



Trabajo Fin de Grado

Soluciones con bioconstrucción para patologías en la edificación. Caso de estudio: Casa Bosque, Caspe.

Solutions with bioconstruction for pathologies in building. Case study: Casa Bosque, Caspe.

Autor

Mario López Casaus

Directoras

Marta Monzón Chavarriás
Marta Gómez Gil

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe remitirse a seceina@unizar.es dentro del plazo de depósito)

D./Dª. Mario López Casaus DNI: 18064868R ,

en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de Estudios de la titulación de Grado en estudios en Arquitectura

(Título del Trabajo)

Soluciones con bioconstrucción para patologías en la edificación. Caso de estudio: Casa Bosque, Caspe.

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 31 de Agosto de 2023

Fdo: Mario López Casaus DNI: 18064868R

Gracias a Marta Monzón y Marta Gómez, por ayudarme en este proceso
Gracias especialmente a Alicia, por hacer cada paso más seguro

ÍNDICE

1. RESUMEN

2. INTRODUCCIÓN

 2.1. Objetivos

 2.2. Metodología

3. CONTEXTO DE LA BIOCONSTRUCCIÓN

 3.1. Contexto medioambiental y arquitectónico

 3.2. Contexto histórico

 3.3. ¿Qué ofrece la Bioconstrucción? Sus soluciones, beneficios, distintos proyectos.

4. BIOCONSTRUCCIÓN COMO SOLUCIÓN DE PATOLOGÍAS

5. PRESENTACIÓN CASA BOSQUE

 5.1. Historia y transformación

 5.1.1. La familia Bosque

 5.1.2. La Casa Bosque: el edificio

 5.2. Últimas intervenciones

6. PRESENTACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SOLUCIONES CON BIOCONSTRUCCIÓN

 6.1. Presentación de patologías

 6.2. Fichas de patologías

7. CONCLUSIONES

8. ANEXO

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RESUMEN

El contexto medioambiental actual hace que nos planteemos una serie de decisiones que marcarán nuestro futuro. Conceptos como el calentamiento global o la emisión de gases de efecto invernadero están cambiando la forma en la que vivimos actualmente. El síndrome del edificio enfermo, es uno de los conceptos que surgen de esta problemática.

En este contexto, la industria de la construcción constituye un papel muy importante, ya que es responsable de gran parte de estas emisiones de gases de efecto invernadero además de consumir una parte sustancial de los recursos naturales.

En un contexto similar en Alemania, en los años 60, surge por primera vez el concepto de bioconstrucción. Debido a la preocupación por la contaminación química debido al uso de productos tóxicos y a la aparición de enfermedades, aparece una perspectiva arquitectónica con el foco en el uso de materiales naturales y técnicas tradicionales.

Volviendo a la actualidad, cada vez son más las medidas de la Unión Europea y del resto de países centradas en la sostenibilidad. Por ejemplo el marco Level(s), cuyo objetivo es medir y comparar distintos aspectos sostenibles de los edificios.

Como solución a este contexto, surge la bioconstrucción. Centrada en devolverle el sentido común a la arquitectura, con preocupación no sólo en el entorno si no también en sus habitantes.

Los conceptos de esta perspectiva arquitectónica se podrían resumir en: el respeto por el lugar, teniendo en cuenta el clima y la orientación. Diseño armónico que minimice las pérdidas de calor en invierno y esté protegido en verano. Ahorro de energía y agua mediante el uso de sistemas de climatización pasivos. Uso de fuentes de energía renovables y materiales naturales de kilómetro cero. Y el diseño de instalaciones sensatas, buscando la máxima autosuficiencia posible.

La orientación de éste trabajo es la rehabilitación y la solución de patologías, conceptos que, en el caso de edificios históricos, van de la mano de la bioconstrucción. En apartados posteriores se aportarán distintos materiales y elementos constructivos de bioconstrucción, ideales para la consolidación de elementos degradados y para la mejora de la eficiencia energética en casos de rehabilitación.

Por último, todos estos conceptos e ideas convergerán en la aplicación de la bioconstrucción a un caso de estudio real, La Casa Bosque, en Caspe. Después de haber contrastado las opiniones de distintos expertos en bioconstrucción, se aplicarán las distintas técnicas y materiales comentados para la solución de las disintas patologías del caso de estudio. De esta forma quedará definido un catálogo de soluciones mediante el uso de la bioconstrucción, para poder aplicar a un edificio similar.

2. INTRODUCCIÓN

La bioconstrucción, también conocida como construcción ecológica, se ha convertido en una disciplina en constante crecimiento y relevancia en el campo de la arquitectura.

La edificación no es ajena a la actual crisis ambiental que atraviesa la humanidad, sino más bien lo contrario.

Durante un tiempo la arquitectura se fue descontextualizando de su entorno, especialmente en la edad moderna, debido a la revolución industrial se priorizaron otros aspectos, surgieron avances técnicos de los materiales constructivos a costa de las cualidades biológicas y de su inocuidad ambiental. (4)

Actualmente, la concienciación sobre la importancia de conservar nuestro medio ambiente y adoptar prácticas más sostenibles es mayor. En este contexto emerge la bioconstrucción como una de las alternativas más prometedoras y viables para reducir el impacto negativo de la industria de la construcción en los ecosistemas naturales.

El objetivo fundamental de la bioconstrucción es la creación de edificios que respeten su entorno, utilizando materiales naturales de la zona, y aplicando técnicas de diseño que minimicen el consumo de energía y la generación de residuos. Sin embargo, la sostenibilidad de un edificio no solo se limita a su fase de construcción, sino que abarca todo el ciclo de vida del edificio. (1)

El ciclo de vida considera desde el primer concepto del edificio, pasando por su construcción y uso, hasta su demolición o rehabilitación. Cada una de las etapas tiene un impacto en el medio ambiente y en la calidad de las personas. Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta el ciclo de vida completo de los edificios para alcanzar unos objetivos sostenibles más completos y ambiciosos y buscar minimizar al máximo el impacto ambiental.

En este Trabajo de Fin de Grado, se abordará el estudio de la bioconstrucción como una solución viable y sostenible en el contexto actual, teniendo en cuenta su papel en el ciclo de vida de los edificios. Se analizará en particular La Casa Bosque, en Caspe, como ejemplo de aplicación de la bioconstrucción a un caso de estudio real, en el que la asociación Casa Bosque, formada por vecinos de la zona, trabaja en su rehabilitación para dar espacio a distintas actividades para el pueblo, mediante el uso de materiales de la zona y técnicas de construcción tradicionales.

Por otro lado, y en relación con la rehabilitación, aparece el concepto de patología, que viene a definirse como la ciencia dedicada al estudio de los problemas o enfermedades de las edificaciones que afectan su estado ideal de equilibrio o funcionamiento (2). Puede considerarse como una rama de la construcción dedicada a estudiar sistemáticamente las disfuncionalidades de los edificios que surgen durante su vida útil como consecuencia de procesos degenerativos provocados por situaciones anormales. (3)

En resumen, este trabajo tiene como objetivo profundizar en el conocimiento de la bioconstrucción y su papel en el ciclo de vida de los edificios. A través del análisis y la revisión de los conocimientos sobre el tema y la aplicación de éstos a un caso real, se pretende indagar sobre la importancia de la sostenibilidad en todas las etapas de un edificio, y poner en valor la bioconstrucción como una opción para reducir el impacto ambiental de los edificios.

2.1. OBJETIVOS

Cuando se propuso el trabajo desde el Área de Construcciones Arquitectónicas sobre la Casa Bosque, se quiso plantear la investigación con el objetivo principal de que fuese un trabajo útil para la rehabilitación de la Casa. Por lo tanto, no se plantea para que quede solo como un estudio, sino para que lo pueda coger tanto la Asociación Casa Bosque, como cualquier otro propietario con una situación similar y pueda resolver las patologías de su caso mediante el uso de bioconstrucción. Con el carácter de guía se pretende formar una base para la resolución de patologías.

Con esa intención se busca que cualquier actuación futura sobre la Casa mantenga la esencia de este tipo de edificaciones, y le devuelva las funciones y el comportamiento que tuvo antes de degradarse a todos los elementos constructivos sobre los que se actúe.

