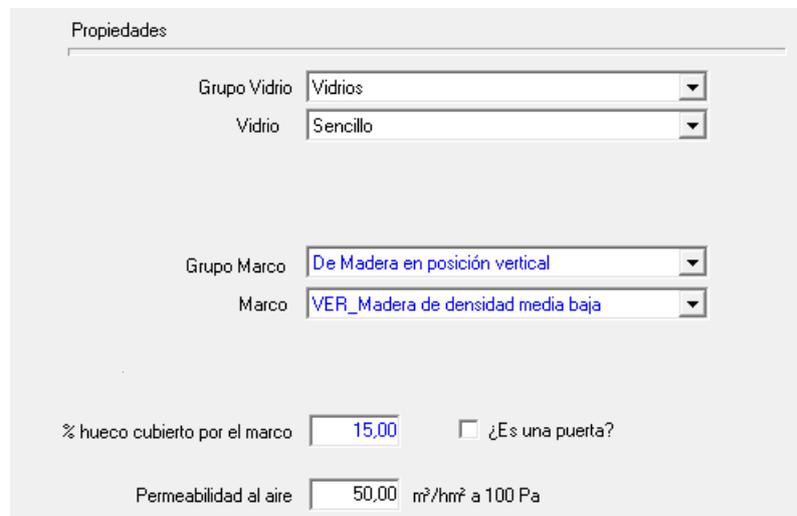
Grupo Marco: De Madera en posición vertical
Marco: VER_Madera de densidad media baja

% hueco cubierto por el marco: 99,00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire: 60,00 m²/hm² a 100 Pa

Figura 36. Composición de las puertas de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

En cuanto a las ventanas, se definen con el vidrio de menor calidad posible y con una permeabilidad al aire igual a la permeabilidad límite en dicha zona climática. Lo que equivale a decir que existe una fuerte transmisión o intercambio de aire entre el interior y el exterior del hueco.



Propiedades

Grupo Vidrio: Vidrios

Vidrio: Sencillo

Grupo Marco: De Madera en posición vertical

Marco: VER_Madera de densidad media baja

% hueco cubierto por el marco: 15,00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire: 50,00 m²/hm² a 100 Pa

Figura 37. Composición de las ventanas de La Alquería del Moro en HULC.
Fuente propia.

Finalmente, una vez definidos los materiales y los huecos, se calcula con el programa el cumplimiento de la exigencia HE-1. La cual hace referencia a la demanda conjunta de energía en dicho edificio.

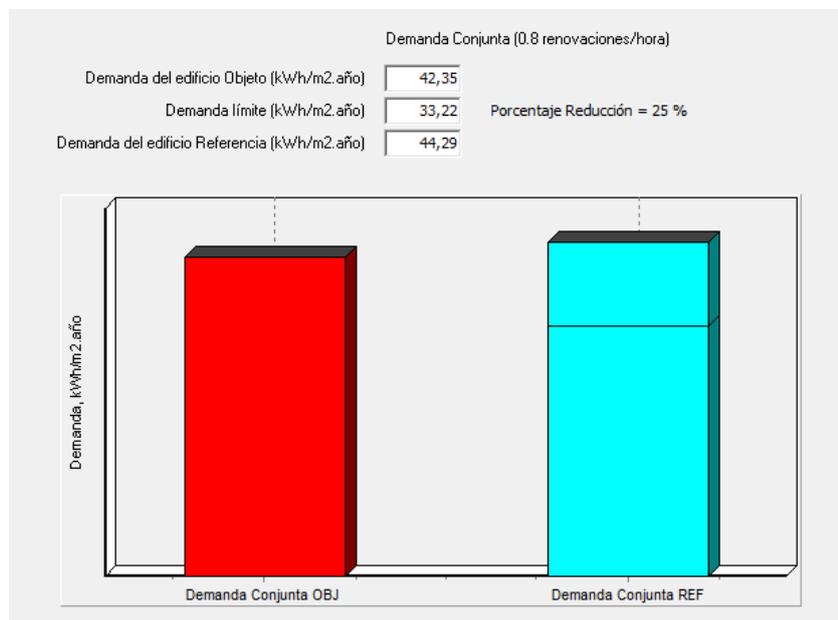


Figura 38. Gráfica comparativa de la exigencia HE-1 en HULC. Fuente propia.

Como podemos observar la demanda del edificio objeto es muy superior a la demanda límite que debería poseer un edificio con esas características generales y geométricas. Por lo tanto, no cumple la exigencia del HE-1. Se debe modificar las características de la envolvente del edificio (cerramientos y huecos), hasta adquirir una demanda inferior a la demanda límite.

El edificio actualmente no posee ningún tipo de instalación térmica, por lo que la comprobación frente a la exigencia del HE-0, que va en función del consumo no cumplirá.