Por otro lado, se busca poner en valor el ciclo de vida de los edificios. Poniendo como ejemplo la posibilidad de devolverle las condiciones originales a un material o elemento degradado. Ya que actualmente los esfuerzos en arquitectura se centran en proyectos de obra nueva, en este trabajo se pone de ejemplo la rehabilitación de un edificio degradado y en desuso. La razón de tratar este ejemplo real es mostrar la capacidad de la bioconstrucción para extender la vida útil de edificios y elementos constructivos.

Además se pretende poner en valor el uso de la bioconstrucción en el ámbito de la arquitectura y la construcción. Siendo el contexto medioambiental cada vez más comprometido, esta forma de construir y entender la arquitectura plantea una manera respetuosa de abordar cualquier proyecto, su entorno y los usuarios que lo habiten. Especialmente dentro del campo de la solución de patologías en la arquitectura tradicional.

En un contexto arquitectónico en el que cada vez se priorizan más las soluciones y materiales prefabricados para producir arquitectura, otro de los objetivos del trabajo es revalorizar el uso de materiales y técnicas tradicionales en el campo de la arquitectura, especialmente en la rehabilitación. Con la idea, no de que la bioconstrucción sustituya a ninguna forma de producir arquitectura, sino como muestra de que ambas pueden coexistir.

2.2. METODOLOGÍA

Con el objetivo de conseguir un correcto desarrollo del trabajo y expresar de manera óptima el tema abordado, se plantea una metodología concreta mediante las siguientes fases de trabajo:

FASE 1: Busqueda de documentación y bibliografía. Escrita y visual tanto de bioconstrucción como de patologías. Conseguida mediante centros de documentación, internet, repositorios, revistas online y bibliotecas. Siendo la principal fuente de documentación la Biblioteca Hypatia de Alejandría de la Universidad de Zaragoza. Durante la fase inicial se profundizó en la búsqueda general de información, tanto en el ámbito de la bioconstrucción, con el Curso de Bioconstrucción del Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón (COAA). Como sobre patologías, con el análisis de distintos manuales, como la Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. Conforme se avanza en el concepto del trabajo, la bibliografía va siendo más específica.

FASE 2: Análisis del caso de estudio. Una vez explorados los ámbitos de la bioconstrucción y patologías, se analiza el caso de estudio: La Casa Bosque, en Caspe. Visitando la casa, con la intención de conocer el trabajo que se ha hecho y que se tiene la intención de hacer para proponer un trabajo útil para la asociación.

En la visita distintos técnicos y colaboradores de la asociación, detallan tanto la historia de la casa como la evolución de ésta a lo largo del tiempo. La visita se centra especialmente en el análisis y recopilación de todas las patologías.

FASE 3: Levantamiento de planos e identificación de patologías en el caso de estudio. Con la información aportada por los arquitectos que intervinieron en la casa, y algunas mediciones realizadas durante la visita, se dibujan los planos de la casa. Además, mediante el uso de una cámara réflex Nikon d3300 y trípode se genera un tour virtual y se levanta una sección fotogramétrica, para explicar tanto el funcionamiento de la casa, como para mostrar las patologías de ésta.

FASE 4: Entrevistas con especialistas en bioconstrucción. Se redactan una serie de fichas mostrando las patologías más comunes en la Casa Bosque, y una solución propuesta para cada una de ellas. Posteriormente, se contacta con una serie de arquitectos y constructores especializados en el ámbito de la bioconstrucción, para que den su opinión tanto de la patología como de la solución y puedan proponer otras.

FASE 5: Búsqueda de soluciones basadas en las conclusiones del análisis. Reunida tanto la información sobre bioconstrucción y patologías, como la opinión de los diferentes expertos, se determinan las mejores soluciones para las patologías.

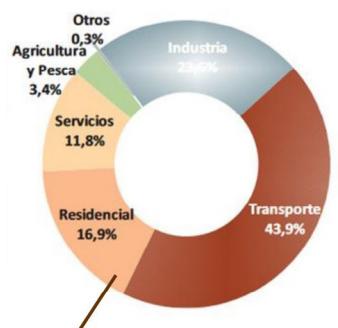
FASE 6: Maquetación y revisión. Proceso final en el que el trabajo adquiere una identidad propia y característica.

3. CONTEXTO DE LA BIOCONSTRUCCIÓN

3.1. CONTEXTO MEDIOAMBIENTAL Y ARQUITECTÓNICO

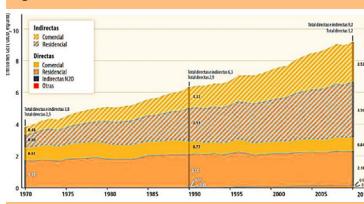
Según el Diccionario de la Real Academia Española (RAE) se entiende por cambio climático al “cambio previsible en el clima terrestre provocado por la acción humana que da lugar al efecto invernadero y al calentamiento global”, esto se debe principalmente a la emisión de gases, que al acumularse en la atmósfera producen el efecto invernadero, dificultando la disipación de la radiación calorífica, y el incremento de la temperatura (calentamiento global). (4)

Figura 1. Consumo de energía final por sectores en 2019, España.



Fuente: IDAE. Libro La energía en España 2019.
Usos no energéticos excluidos-EUROSTAT

Figura 2. Emisiones GEI en la construcción.



Fuente: Rivero Camacho, Cristina Tesis completa con Anexos.

Según el Parlamento Europeo, los edificios representan el 40% del consumo final de energía de la Unión Europea y el 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero, además, el 75% de los edificios de la Unión Europea siguen siendo ineficientes energéticamente. (5)

Por lo tanto, la industria de la construcción desempeña un papel fundamental en esta problemática, siendo responsable no solo de generar emisiones contaminantes sino también del consumo de una parte significativa de los recursos naturales.

El cambio climático alude al contexto medioambiental actual, caracterizado por el deterioro de los ecosistemas y el agotamiento de recursos naturales no renovables. La extracción desmedida de materiales de construcción convencionales, como el hormigón y el acero, contribuye a la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la degradación de suelos. Además, la producción de materiales y la ejecución de edificios aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero, acelerando el calentamiento global. (4)

Por otro lado, debido a la larga vida útil de los edificios, también toman importancia todas sus fases, siendo por ejemplo la fase de uso una parte importante del consumo de energía de éstos. Cada vez son más las medidas para aumentar la eficiencia energética de la fase operativa de los edificios, reduciendo en gran medida la cantidad de electricidad consumida.

Durante los últimos años, el consumo de energía en la etapa de uso, representa el factor principal del impacto ambiental relacionado con los edificios, mientras que la energía producida durante la propia construcción representaba el 10-20% de la energía en el ciclo de vida de los edificios. Sin embargo, conforme aumenta la eficiencia energética del edificio, disminuye el consumo de la energía durante su uso, por lo tanto la eficiencia energética toma mayor relevancia para la evaluación del impacto ambiental.

González y Navarro consideran que las emisiones de CO₂ pueden reducirse al 30% de su valor original seleccionando materiales de bajo impacto (Gonzalez y García Navarro 2006).

Recientemente se descubrió que los edificios son responsables del 39% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía en 2017 (ONU Environment, IEA, 2018).

Reconociendo la necesidad de reducir dichas emisiones, nace la necesidad de tener en cuenta el aspecto ambiental como clave en un enfoque de construcción, cuantificando los impactos tanto directos como indirectos (Bionova, 2018). (6) (3) (4)

Aunque en la actualidad no existe una herramienta única y simple que permita estimar de manera directa el impacto potencial del sector, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) puede aportar información sobre el desempeño ambiental de las edificaciones durante todas sus etapas, es decir, la metodología permite analizar el perfil ambiental de un edificio durante la extracción y manufactura de los materiales, el transporte de los mismos, la construcción, el uso y la demolición de la edificación.

A través de un ACV se puede conocer con detalle cuáles son los elementos clave en el perfil ambiental de las edificaciones, y reconocer las oportunidades para mitigar dichos impactos potenciales.

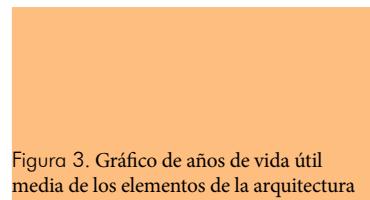
Los ACV están regulados por las normas internacionales ISO 14040 (International Standards Organisation. Environmental Management, 2006a) e ISO 14044 (International Standards Organisation. Environmental Management, 2006b). Teniendo en cuenta todos los flujos intercambiados entre el objeto analizado y el medio ambiente, los ACV proporcionan una perspectiva global del rendimiento ambiental del producto estudiado. Cada vez son más utilizados en la toma de decisiones del proyecto a distintos niveles del entorno: material (Knoeri et al., 2013), sistemas (Guggemos y Horvath, 2005) o barrios (Skaar et al., 2018). (7) (5) (6)

Por otro lado, el contexto arquitectónico actual se caracteriza por la necesidad de repensar los principios y paradigmas tradicionales de diseño y construcción. La arquitectura moderna se ha centrado principalmente en la apariencia y funcionalidad, descuidando en muchos casos la relación con el entorno y la salud de los ocupantes.

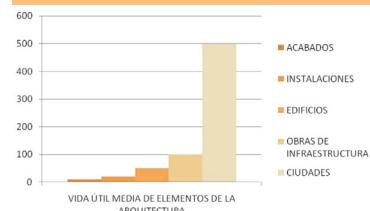
Sin embargo, en la bioconstrucción, uno de los aspectos más importantes es establecer una estrecha conexión entre el ser humano y su entorno construido, considerando aspectos como la calidad del aire interior, la iluminación natural, y la ergonomía. (8)

Ante este panorama, la bioconstrucción emerge como una disciplina innovadora y prometedora que busca abordar los desafíos medioambientales y arquitectónicos de manera integral. Poniendo el foco en todas sus fases, tanto la extracción y transporte de materiales, como el consumo del agua que implica la edificación o todos los residuos que generan los materiales utilizados, o su fase de uso, constituyen un problema para el medioambiente.

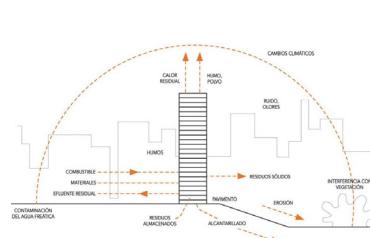
Como respuesta al desafiante contexto en el que nos encontramos, la bioconstrucción propone el uso de materiales naturales y renovables de kilómetro cero: madera, paja, bambú y tierra cruda entre otros, buscando reducir la dependencia de recursos no renovables y minimizando el im-



Fuente: Guía básica de la sostenibilidad



Fuente: Guía básica de la sostenibilidad



Fuente: Rubio Picazo, Cristina. Trabajo Fin de Grado UPM, Bioconstrucción: parámetros que configuran una relectura contemporánea de la arquitectura vernácula.

Figura 5. Ciclo de vida.



Fuente: <https://ecometro.es/>

Figura 6. Comparación construcción y uso de los edificios.

COMPARACIÓN DEL IMPACTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL USO DE LOS EDIFICIOS

IMPACTO	CONSTRUCCIÓN	USO
RECURSOS ENÉRGETICOS	MEDIO	ALTO
AQUA	MEDIO	ALTO
RECURSOS MINERALES	ALTO	BAJO
TRANSPORTE	MEDIO	ALTO
CONTAMINACIÓN DEL AIRE	BAJO	MEDIO
CONTAMINACIÓN DEL AGUA	ALTO	BAJO
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	ALTO	BAJO
IMPACTO VISUAL	ALTO	MEDIO
IMPACTO SOBRE FLORA Y FAUNA (BIODIVERSIDAD)	ALTO	BAJO
RESIDUOS SÓLIDOS	MEDIO	ALTO
SAUD	ALTO	MEDIO

Fuente: Guía básica de la sostenibilidad

pacto ambiental que supone el transporte de estos. Asimismo, se promueve el uso de técnicas constructivas que maximizan la eficiencia energética, favorecen la gestión sostenible del agua y fomentan la integración armónica con los entornos naturales.

Figura 7. Croquis de estrategias para conseguir los objetivos de la UE



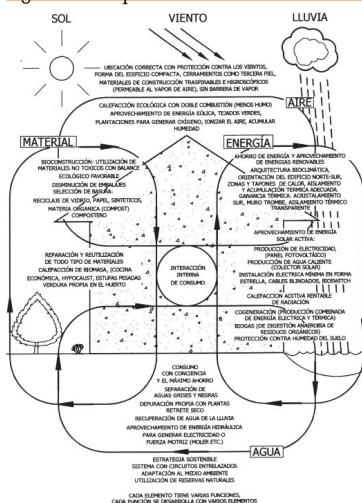
Fuente: Guía básica de la sostenibilidad.

Figura 8. Síndrome del Edificio Enfermo. Síntomas más frecuentes



Fuente: Rubio Picazo, Cristina. Trabajo Fin de Grado UPM, Bioconstrucción: parámetros que configuran una relectura contemporánea de la arquitectura vernácula.

Figura 9. Croquis de La Casa Sana



Fuente: Jebens Zirkel, Petra. Texto Contribuir al futuro.

En cuanto al diseño arquitectónico, la bioconstrucción promueve una visión holística, siendo relevante el ciclo de vida completo de los edificios. No solo se pretende construir de forma sostenible, sino garantizar la durabilidad, adaptabilidad y capacidad de reutilización o reciclaje al final de su vida útil. La integración de sistemas pasivos de climatización, la implementación de energías renovables y el diseño orientado al bienestar de los ocupantes son elementos clave en esta perspectiva arquitectónica. (7) (8)

La bioconstrucción representa una oportunidad para replantear los cimientos de la arquitectura convencional y proponer un enfoque más responsable y respetuoso con el medio ambiente, teniendo en cuenta el impacto que tiene la forma en la que construimos en las condiciones de vida del ser humano.

Dentro del contexto, otro aspecto importante es la salud y confort en el uso de las edificaciones. En los últimos años, el análisis de la calidad del ambiente interior de los edificios y su impacto en la salud de las personas, ha detectado el síndrome del edificio enfermo (SEE). (9) Es un fenómeno cada vez más frecuente y preocupante en los entornos interiores actuales. Se caracteriza por la aparición de síntomas y molestias físicas y/o psicológicas en los ocupantes de un edificio, que están relacionados con su permanencia en ese entorno. (10)

La propia organización mundial de la salud lo define como un conjunto de molestias ocasionadas por una mala ventilación, confort térmico, cargas electromagnéticas y partículas y compuestos químicos que están en suspensión en el ambiente y que afectan a nuestra salud de forma negativa, produciendo en los usuarios irritación de ojos, opresión torácica, picores en la piel o lipoatrofia semicircular, que es una atrofia en el tejido graso de la piel que deja un hueco con forma semicircular. (11)

Las causas de este síndrome están descritas en la normativa de los trabajadores, éstas tienen que ver con edificios herméticos, no muy bien ventilados, en los que la ventilación forzada o no existe o no está bien diseñada, suele haber aire acondicionado y humedad relativa baja, además hay un exterior contaminado y en ocasiones también el interior. En el caso de edificios de oficinas se añade una gran cantidad de cargas electrostáticas.

La bioconstrucción desempeña un papel fundamental en la prevención y mitigación del síndrome del edificio enfermo. Al implementar principios de diseño sostenible y saludable, se busca crear entornos construidos que promuevan la salud y el bienestar de los ocupantes. (9) (9) Algunas estrategias clave incluyen:

1. Ventilación adecuada: proporcionar un suministro adecuado de aire fresco y una correcta circulación del mismo dentro del edificio para minimizar la acumulación de contaminantes.
2. Materiales de construcción saludables: utilizar materiales de construcción de bajo impacto ambiental y que emitan bajos niveles de sustancias tóxicas.
3. Control de humedad: prevenir la acumulación de humedad en el edificio para evitar la proliferación de moho y hongos, que pueden ser perjudiciales para la salud.
4. Iluminación y confort térmico: optimizar la entrada de luz natural y mantener condiciones térmicas confortables para promover el bienestar de los ocupantes.