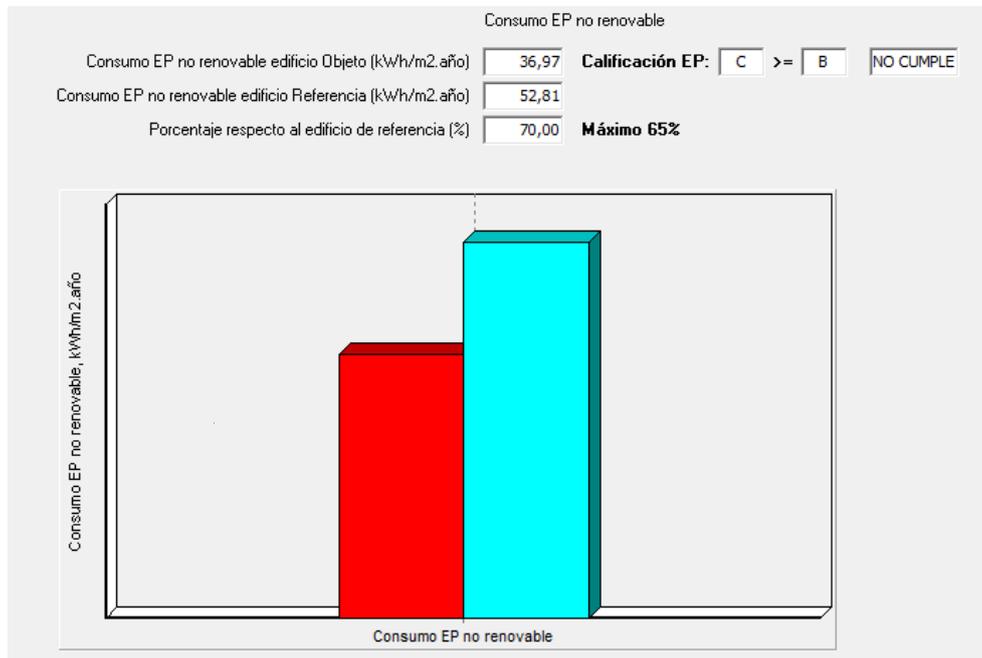


Figura 39. Gráfica comparativa de la exigencia HE-0 en HULC. Fuente propia.

8.2 Verificación obtenida tras el CEE de La Alquería del Moro

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h'

Ahorro alcanzado (%)	4,39	Ahorro mínimo (%)	25,00	No cumple
$D_{cal(0,80),O}$	35,21 kWh/m ² .año	$D_{cal(0,80),R}$	34,95 kWh/m ² .año	
$D_{ref(0,80),O}$	10,19 kWh/m ² .año	$D_{ref(0,80),R}$	13,35 kWh/m ² .año	
$D_{G(0,80),O}$	42,35 kWh/m ² .año	$D_{G(0,80),R}$	44,29 kWh/m ² .año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	C	Calificación mínima (C_{ep})	B	No cumple
C_{ep}	36,97 kWh/m ² .año	$C_{ep,B-C}$	34,33 kWh/m ² .año	

Figura 40. Verificación y resumen de resultados tras la CEE obtenida en HULC. Fuente propia.

La verificación es el resumen del cumplimiento de nuestro edificio frente a las exigencias a las que se expone. A la izquierda quedan reflejados en valor numérico los porcentajes y cantidades que ha obtenido el edificio, y a la derecha los valores límite que debe afrontar.

8.3 Calificación obtenida tras el CEE de La Alquería del Moro

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Alquería del Moro		
Dirección	C/Emili Camps i Gallego -2 - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46025
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	Anterior a 1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	002001300YJ27E0001MY		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Enrique Jesús Fuentes Burgals	NIF/NIE	44526743P
Razón social	ACEE	NIF	-
Domicilio	Joanot Martorell -1 - -1 - - -1		
Municipio	Tavernes Blanques	Código Postal	46016
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-enfuebur@arq.upv.es	Teléfono	-654107086
Titulación habilitante según normativa vigente	-Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

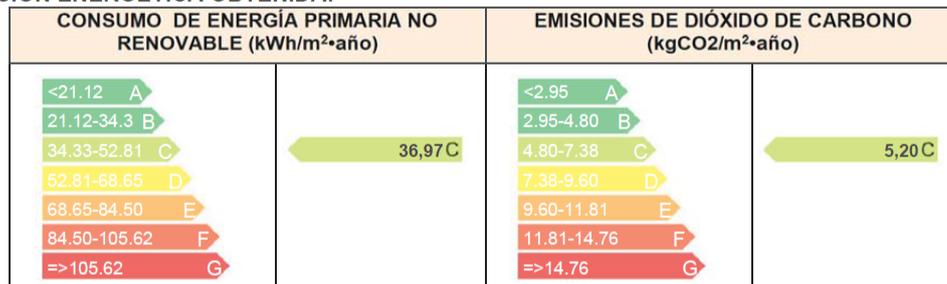


Figura 41. Calificación final obtenida tras la CEE obtenida en HULC. Fuente propia.

En conclusión, podemos decir que el edificio en el estado actual no cumple las exigencias de eficiencia energética establecidas a día de hoy. Y tal y como se muestra en el siguiente certificado, la calificación obtenida es de C. Letra insuficiente para hacer frente a los requisitos actuales. Como mínimo debería tener una letra B.