3.2. CONTEXTO HISTÓRICO

La Bioconstrucción se presenta como una forma de construir que trata de integrar aspectos relacionados con la vida del usuario y del planeta. Tiene diversas interpretaciones más o menos diferenciadas sin un consenso formal sobre su definición.

Aunque no se pueda definir con exactitud y precisión su origen, técnicamente la Bioconstrucción surgió y tuvo un mayor desarrollo en Alemania durante los años 60 como respuesta a la preocupación por la contaminación química al usar productos tóxicos para las personas, especialmente en la construcción en madera, además del interés en recuperar técnicas tradicionales.

Paralelamente al aumento de las enfermedades e incluso de la mortalidad, el movimiento creció y en 1976 se fundó el IBN, Institut für Baubioologie und Okologie (Instituto de Biología y Ecología de la Construcción) en Baviera, Alemania, que sigue siendo la institución referente en todos los aspectos relacionados con la Bioconstrucción, tanto en la faceta de la investigación como de la divulgación. (12)

Por otra parte, como se comenta anteriormente, el desarrollo sostenible es desde hace tiempo uno de los grandes objetivos de la política de la Unión Europea. En 2001 se inicia la primera estrategia de desarrollo sostenible, enfocada en identificar las amenazas más graves para el bienestar futuro de la sociedad y solucionarlas a largo plazo.

Posteriormente, en 2006, se actualiza para corregir deficiencias y tener en consideración los nuevos retos que cumplir. Centrado principalmente en el cambio climático y la política de energía, el plan revisado destaca la importancia de la educación, la investigación y la financiación pública con el objetivo de concienciar a los países de estos problemas y establecer patrones sostenibles de producción pero también de consumo.

De esta manera, la Unión Europea, se ha convertido en un ejemplo de buenas prácticas respecto a acciones medioambientales, participando activamente en las cumbres mundiales sobre el cambio climático y, en la práctica, reduciendo sus emisiones encabezando la lista de todos los continentes. (11)

En 2019 se firmó entre varios países de Europa el pacto verde Europeo, que recoge medidas de control de polución, políticas sociales y acciones contra el cambio climático, leyes de reducción de emisiones de gas, sostenibilidad, eficiencia energética, economía verde y economía circular. Entre las claves del pacto destacan, la descarbonización del sistema energético, de cara a reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero para los objetivos de 2030 y 2050, la transición hacia una industria sostenible, además de una economía climática limpia, duplicar la tasa de renovación del parque inmobiliario para alcanzar los objetivos de eficiencia energética.

Además, hay una parte enfocada a las inversiones de impacto (taxonomy) que regula las inversiones en sostenibilidad, por lo que se establece un criterio para clasificar lo sostenible y no sostenible y se evita el greenwashing de las empresas ya que todas las inversiones sostenibles que hacen tienen que ser públicas. También es de especial relevancia su vocación de acción global, teniendo la intención de extenderse y solicitar la participación de aliados y socios para que el pacto sea efectivo y posibilite un futuro realmente sostenible. (12)

Por otro lado, se ha creado en 2020 el marco Level(s) con la intención de evaluar la sostenibilidad en el ámbito de la construcción. Muchas de las partes de estos macro-objetivos tienen mucho que ver con objetivos de la propia bioconstrucción, por lo que construir de esta forma acerca a cumplir las normativas del futuro en Europa. Son 16 criterios agrupados en 6 macro-objetivos:

1. Emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de un edificio: Minimizar el volumen total de emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida de un edificio, enfocándose en las emisiones derivadas del consumo de energía durante el funcionamiento del edificio y de la energía incorporada.
2. Ciclos de vida de los materiales circulares y que utilizan eficientemente los recursos: Optimizar el diseño, la ingeniería y la forma del edificio para contribuir a un flujo sencillo y circular, extender la vida útil de los materiales a largo plazo y reducir los impactos ambientales significativos.
3. Uso eficiente de los recursos hídricos: Utilizar los recursos hídricos de manera eficiente, especialmente en zonas con común estrés hídrico a largo plazo o previsto.
4. Espacios saludables y confortables: aporta la atención sobre aspectos que antes no se tenían en cuenta como: calidad del aire, tiempo fuera del intervalo térmico de confort... Persiguiendo la comodidad y salud de las personas.
5. Adaptación y resiliencia frente al cambio climático: Preparar el comportamiento de los edificios de cara al futuro para hacer frente a los cambios climáticos previstos.
6. Coste y valor optimizados del ciclo de vida: Optimizar el coste del ciclo de vida y el valor de los edificios para reflejar el potencial de mejorar del comportamiento a largo plazo, incluyendo el funcionamiento, el mantenimiento, el reacondicionamiento y el final de la vida útil.

Esta iniciativa de la Comisión Europea trata de fijar unos indicadores y requisitos que permiten medir y comparar el desempeño de los edificios en estos aspectos clave de la sostenibilidad. Proporcionando una estructura flexible que puede adaptarse a diferentes tipos de edificios y condiciones locales. (12)

En el contexto español, aparece la Asociación de Estudios Geobiológicos de España creada en 1991 fue la primera institución que reunió profesionales y empezó a discutir sobre estos temas de manera más concreta. Fue, igualmente, la responsable de divulgar los problemas técnicos del ámbito de la construcción, especialmente aquellos que hacen referencia a los materiales bio y las contaminaciones tanto eléctricas como electromagnéticas.

En ese mismo año, se celebra en Barcelona el 1º Congreso de Bioconstrucción - Feria de materiales ecológicos de España. Pocos años más tarde, en 2001, se publicó la primera revista en España dedicada a la bioconstrucción, la revista Rehabitar. Esta publicación dejó de editarse en 2004, naciendo como consecuencia la revista EcoHabitar, vigente hoy en día, especializada en Bioconstrucción, permacultura y vida sana, con ediciones trimestrales, siendo la única edición regular sobre la temática en España. Pero no es hasta el año 2005 que nace la AEB - Asociación Española de Bioconstrucción - con el principal objetivo de determinar unas bases para los profesionales y la práctica de la Bioconstrucción en nuestro país. En 2009, se crea también el IEB, el Instituto Español de Baubiologie, vinculado al Instituto Baubiologie de Alemania que fomenta el 1º Congreso Internacional de Baubiologie - Biología del Hábitat del cual merece la pena mencionar algunas de sus conclusiones: (www.baubiologie.es/) La legislación Europea (desde 2015: Low Emission Buildings y a partir de 2020: Nearly Zero Energy Buildings) es un instrumento que sirve de apoyo en la exigencia de edificios de bajo impacto.

El proceso es lento, pero la arquitectura convencional se va acercando poco a poco a la Bioconstrucción. La arquitectura ecológica es una necesidad para el futuro.

Estas conclusiones vienen a respaldar la necesidad de un marco legal específico en España, y de acciones que aceleren la implementación de la construcción y la arquitectura sostenible y saludable. (13)

3.3. ¿QUÉ OFRECE LA BIOCONSTRUCCIÓN? SOLUCIONES, BENEFICIOS Y PROYECTOS.

Una vez descrito el contexto en el que nos encontramos, la bioconstrucción aparece como una opción muy válida para solucionar los problemas nombrados anteriormente y cumplir con los objetivos de la humanidad para conseguir un futuro más sostenible.

Su propuesta se podría resumir como una vuelta al sentido común.

En la actualidad, los edificios funcionan de forma lineal, se utilizan recursos naturales, en su mayoría no renovables, y generan todo tipo de residuos y no son capaces de aprovechar las reservas naturales de sol o agua de lluvia, generando daños a corto y especialmente a largo plazo.

En un edificio de bioconstrucción existen una serie de recursos básicos que forman circuitos cerrados y entrelazados. Se evitan las pérdidas que pueden perjudicar al medio ambiente y se utilizan las reservas naturales renovables, ahorrando energía. (10) (11)

Son 25 las pautas para la bioconstrucción que propone el IBN con la intención de establecer unos criterios para configurar un entorno sano y sostenible en la construcción. Consideran aspectos ecológicos, económicos y sociales en la elección de materiales y el diseño de espacios habitables. (Adjuntar foto 25 pautas bioconstrucción) (14)

Sin entrar en el análisis de los 25 puntos, los principios de la bioconstrucción se podrían resumir en lo siguiente:

Las personas en el centro, estableciendo la arquitectura como un servicio para las personas que resuelva su derecho de una vivienda digna, no como un objeto financiero con el que especular.