9. PROPUESTAS DE MEJORA

Basándonos en los resultados obtenidos en HULC, sobre el edificio objeto actual, resulta obvio que se deben realizar varias mejoras significativas para obtener una certificación energética aceptable. Para ello, se propone realizar las intervenciones que mejoren el comportamiento térmico de nuestro edificio.

Las mejoras se deben centrar en satisfacer las exigencias HE-1 y HE-0, referidas a las características de la envolvente y a las instalaciones térmicas, respectivamente.

9.1 Intervención en la envolvente térmica

La envolvente térmica es la principal culpable de no cumplir la exigencia HE-1. Otros aspectos como la zona climática o la orientación también influyen mucho, pero no están en nuestra mano modificarlos. Lo más fácil es adaptar la envolvente del edificio para que consiga un correcto funcionamiento en el lugar donde se encuentra.

Para ello, primero nos centramos en añadir aislamiento térmico a todos aquellos elementos de la envolvente del edificio. Centrándonos en los que no se requiera un cambio de imagen, ya que nos interesa mantener la personalidad histórica e imagen del edificio. Estos elementos serán la solera y la cubierta.

La solera se encuentra sin pavimentar y en la mayoría de los casos destruida, por lo que la intervención consiste en la realización de una solera nueva con aislamiento y suelo radiante incluido, del que hablaremos más adelante. Fijando como acabado un pavimento cerámico tradicional.

En cuanto a la cubierta, se deben retirar las tejas cerámicas y los tableros de madera para disponer el aislamiento sobre el mortero que rellena los revoltones. Después volver a colocar los mismos tableros y tejas previamente retirados. Durante el proceso se debe sustituir o reparar aquellas piezas que se vean dañadas o deterioradas.

Sobre los muros de fachada no podemos intervenir sin perder gran parte de su apariencia. Ya que si se quieren aislar se debe disponer la capa de aislamiento sobre su cara exterior o interior, y, seguidamente, tapar la capa de aislante con otro material. Esto produce que la imagen del edificio, bien por el interior o bien por el exterior, pierda toda su personalidad.

El aislamiento escogido se trata de XPS, poliestireno extruído con dióxido de carbono (CO₂). Se confina como una plancha rígida muy versátil, pues sirve para cualquier tipo de cerramiento. Tiene buenas cualidades aislantes, tanto térmica como acústicamente. En concreto el compuesto por dióxido de carbono es muy fácil de obtener en nuestro país, por lo que tiende a resultar más económico. Para el edificio se escoge una plancha de ocho centímetros de espesor (o dos de cuatro) y conductividad térmica de 0,034 W/m·K.

En segundo lugar, se deben disponer carpinterías y acristalamientos de calidad. Pues, recordamos que muchos de los huecos que encontramos están sin ningún tipo de elemento que impida la transmisión libre de aire interior-exterior. Y los que sí lo tienen se encuentran totalmente desgastados.

Por dicha razón, se propone retirarlos y disponer nuevas carpinterías de madera de baja densidad, (mismo material que las preexistentes), y vidrios de buena calidad, dobles con cámara de aire y bajo emisivos. Pues la solución dada en los huecos debe compensar la falta de aislamiento en los muros de fachada.

9.2 Instalaciones térmicas del edificio

En todos los edificios residenciales, existen dos necesidades básicas que siempre deben resolverse, el abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y la climatización, la cual puede ser, según lo requiera, calefacción o calefacción más refrigeración. Pero cuando nos referimos a edificios no residenciales, la necesidad del Agua Caliente Sanitaria (ACS) es relativa al uso del edificio. En el caso que nos ocupa no necesitamos generar agua caliente puesto que se trata de un museo o edificio polifuncional, es decir, es un lugar que no requiere residir ni albergar ocupantes durante largos periodos, además, de que no presenta vestuarios o duchas en los baños para el personal. Por lo que solo se requerirá el abastecimiento de agua fría.

Existen múltiples sistemas e instalaciones térmicas para resolver las necesidades anteriores. Pero desde un punto de vista ecológico, no todas las soluciones son igual de eficientes, por eso hay que plantear una estrategia acorde al edificio, y elegir con cuidado. Esto se debe a que la gran mayoría de las instalaciones térmicas que podemos emplear hoy en día tienen un determinado consumo de energía no renovable y por consiguiente elevadas emisiones de CO₂, nada beneficiosas para el medio ambiente. A mayor consumo, mayores serán las emisiones. Por tanto, debemos procurar resolver las necesidades de nuestro edificio con los sistemas y maquinarias que posean el menor consumo de energía no renovable posible, es decir, ser eficientes.

La mejor manera de reducir las emisiones de CO₂, es emplear fuentes de energía renovable, por ello, cada vez más se utilizan captadores solares en los edificios de obra nueva. Lo malo de los captadores solares es el impacto visual que provocan en determinados casos. En el caso que nos ocupa puede ser realmente perjudicial para la imagen del edificio, por lo que es mejor optar por otra alternativa.