-El respeto al lugar: el edificio y sus habitantes, el terreno y su microclima siempre son únicos. La atención a la topografía, el paisaje o el agua, son claves para conseguir un diseño sostenible. Reflexionando sobre la cultura rápida del usar y tirar, la bioconstrucción propone una cultura pausada para un buen diseño y desarrollo del edificio.

- Clima y orientación: el factor del clima determina la orientación y la forma en la que construimos. Cada clima crea su arquitectura popular.

- Diseño armónico: la forma del edificio debe ser diseñada para minimizar las pérdidas de calor en invierno y protegerlo en verano, con los patrones de bioclimatismo. Debe planear la casa por zonas según orientación y necesidades de los habitantes.

- Ahorro de energía y agua; intención de recuperar sistemas constructivos tradicionales en los que la envolvente térmica se caracterizaba por su inercia térmica, además del uso de sistemas de climatización pasivos que reduzcan el gasto de energía en calefacción o incluso sea positiva.

- Uso de energías renovables: en la arquitectura tradicional siempre se han tenido en cuenta las reservas energéticas naturales y renovables.

Mediante el uso de sistemas fotovoltaicos y de forma pasiva con acristalamientos al sur se pretende recuperar el uso de estas fuentes de energía. (15)

- Materiales de construcción limpios: la elección de los materiales de construcción es esencial para el bienestar de los habitantes y para el equilibrio del medio ambiente. Los cerramiento se entienden como una de nuestras pieles, por lo tanto se tiene que garantizar que no sean tóxicos, que no acumulen electricidad estática, que no impidan la transpiración y por supuesto que sean de la zona.

- Instalaciones sensatas: búsqueda de sistemas sencillos, económicos, renovables y descentralizados, buscando la máxima autosuficiencia posible. (15)

Una vez expuestos los principios de la bioconstrucción, conviene ver algunos proyectos de referencia en los que se apliquen. El primero es la Casa de Tapia, en Huesca, de Edra Arquitectura, un estudio caracterizado por la arquitectura de bajo impacto ambiental y el diseño sostenible.

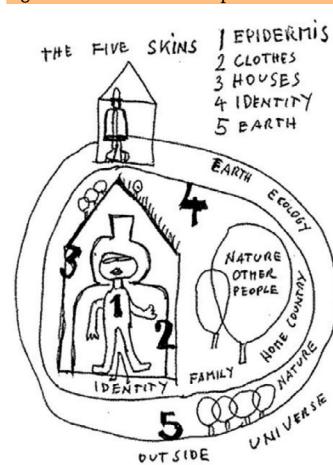
Este primer ejemplo ha ganado el Terra Award 2016, premio internacional de Arquitectura Contemporánea en Tierra Cruda. El proyecto se inspira en las construcciones locales tradicionales de tierra en cuanto a orientación, morfología y materiales de la zona.

Figura 10. 25 pautas de la Bioconstrucción



Fuente: <https://www.baubiology.es/25-pautas/>

Figura 11. Metáfora cinco pieles



Fuente: Hundertwasser the five skins

El análisis del ciclo de vida ha demostrado la reducción del 50% de las emisiones de CO₂. El 80% del edificio se compone de piedra, tierra y paja, todas de kilómetro 0. Además, la casa presenta detalles de bioconstrucción como ventanas diseñadas especialmente para un mayor aprovechamiento de la luz y contraventanas correderas termoprotectoras, reutilización del agua de lluvia por aljibe, caldera de biomasa... (16)

La vivienda lleva al límite las técnicas y materiales de bioconstrucción para lograr una casa natural, sostenible y con la mayor eficiencia energética posible. Se basa en materiales con muy baja carga energética, que se encuentran en un entorno inmediato, de fácil extracción y que se aplican en obra sin procesar, lo cual, al no tener aditivos en su composición, los hace más saludables.

Por otro lado la masividad de los muros de tierra potencia un comportamiento térmico dinámico de la vivienda basado en el retardo que aporta la inercia de los elementos. Utilizando también aperturas en la cara norte y oeste para conseguir una ventilación natural cruzada de la casa y el confort de sus habitantes. (16) (12,13 y 14)

Otro de los proyectos de bioconstrucción más representativos es el propio IBN, en Rosenheim (Alemania) donde el instituto cambió de sede en 2014, por lo que se construyó un nuevo edificio según los criterios de bioconstrucción. Este proyecto de Martin Schaub cuenta con la certificación Passivhaus, siendo la demanda actual de calefacción de 20 kWh/m²a y de energía primaria de 64,3 kWh/m²a, mientras que la transmitancia térmica de fachada es de 0,1 W/m²k y de 0,09 W/m²k en la cubierta. (13)

Como referencia europea, el IBN cumple con las 25 pautas de la bioconstrucción, se trata de una ampliación de un edificio preexistente, el cual se rehabilita mejorando sus condiciones térmicas y energéticas mediante el uso de materiales naturales de kilómetro 0 como la madera, arcillas, cáñamo, pizarra...

A estos materiales no se les añade ningún aditivo lo que les hace tener baja radiactividad y emisiones electromagnéticas, además de no ser tóxicos para los usuarios. La selección de los materiales también permite el control de la humedad por su higroscopidad. Sumado a la ventilación cruzada y a un recuperador de calor se aumenta la eficiencia energética del edificio.

También se expresan al máximo las fuentes de energía renovable mediante la recolección del agua de lluvia o el uso de la energía solar para la producción de agua caliente. Otro de los principios de la bioconstrucción que tiene en cuenta es la preocupación por el confort de los habitantes, de forma que se aplican conocimientos de ergonomía para la fabricación de los muebles de forma artesanal. (13) (15,16 y 17)

Por último, el edificio comercial Artis GmbH es un ejemplo de la aplicación de la bioconstrucción en un programa diferente a los anteriores. Se trata de un taller de artesanos para el trabajo de la madera y el interiorismo construido dentro de la ciudad de Berlín (Alemania).



Figura 12. Casa de Tapia, Edra arquitectura, Ayerbe



Fuente: <https://arquitectura.edraculturay-natura.com/portfolio-item/casa-de-tapia/>



Fuente: <https://arquitectura.edraculturay-natura.com/portfolio-item/casa-de-tapia/>

Figura 14. Sede IBN en Alemania



Fuente: <https://baubiology.de/spanish/>

Figura 15. Sede IBN en Alemania



Fuente: <https://baubiology.de/spanish/>

Finalizado en 2012, cuenta con la certificación de EnEV 2009, el cual establece el cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética impuestos por la Comunidad Europea y el certificado Plusenergiehaus, para edificios que generan más energía eléctrica de la que los propios ocupantes necesitan, generalmente mediante sistemas fotovoltaicos.

Prácticamente todo el proyecto se construye con madera, incluso la estructura que soporta una cubierta ajardinada, y tanto en fachadas como en revestimientos interiores se aplica yeso margoso. En el ámbito de climatización se utiliza suelo radiante para mejorar el confort de los usuarios y se utiliza una caldera de condensación de combustible sólido que utiliza las propias astillas de la madera restantes de los procesos de producción como combustible, además de controlar la ventilación mediante recuperador de calor. (13) (18)

Figura 16. Edificio comercial Artis, Berlín.



Fuente: <https://baubiologie.de/spanish/>

Además de la comparación con proyectos referentes dentro del ámbito de la bioconstrucción. En este trabajo es importante analizar otros ejemplos de bioconstrucción aplicada a la bioconstrucción. Los proyectos elegidos son los siguientes.

Rehabilitación del albergue de Artosilla, estudio realizado por Miguel Sorribes Giménez, estudiante de ingeniería mecánica de la Universidad de Zaragoza, que para su Trabajo de Fin de Grado decidió realizar un estudio de bioconstrucción y optimización energética de dicho albergue. El proyecto del albergue de Artosilla es bastante similar al de la Casa Bosque. Se propone la reconstrucción del albergue con la idea de reconstruir y repoblar el núcleo de Artosilla, aumentando su actividad económica y laboral vinculando personas a él. Las bases de la arquitectura que se propone son las siguientes: estéticamente agradable, eficaz, sana y no contaminante. Características muy relacionadas con las pautas de la bioconstrucción.