También hay que tener en cuenta que, a menor cantidad de maquinaria, lógicamente, menor consumo, por tanto, es conveniente solventar las necesidades del edificio con las mínimas instalaciones posibles.

A veces, dependiendo de la zona climática, la orientación o el tipo de edificio, no es necesario tener en cuenta la refrigeración. En nuestro caso no debemos preocuparnos demasiado por ella puesto que el tipo de edificación de nuestro edificio propicia bienestar en verano debido a la gran sección de sus muros. De todos modos, siempre es conveniente, si se puede, añadir un sistema de refrigeración con el fin de facilitar el confort general.

Omitiendo la energía solar, la mejor alternativa que podemos encontrar en el mercado hoy en día es la energía aerotérmica capturada por las bombas de calor, que puede considerarse energía procedente de fuentes renovables siempre que la producción final de energía supere de manera significativa al consumo de energía primaria necesaria para impulsar dicha bomba.

Podemos resumir la aerotermia como el empleo de bombas de calor accionadas eléctricamente con un consumo extremadamente bajo respecto al calor que producen. Además, a diferencia de los captadores solares, que requieren situarse en zonas exteriores propicias a captar luz solar, estas máquinas pueden almacenarse en casi cualquier parte, sin afectar tanto a la imagen del edificio.

En definitiva, para solventar las necesidades térmicas de nuestro edificio utilizamos un sistema de calefacción multizona por agua. Para ello empleamos la energía aerotérmica obtenida mediante una bomba de calor aire-agua, que usa energía eléctrica para calentar aire, el cual, mediante intercambio de calor, calentará el agua que fluirá por un circuito interior (suelo radiante), proporcionando calor a todas las estancias.

Se escoge suelo radiante en lugar de radiadores convencionales debido a que el suelo radiante tiene menor impacto visual, pues queda escondido debajo del pavimento flotante. Además, justamente el pavimento actual del edificio está destrozado o es inexistente, por lo que se puede aprovechar la puesta o remodelación de este para fijar el suelo radiante.

La única cuestión que debemos prever y calcular antes de utilizar este sistema, es el cumplimiento de la bomba de calor escogida como fuente de energía renovable según la norma HE4 del CTE. La cual establece que sólo computarán como renovables aquellas bombas de calor con un SPF, (factor de rendimiento medio estacional estimativo), superior a $1,15 \times 1/\eta$. La Comisión de la Directiva Europea mediante la decisión 2013/114/UE, fija el valor de la eficiencia del sistema de energía (η) en 0,455 (45,5%). Como consecuencia el SPF mínimo de corte ($SCOP_{net}$), de las bombas de calor accionadas eléctricamente, que debe considerarse para que éstas capturen energía renovable, es de 2,5.

Cálculo del $SCOP_{net}$

SCOP significa "Coeficiente de eficiencia estacional" y determina, en este caso, el rendimiento en calefacción, y, por lo tanto, con él podemos calcular el consumo de un equipo en calor. Cuanto más alto sea el valor de este coeficiente, mayor será la eficiencia energética.

En el caso que nos ocupa, como utilizamos una misma bomba de calor para producir calefacción y ACS, debemos justificar que tiene un $SCOP_{net \text{ calefacción}} (SPF) \geq 2,5$ y un $SCOP_{net \text{ ACS}} (SPF) \geq 2,5$.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y el factor de corrección (FC) correspondientes.

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$$

El FP se obtiene de la tabla 4.1 en relación a la zona climática del emplazamiento del edificio y al tipo de calor empleado.

Fuente Energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP)				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Energía Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Figura 42. Tabla 4.1. Factor de ponderación (FP) para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de calor en función de las fuentes energéticas, según zona climática. Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios, 2014

En el caso que nos ocupa optaremos por un $FP = 0,80$. Pues el edificio se encuentra en Benicalap (Valencia) correspondiente a la zona climática B3, y posee un sistema de energía Aerotérmica de equipos centralizados.

El factor de corrección (FC), se obtiene de la tabla 4.2. La temperatura de producción a considerar será de 60°C, se podrá optar por otra temperatura de producción menor, siempre que se justifique según los criterios del Real Decreto 865/2013 del 4 de julio. En cualquier caso, se recomienda que nunca quede por debajo de los 45°C.

Para este cálculo escogeremos el factor de corrección más restrictivo, por tanto, el valor que emplearemos según la tabla 4.2 será FC= 0,55.

Factor de Corrección (FC)						
Tº de condensación (°C)	FC (COP a 35°C)	FC (COP a 40°C)	FC (COP a 45°C)	FC (COP a 50°C)	FC (COP a 55°C)	FC (COP a 60°C)
35	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

Figura 43. Tabla 4.2. Factores de corrección (FC) en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP. Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios, 2014

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC = 2,5 \leq COP_{nominal} \times 0,80 \times 0,55$$

Por lo que el COP_{nominal} que deberá poseer la bomba de calor que utilizemos tendrá que ser como mínimo:

$$2,5 / 0,80 / 0,55 = 5,68$$

Dicho coeficiente es bastante elevado, ya que conlleva utilizar un equipo de eficiencia A+++ , lo que puede resultar costoso de adquirir. En cualquier caso, se ha sido muy restrictivo en el cálculo.

Una situación más real, sería contar con una temperatura de condensación de 55 °C y una temperatura de ensayo del COP a 45°C. De esta manera obtenemos un coeficiente FC = 0,79.

Por lo que,

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC = 2,5 \leq COP_{nominal} \times 0,80 \times 0,79$$

$$2,5 / 0,80 / 0,79 = 3,96$$

Este coeficiente es alto y mucho más asequible, bastará adquirir una bomba de calor cuyo índice de eficiencia energética equivalga a una letra A+.

10. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA ALQUERÍA DEL MORO: EDIFICIO MEJORADO

10.1 Procedimiento de obtención del CEE del edificio mejorado

A continuación, se exponen los cambios definidos dentro del HULC. En cuanto a los datos generales y administrativos no se requiere ninguna modificación.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Tapia Valenciana	0,650	0,550	1470	1000	
2						

Grupo Material: Otro

Material: Tapia Valenciana

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,74 W/(m²K)



Figura 44. Composición de fachada de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

La fachada no sufre modificaciones, tal y como se ha explicado anteriormente.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0,080	0,034	38	1000	
4	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,150	2,300	2400	1000	
5	Tierra vegetal [d < 2050]	0,200	0,520	2000	1840	
6						

Grupo Material: Cerámicos

Material: Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,33 W/(m²K)

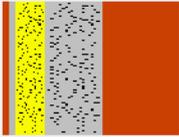


Figura 45. Composición del suelo en contacto con el terreno de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

Se construye prácticamente nueva, por lo que se puede disponer el aislamiento sin ningún tipo de problema. Además, se coloca suelo flotante como pavimento, de manera que se pueda disponer suelo radiante en su interior. Concretamente entre la capa de mortero y las baldosas cerámicas.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Tablero de partículas 180 < d < 270	0,020	0,100	225	1700	
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0,080	0,034	38	1000	
4	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,040	0,410	900	1000	
5	FU con viqueetas de madera con entrevigado	0,310	1,335	840	800	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
7						

Grupo Material: Cerámicos
Material: Teja de arcilla cocida
Espesor (m): 0,020
U: 0,32 W/(m²K)

Figura 46. Composición de la cubierta de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

En la cubierta basta con desmantelar las tejas y las rasillas de madera para colocar el asilamiento sobre el mortero de nivelación que cubre los revoltones, entonces, volver a colocar los tableros de madera con las tejas correspondientes.

La definición de los huecos ya menciona queda compuesta por carpinterías de madera de media-baja densidad y vidrios de buena calidad, dobles, con cámara de aire y bajo emisivos. Para las puertas se mantiene la alta presencia de madera con un 99% de hueco cubierto por el marco.

Propiedades

Grupo Vidrio: Dobles bajo emisivos <0.03 en posición vertical
Vidrio: VER_DB3_4-15-4

Grupo Marco: De Madera en posición vertical
Marco: VER_Madera de densidad media baja

% hueco cubierto por el marco: 99,00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire: 60,00 m³/hm² a 100 Pa

Figura 47. Composición de las puertas de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire m²/hm² a 100 Pa

Figura 48. Composición de las ventanas de La Alquería del Moro en HULC. Fuente propia.

Una vez redefinidas las composiciones de los elementos envolventes y añadidos los vidrios. Al calcular frente a la exigencia HE-1, obtenemos que:

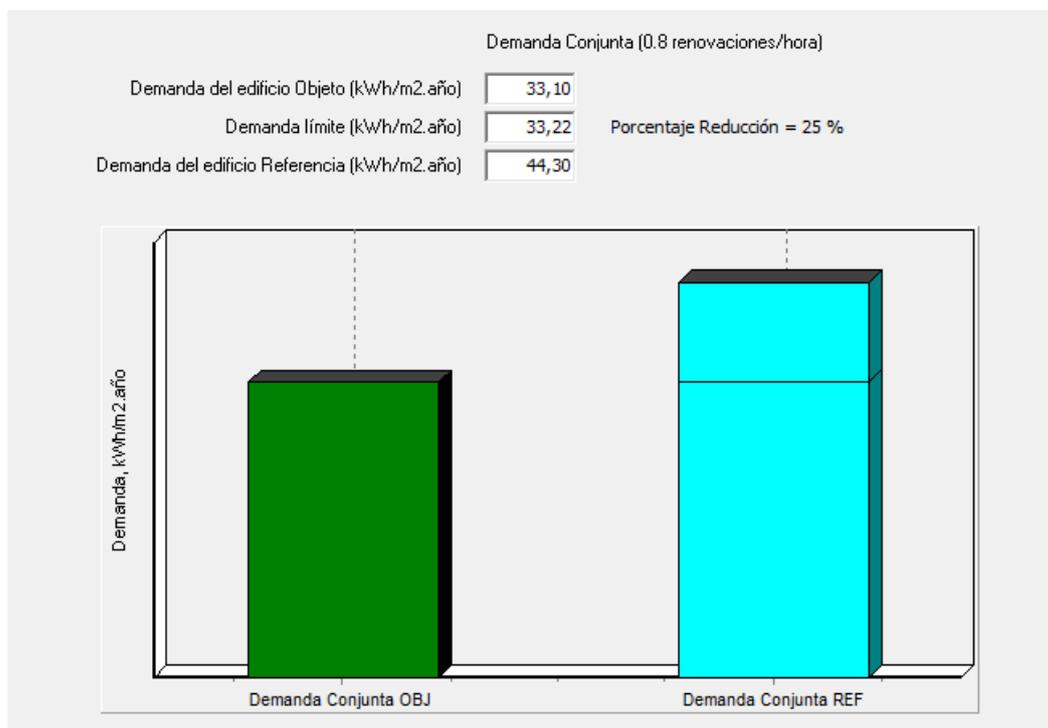


Figura 49. Gráfica comparativa de la exigencia HE-1 en HULC. Fuente propia.

Por lo que podemos afirmar que ahora sí, las características de la envolvente cumplen frente a la demanda de energética del edificio.

Sobre las instalaciones térmicas a disponer en el edificio, se descarta el empleo de un sistema ACS (Agua Caliente Sanitaria), pues en un edificio terciario de estas características no es necesario. Por tanto, quedaría definido como se muestra en la figura 50.

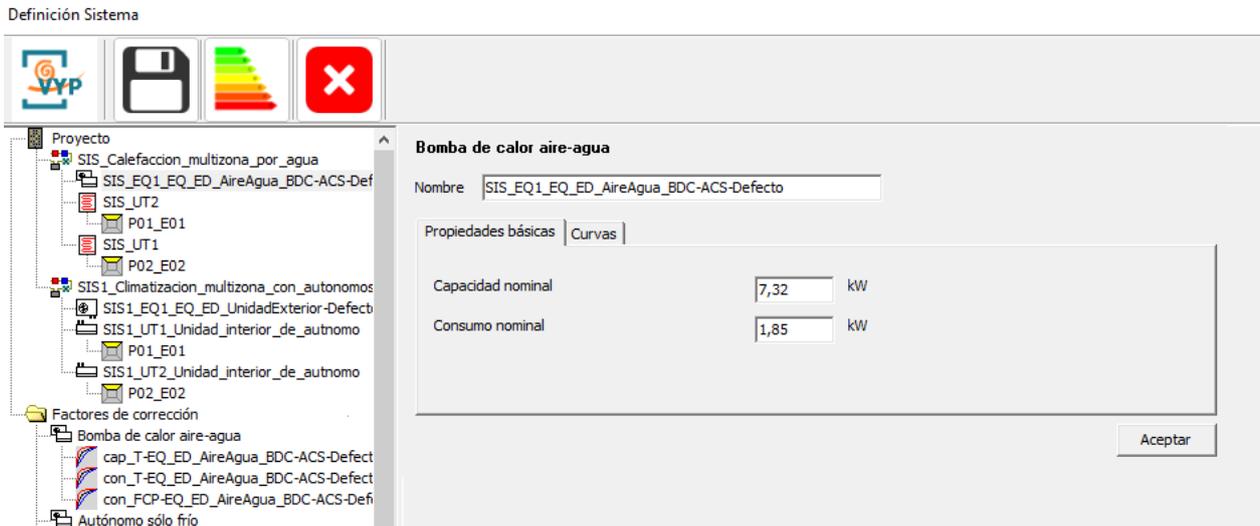


Figura 50. Definición de las instalaciones térmicas implantadas en La Alquería del Moro, HULC. Fuente propia.

El sistema queda definido por calefacción multizona por agua, mediante la disposición de suelo radiante, no radiadores. Pues este puede quedar oculto bajo el pavimento flotante de la solera y el forjado, de modo que no dañe la apariencia del edificio.

Dicho sistema será accionado por una bomba de calor aire-agua. La capacidad nominal de la bomba se obtiene, de manera aproximada, multiplicando la superficie total por una constante de 25 w.

Capacidad nominal:

$$292,91 \text{ m}^2 \times 25 \text{ w} = 7322 \text{ w} = 7,32 \text{ kw}$$

En cuanto al consumo nominal, se tiene que dividir la capacidad nominal entre el SCOP de la bomba de calor aire-agua, el cual ya hemos calculado previamente y es de 3,96.

Por lo que el consumo nominal será:

$$7,32 \text{ kw} / 3,96 = 1,849 \text{ kw}$$

Por otro lado, aunque no es fundamental, se ha querido añadir otro sistema de climatización multizona por autónomos, que puede servir de apoyo a la calefacción multizona por agua y además genera refrigeración. Se disponen dos unidades interiores, una en cada planta del edificio que se accionan mediante una bomba de calor aire-aire exterior.