Figura 17. Hostal de Artosilla, Huesca



Fuente: Google Maps, Artosilla

Se pretende respetar la arquitectura tradicional de la zona y utilizar materiales naturales, tanto en exterior; piedra, madera, cal, arena, etc. Como en el interior; aceite de linaza, pinturas, barnices naturales, etc. Además del respeto por el carácter histórico del edificio, también se aplican otros criterios y prácticas de bioconstrucción, como energía fotovoltaica, invernadero como sistema pasivo de calefacción, depuración natural de aguas residuales, etc.

La intervención principal afecta a la envolvente del edificio, con la idea de optimizarlo.

Tras un estudio de distintos aislantes, se interviene en los muros de las distintas fachadas sustituyendo o aplicando un aislante no solo que reduzca las pérdidas de energía si no que se rentabilice en un máximo de quince años. Lo mismo ocurre con las carpinterías, las cuales se sustituyen por otras más eficientes y que se rentabilicen en el mismo marco temporal. Por otro lado, la función del invernadero como sistema de captación solar pasivo, supone la ganancia por transferencia de energía a través del muro o ganancia por circulación de aire caliente desde el invernadero al interior del edificio.

Por último también se calculan las dimensiones de los huecos, ya que en invierno conviene aumentar la captación solar pero en verano es necesaria cierta protección frente al sol. (19, 20, 21)

Otro ejemplo de aplicación de bioconstrucción a un proyecto de rehabilitación es el caso del Trabajo de Fin de Máster en Bioconstrucción IEB de Valentina Li-Puma.

El objetivo del trabajo es el diseño interior con bioconstrucción de una parte de una masía agrícola ubicada en el municipio de Premiá de Mar, en Barcelona.

Valentina reivindica la importancia del acabado interior no solo por su aspecto estético si no como un elemento con un papel mucho más importante en nuestra salud. A partir de esa reflexión, decide utilizar materiales que fueran aliados frente a la humedad, el frío y el calor, y a la vez fueran sanos.

Dentro de la selección de materiales, utiliza paredes de piedra con mortero de cal hidráulica natural, de arcilla o pinturas de silicato puro, con sus cualidades de transpirabilidad, ayudan a contrarrestar el fenómeno de la humedad capilar en los muros existentes, trabajando de forma simultánea con el sistema de deshumidificación. En revestimientos, trasdosados y tabiquerías con paneles de fibra de yeso, aislamientos de algodón reciclado, los cuales mejoran la transmitancia térmica hasta valores de 0,45-0,50 W/m²K y la humedad relativa y salubridad del ambiente interior, permitiendo la posibilidad de no colocar la barrera de vapor. Pavimentos de barro cocido, material de gran inercia térmica, es un óptimo complemento al sistema de calefacción radiante; el calor desarrollado por la chimenea se conduce a través de canalizaciones a las habitaciones de la planta superior, integrando la producción de calor por aerotermia; la arcilla utilizada en el pavimento del dormitorio principal absorbe y regula hasta un 40% de humedad ambiental. La madera, utilizada como parquet en algunos pavimentos, no se ha tratado con barnices ni pinturas.

Se ha realizado un control exhaustivo de todas las fichas técnicas de los materiales, para asegurar el contenido mínimo o nulo en emisiones de COV. Además se ha medido la radiación electromagnética de baja y alta frecuencia. Para evitar la aparición de gas radón se ha colocado una barrera en la solera de planta baja. Las instalaciones se han diseñado con la finalidad de eliminar o minimizar cualquier contaminación eléctrica, alejando los trazados de las líneas y creando áreas "limpias"; se ha realizado una nueva toma de tierra para situar todos los elementos metálicos de la construcción (armaduras de cimientos, estructura metálica de tabiquería interior, tuberías y conductos metálicos).

En el diseño interior de la vivienda ha influido mucho la psicología del hábitat, teniendo muy en cuenta la participación y necesidades de la familia propietaria. Destaca la necesidad básica de disponer de un hogar cálido y acogedor, con colores y texturas inspirados en la tierra.



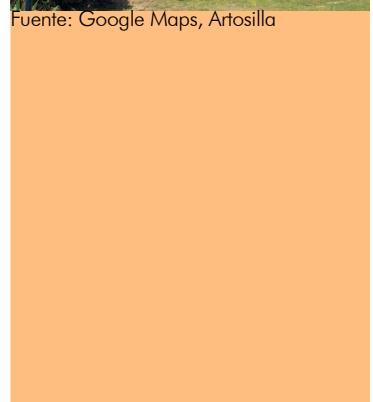
Figura 18. Hostal de Artosilla



Fuente: Google Maps, Artosilla



Figura 19. Hostal de Artosilla



4. BIOCONSTRUCCIÓN COMO SOLUCIÓN DE PATOLOGÍAS

Durante el siglo XX la arquitectura ha tendido a construir edificios nuevos con mejoras de confort, accesibilidad y eficiencia energética para el aumento demográfico general.

Puesto que los centros históricos eran muy compactos las ciudades comenzaron a extenderse por las periferias. Como consecuencia los centros históricos quedan desfasados y la oferta de vivienda de calidad se encuentra en áreas periféricas, lo que conlleva una descentralización de la población.

Actualmente la tendencia comienza a ser la rehabilitación de los edificios de los cascos históricos para adaptar las nuevas necesidades de la sociedad. También ha aumentado el interés por la conservación y restauración del patrimonio arquitectónico con intenciones económicas mediante el turismo y culturales.

Con la atención puesta en la rehabilitación, la bioconstrucción ofrece posiblemente las soluciones más adecuadas. Ya que, la tendencia hasta ahora consistía en el uso de productos nocivos para la salud como los derivados del petróleo, con una extracción difícil y la mayoría de fuentes no renovables.

Además, la mayoría de edificios históricos se han construido con materiales naturales hasta el siglo XX, como consecuencia, para la preservación del Patrimonio Arquitectónico es esencial el respeto a las técnicas tradicionales. Por lo tanto, la restauración y la bioconstrucción van de la mano.

En cuanto a reparación de elementos constructivos tradicionales la bioconstrucción propone productos como:

- El agua de cal: con características para la fijación de áreas frágiles que han quedado degradadas, como puede ser muros de tierra, como base para pinturas. También se aplica a la reparación de microfisuras en capas de enlucido o como imprimación a los acabados de cal.
- Mezclas de aceites con resinas y secantes naturales: es un aceite transparente, aplicable especialmente a las superficies de madera, con capacidad de impermeabilizar, permitiendo la transpirabilidad, y endurecer los soportes.
- Ceras naturales: de abejas y carnauba, similar al producto anterior, protege los suelos y estucos naturales además de impermeabilizar y dar un efecto de brillo. (17)

Para la consolidación de elementos o materiales tradicionales es frecuente aplicar las dos bases siguientes en función de si se trata de una superficie exterior o interior:

- De silicato potásico: sobre morteros de cal y pinturas y morteros de silicato para mejorar su resistencia a los agentes externos.
- De silicato de sodio: en superficies interiores, se usa principalmente sobre morteros de arcilla. Es una solución acuosa exenta de disolventes.

Figura 20. Proceso formación Agua de cal.



Fuente: <https://naturclay.com/tienda/materias-primas-naturales/agua-de-cal/>

Figura 21. Imprimación selladora transpirable e impermeable de silicato potásico



Fuente: <https://naturclay.com/tienda/pigmentos-naturales-complementos/sil-fix/>

No dejan de ser importantes, en continuación con los edificios, las técnicas tradicionales, entre ellas:

- Revestimientos de cal: propiedades hidrorreguladoras y eliminación de mohos o humedades debido a su porosidad. Dentro de los tipos de cal destacan la cal aérea, que se endurece al contacto con el aire, se suele aplicar en revestimientos interiores.
- Y la cal hidráulica, que se endurece con el contacto con el agua, lo cual es muy útil por ejemplo en muros de planta baja, en los que ascienden humedades, la cal permite su salida y el mortero se endurece mucho más.
- Revestimientos de arcilla: propiedades de regulación de la humedad, absorbe el vapor excesivo y lo libera cuando el aire se vuelve seco. Termo-regulador, dispone de buena inercia térmica que mantiene estable la temperatura del ambiente. Tanto la estabilización de la humedad como la absorción y distribución del calor, nos permite un gran ahorro energético. Además absorbe micropartículas de polvo, olores y gases y protege contra la radiación electromagnética. (17)

En el ámbito de la rehabilitación también la bioconstrucción también tiene mucho que aportar. Puesto que la forma de vida ha cambiado, las necesidades de la sociedad también. Para adaptar los edificios a las nuevas necesidades de eficiencia, salud y confort, es necesario el estudio de sistemas constructivos pasados y combinarlos con nuevas tecnologías de forma respetuosa con la esencia del edificio, resaltando sus cualidades. Generalmente las intervenciones que se llevan a cabo son de mejora de aislamientos con la intención de evitar las pérdidas o ganancias caloríficas.