Los sistemas de refrigeración no suelen ser necesarios en edificios de estas características, debido a que la gran sección de los muros que la forman puede aislar muy bien el calor en verano. De todos modos, se ha querido incluir como refuerzo, y porque no supone un gran sacrificio respecto a la mejora del confort del lugar.

Las características técnicas del equipo de climatización escogido son las que vienen por defecto en el programa.

Una vez definidos todos los sistemas, calculamos con el HULC la exigencia HE-0, y obtenemos que cumple frente a la limitación del consumo energético.

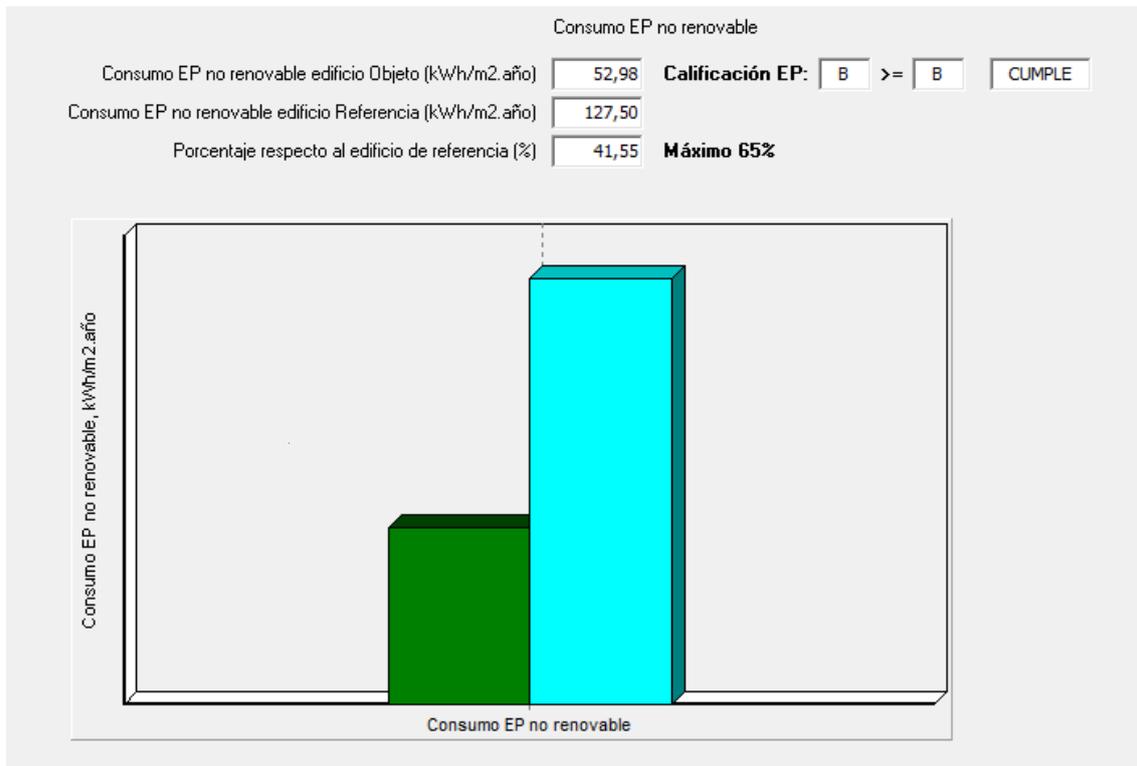


Figura 51. Gráfica comparativa de la exigencia HE-0 en HULC. Fuente propia.

10.2 Verificación obtenida tras el CEE del edificio mejorado

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="25,27"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="25,00"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="25,13"/> kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="34,95"/> kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="11,39"/> kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="13,35"/> kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="33,10"/> kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="44,30"/> kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	Calificación mínima (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
C_{ep}	<input type="text" value="52,98"/> kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="82,87"/> kWh/m ² año	

Figura 51. Verificación y resumen de resultados tras la CEE obtenida en HULC. Fuente propia.

Con las mejoras adquiridas en el edificio podemos comprobar en el resumen de resultados como si cumplen los valores de la izquierda.

10.3 Calificación obtenida tras el CEE del edificio mejorado

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Alquería del Moro		
Dirección	C/Emili Camps i Gallego -2 - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46025
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	Anterior a 1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	002001300YJ27E0001MY		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Enrique Jesús Fuentes Burgals	NIF/NIE	44526743P
Razón social	ACEE	NIF	-
Domicilio	Joanot Martorell -1 - -1 - - -1		
Municipio	Tavernes Blanques	Código Postal	46016
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-enfuebur@arq.upv.es	Teléfono	-654107086
Titulación habilitante según normativa vigente	-Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

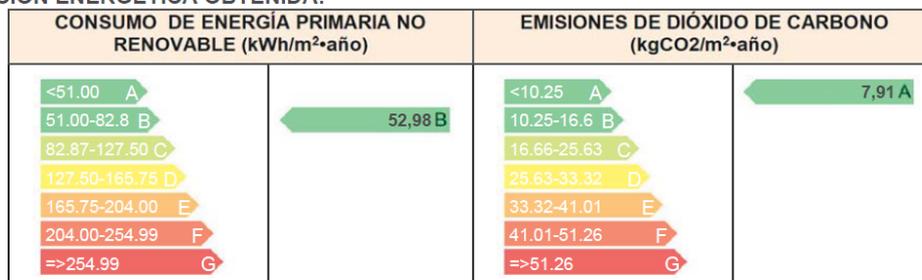


Figura 52. Calificación final obtenida tras la CEE obtenida en HULC. Fuente propia.

Para finalizar, se obtiene el certificado energético del edificio mejorado, donde podemos comprobar que ahora sí que cumple el edificio frente a las exigencias actuales.

Observando el certificado energético obtenido, vemos que cumple con bastante margen, pues ha obtenido una calificación energética muy buena con una letra A. Esto no es de extrañar, puesto que los muros de las construcciones tradicionales, debido al espesor que poseen, favorecen mucho el confort en el interior del edificio, sobre todo en verano, lo que supone un gran ahorro en refrigeración, es decir, poco consumo de CO₂. El principal problema que puede darse es calentar los espacios durante el invierno, pero que con una buena estrategia y equipos adecuados se puede solventar muy bien. Además, el propio espesor de los muros favorece que una vez se haya calentado la estancia, el calor perdure más tiempo, lo que equivale a decir que se produce más ahorro, y, por tanto, menos emisiones.

11. REFLEXIÓN Y CONCLUSIÓN FINAL

Tras realizar un análisis profundo del caso de estudio, estudiar la normativa vigente en cuanto a eficiencia energética e instalaciones se refiere, calcular la ventilación de un edificio no residencial, y trasladar de forma rigurosa todo lo obtenido al programa de cálculo HULC, se ha comprobado en el presente trabajo, que sin grandes y costosas intervenciones, se puede convertir un edificio que aparentemente solo sirva de monumento histórico, en un edificio histórico capaz de albergar una función en unas condiciones óptimas para el desarrollo de la misma.

Los edificios pertenecientes al patrimonio histórico, son representaciones de nuestra cultura, son la memoria histórica de nuestras ciudades, las raíces de la arquitectura moderna. Por ello, y por muchos otros significados históricos, es imprescindible conservarlos y mantenerlos adecuadamente, sin borrarlos ni cambiarlos. Pero no por ello deben dejar de usarse, y pasar a ser únicamente monumentos. Mediante un procedimiento cauteloso es posible amoldar estos edificios a las condiciones actuales, y si se conocen los puntos débiles y fuertes de estos, se pueden mejorar sin necesidad de hacer uso de muchos parches.

En conclusión, se puede decir que el presente trabajo sirve de guía para resolver edificios de características parecidas para reciclarlos y poder darles un uso. En la que se muestra cómo afrontar dichos edificios y que tipo de mejoras implantar, identificando los aspectos en lo que intervenir para no dañar su imagen original.

12. BIBLIOGRAFÍA

Mohedano, G., (2016), *Estudio patológico y constructivo de la Alquería del Moro*. Trabajo final de grado, Universitat Politècnica de València.

Fraga, A., (2015), *Análisis y propuesta de intervención de la Alquería del Moro*. Proyecto Final de Carrera, Universitat Politècnica de València.

Cuartero, E., (2014), *Estudio energético de un edificio del patrimonio arquitectónico no residencial. Caso de "El Almudín de Valencia"*. Trabajo final de grado, Universitat Politècnica de València.

Izquierdo, U., (2016), *Certificación y mejora energética de un edificio terciario*. Trabajo final de grado, Universitat Politècnica de Valencia.

Rey, J. M., (2001), *Reflexiones sobre una intervención: la alquería de Barrinto en Valencia*. Loggia, Arquitectura & Restauración, Issue 12, pp.66-75.

Rey, J. M., (2017), *Arquitectura rural valenciana*. Cabrera de Mar, España: Galerada.

Rey, J. M., (1998), *Arquitectura rural valenciana: tipos de casas dispersas y análisis de su arquitectura*. Valencia, España: Generalitat valenciana.

Rey, J. M., (1983), *Arquitectura rural valenciana clasificación de los tipos de casas compactas en medio rural disperso, aproximación a su arquitectura en los siglos XVIII y XIX, y análisis de un tipo básico, la casa de dos crujías*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Rey, J. M., (2002), *Alquerías : paisatge i arquitectura en l'horta*. Valencia, España: Consell Valencià de Cultura, D.L.

Vegas, F., (2011), *Aprendiendo a restaurar. Un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana*, Valencia, España: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana.

Ministerio de industria, energía y turismo (2013), *Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios RITE*, Madrid, Dirección general de política energética y minas

Ministerio de industria, energía y turismo (2014)., *Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios*, Madrid, IDAE

AENOR (2017)., *Bombas de calor con compresor accionado eléctricamente Ensayos y requisitos para el mercado de equipos para Agua Caliente Sanitaria*. UNE-EN 16147:2017, Madrid, AENOR

AENOR (2008)., *Ventilación en edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos*. UNE-EN 13779: 2008, Madrid, AENOR