Estas son algunas de las soluciones que propone la bioconstrucción:

En cuanto a mejora del aislamiento térmico:

- Sistema SATE: tanto en interior como en exterior. Está compuesto por un aislante de espesor variable, morteros de base y una capa de acabado, todo con materiales naturales. Son útiles tanto en climas fríos como en climas cálidos, debido a que aíslan el edificio de los cambios de temperatura exteriores y conservan la temperatura interior constante.
- Morteros de arcilla con corcho: suele estar compuesto por arcilla cruda micronizada, cal, arenas calizas, granulado de corcho y aditivos naturales. Sus características principales son la capacidad deshumidificadora, gran inercia térmica y aislamiento termo-acústico. Se aplica como cualquier otro mortero.
- Cualquier aislante natural: corcho negro, lana de oveja, cáñamo, algodón reciclado...

En relación a la renovación de acabados se aplican morteros o pinturas de cal o acabados de arcilla u otros materiales naturales. Se pretende utilizar soluciones porosas que permitan la permeabilidad del elemento con el objetivo de evitar humedades, eflorescencias y mohos, creando ambientes salubres gracias a sus propiedades.



Figura 22. Revestimiento de cal



Fuente: <https://naturclay.com/tienda/pigmentos-naturales-complementos/sil-fix/>



Figura 23. Revestimiento de arcilla



Fuente: <https://naturclay.com/tienda/pigmentos-naturales-complementos/sil-fix/>

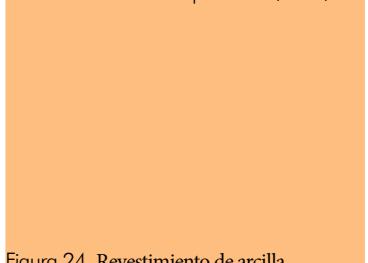


Figura 24. Revestimiento de arcilla



Fuente: <https://naturclay.com/tienda/pigmentos-naturales-complementos/sil-fix/>

5. PRESENTACIÓN CASA BOSQUE

5.1. HISTORIA Y TRANSFORMACIÓN

Como parte imprescindible del trabajo, conviene presentar el caso de estudio sobre el que se aplica la investigación. La Casa Bosque se sitúa en el centro de Caspe, aparece recorriendo la Calle Borrizo, una vía humilde en la que destaca la fachada con tonos rojizos y balcones elegantes de una antigua casa con cierta relevancia para el pueblo.

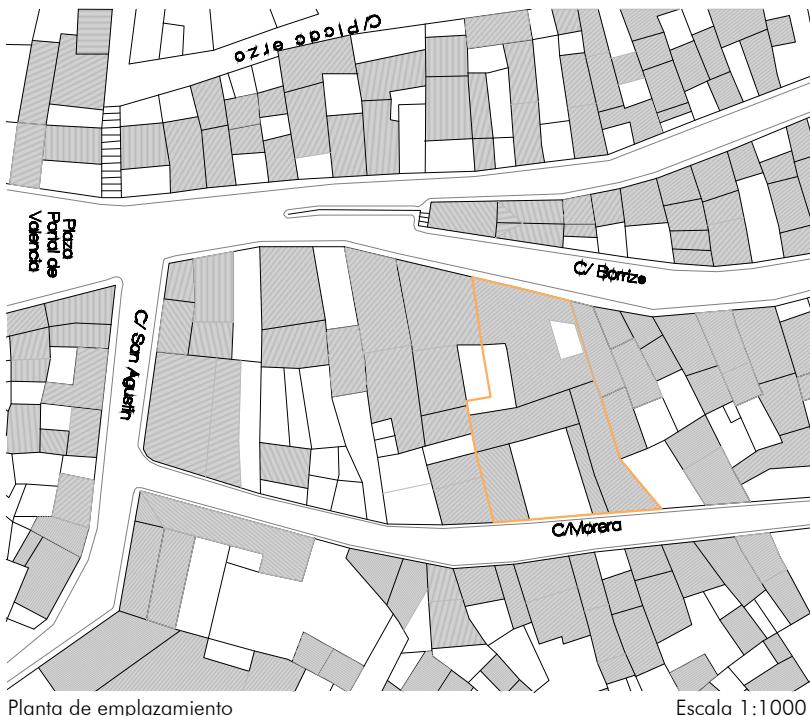


Figura 25. Familia Bosque.



Fuente: <http://www.bajoaragonesa.org/elagitador/la-casa-de-la-familia-bosque-2/>

5.1.1. LA FAMILIA BOSQUE

La casa de los Bosque fue la vivienda de D. Rafael Bosque, periodista y político republicano notable, gobernador de Asturias, asesinado en el año 36.

Su familia no figura como los responsables de su construcción, pero uno de los primeros registros que hay de la Casa es el nacimiento en 1883 de D. Leopoldo Bosque Calved, en la calle Borrizo número 25. Lo que se desconoce son los motivos por los que su padre D. Bernardo Bosque y su madre Tomasa Calved, llegaron a Caspe, posiblemente para hacerse cargo de alguna magistratura o cargo. (18)

El caso es que sí está datada la fecha de nacimiento de D. Leopoldo Bosque Calved, que ejerció como notario y residió en Caspe. A los cincuenta y dos años de edad falleció en Madrid, en el año 1907, con honores de Jefe Superior de la Administración Civil. No consta que trasladaron su residencia a Madrid, lo que si parece es que D. Rafael ya contaba con grandes amistades en la capital, vitales para el futuro de su carrera, y tras la muerte de su padre, con 24 años, recientemente casado con Joaquina Borraz, y el título de abogado, se puso al frente de su familia para mantener el estatus social y de grandeza de la misma.

(22 y 23)

Un año más tarde, en 1908, nacería el primero de los hijos de D. Rafael y Doña Joaquina, Leopoldo. Otros cuatro hijos vendrían después. Aquella familia numerosa necesitaba su propio nido, por lo que la antigua casa de los Bosque de la calle Borizo quedaba para la viuda de Leopoldo y para sus hijos todavía pequeños. En diciembre de 1922, Rafael Bosque resultó agraciado con el premio Gordo de la Lotería Nacional, que le reportó la cantidad de cuatrocientos cincuenta mil pesetas. Con ese dinero, D. Rafael compró el Palacio de Chacón, a dónde iría a vivir con la compañía de su mujer e hijos.

Leopoldo, hijo de Rafael, se casó con Carmen Gros. Los Gros también formaban parte del núcleo duro de las buenas familias de aquel Caspe. Tras unos años juntos, acabaron separándose después de la guerra y llevando vidas independientes. Tuvieron tres hijos, los únicos Bosque que todavía viven.

En 1965, poco después de la muerte de sus hermanos, la vieja casa se convirtió en el hogar de Leopoldo Bosque Albiac. Separado de su esposa y alejado de sus hijos, Leopoldo era el único Bosque que mantenía viva la llama del hogar en la vieja casa de la calle Borizo.

Para muchos vecinos se convirtió, al cabo de los años, en la única imagen de una familia por aquel entonces ya casi extinguida y olvidada por todos.

De la familia sabemos que provienen de una notable saga de jueces, escribanos, notarios y juristas vinculados al Bajo Aragón, llegando incluso a albergar a un gobernador civil en el clan Bosque. En definitiva, esta familia estuvo compuesta por generaciones y generaciones de personas cultas y con una posición claramente privilegiada en la sociedad aragonesa, tal y como demuestra la casa en la que se centra el trabajo. (18)

5.1.2. LA CASA BOSQUE: EL EDIFICIO

La Casa Bosque o Casa de los Bosque es una magnífica construcción protegida por el Catálogo de Patrimonio Arquitectónico del Plan General de Urbanismo de la Caspe. El Registro Catastral data la casa en el siglo XIX. Sin embargo, su origen es anterior, atendiendo a la cimentación y a la fecha que aparece grabada sobre el arco de la fachada principal, data de 1770. (24)

La edificación refleja sustancialmente la forma de vida de las clases propietarias de tierras, talleres, fábricas o negocios de otra índole en el mundo rural español anterior a los años 50-60 del siglo pasado. De hecho, durante este tiempo perteneció a los Bosque, que como ya se ha comentado, era una familia vinculada a la administración de justicia y la política. Es por lo tanto una casa señorial, y un ejemplo de arquitectura popular de los siglos XIX y XX que utiliza técnicas y materiales tradicionales como la piedra caliza, madera, adobe, teja árabe y tapial. (18)

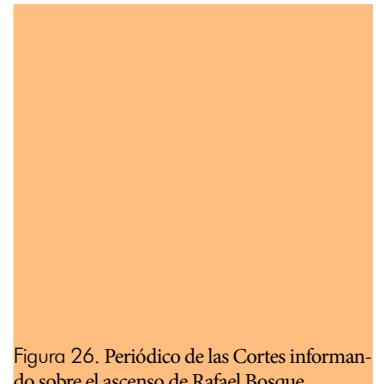


Figura 26. Periódico de las Cortes informando sobre el ascenso de Rafael Bosque.



DICTAMEN DE LA COMISIÓN DE INCOMPATIBILIDADES E INCAPACIDADES SOBRE EL CASO DEL SR. D. RAFAEL BOSQUE ALBIAC Y SU ADMISIÓN AL EJERCICIO DEL CARGO DE DIPUTADO

Credencial núm. 297.
La Comisión de Incompatibilidades e Incapacidades ha examinado los antecedentes y la situación actual del señor D. Rafael Bosque Albiac, elegido Diputado por la circunscripción de Caspe en las elecciones generales celebradas el 29 de junio de 1923, en el ejercicio de la compatibilidad del ministerio, puesto que respecto a su capacidad y aptitud legal ha emitido informe favorable la Comisión de Hacienda dispuesto en el art. 53 de la ley Electoral, re-

sultando que dicho señor era concejal del Ayuntamiento de Caspe y que no se considera que ha renunciado este cargo y es, por lo tanto, compatible con el de Diputado, siendo, por tanto, procedente que se sirva admitirlo al ejercicio del de Diputado a la vista de lo anterior.

Palacio del Congreso, 5 de Junio de 1923.
Los diputados: —D. José Martínez de Prado.—D. Francisco Álvarez R. Villamill.—José Sánchez Anido.—El Marqués de Artajona de Ibarra.—Raúl González de Ubieta.—Manuel Fernández Martínez, secretario.

Fuente: <http://www.bajoaragonesa.org/elagitador/la-casa-de-la-familia-bosque-2/>

Figura 27. Emblema en la entrada de la Casa Bosque



Fuente: Album de fotos @Cesar Larrosa



Figura 28. Detalle parte inferior de la cubierta

Fuente: Album de fotos @Cesar Larrosa



Figura 29. Escaleras en planta baja

Fuente: Album de fotos Casa Bosque @ Alvaro Villa



Figura 30. Fotografía del patio

Fuente: Album de fotos Casa Bosque @ Alvaro Villa

El alzado comparte muchos rasgos con otras viviendas del Valle del Ebro pertenecientes al mismo estilo. Así, como en estas, su distribución se organiza a partir de un patio de entrada que da paso a las estancias de los jornaleros y almacenes. Consta de tres plantas, baja más dos, relacionadas mediante una escalera central en la que destaca la barandilla de madera y hierro forjado. Esta escalera, de escalones de baldosas rojas y amarillas que se extienden por la planta primera y segunda, permite ascender hasta la planta principal o noble, que es la que contiene los aposentos de los propietarios. Por último, sobre este piso nos encontraríamos con el solanar, ventilado por tres huecos hacia la fachada principal, además de otras habitaciones y trasteros. (25 y 27)

El lujo y ostentación del que hacen gala algunas de las salas de la primera planta, con adornos de yeso, trabajadas puertas de madera y suelos embaldosados, reflejan perfectamente el estatus económico y social alcanzado por sus propietarios.

Esa búsqueda de magnificencia se extiende también a la fachada principal, que constituye además una pieza importante del urbanismo del centro de la población. De paramentos enlucidos y pintados, donde destaca la puerta central de arco de medio punto, que además de tener un escudo de armas en la clave, está acompañada por dos vanos enrejados a los lados. Ya a la altura del piso noble, vemos tres balcones de losas de piedra y rejería características de finales del siglo XIX, cuyos marcos aparecen resaltados y decorados, al igual que lo están los tres huecos oblongos del piso superior.

La culminación de la fachada se encuentra en el alero. Su construcción geométrica de sucesivos picos y listelos de ladrillo es bastante corriente en otros edificios del entorno de Caspe construidos entre los siglos XVIII y XIX. (26 y 28)

Volviendo al espacio del patio, nos habla de las distintas labores o funciones que se realizaban en la casa. En primer lugar, entrando desde la fachada trasera, por la calle Morera, aparece una gran portada de piedra por la que entrarían los carros, carretas y animales que entraban y salían de la casa. Esta fachada tiene un objetivo funcional claro.

Pasada la puerta, a la izquierda, se levanta un pajón, actualmente rehabilitado para espacios comunes, en el que destaca una gran arcada y la escalera que asciende hacia el pajón de la planta primera. Al fondo del patio se encuentra la fachada interior del núcleo residencial, construida con tapial y piedra y conservando la geometría del alero de la fachada principal.

En esta fachada aparecen dos arcos en planta baja. Uno de ellos comunica con la zona residencial mientras que el otro se encuentra cerrado, y tiene adosada una escalera piedra que asciende hacia la galería de la derecha. (18)

Esta galería es una de las piezas más interesantes de la Casa Bosque dándole una estética particular a todo el conjunto del patio. Además marca la diferencia de funciones entre ambas plantas, el porche inferior comunica con las bodegas, cuadras y espacios de almacenamiento, todo construido en piedra. Y la parte superior, en planta primera, es una continuidad de la planta noble, como muestra su ornamentación más profusa. Por ejemplo, además de los paramentos enyesados, podemos distinguir fácilmente en ella los pilares octogonales de ladrillo rojo, las vigas de madera noble que configuran la techumbre y la larga balaustrada de madera moldeada que cierra todo el conjunto. (29)

Lamentablemente, la Casa Bosque ha permanecido en el olvido durante décadas, y ha llegado a la actualidad en un estado prácticamente de ruina. Sin embargo, gracias a esta situación podemos conocer de primera mano cómo era el estilo de vida de los grandes propietarios rurales de los siglos XIX y XX y sus viviendas.

Se presentó así una gran oportunidad para que la Asociación Casa Bosque, formada por vecinos de Caspe y alrededores, pueda no solo estudiar y recuperar el edificio, sino también acercarlo al presente y dotar de un nuevo sentido a sus estancias, de modo que pueda ser útil para el desarrollo de la sociedad, economía y cultura del territorio.

5.2. ÚLTIMAS INTERVENCIONES

Una vez explicada la historia y la morfología de la Casa Bosque, conviene hablar sobre las últimas transformaciones y actividades que se han llevado a cabo en ella para entender lo que es actualmente la Casa Bosque.

Después de muchos años, en 2012 la Asociación de Amigos del Compromiso de Caspe, junto con la peña Rastrojo y la colaboración de Bajoaragonesa de Agitación y Propaganda, abrían al público por primera vez La Casa Bosque. Desde entonces, la cofradía La Columna la siguió abriendo para la celebración anual de las Fiestas del Compromiso, hasta 2017, cuando se creó la Asociación Casa Bosque.

La Asociación es un colectivo sin ánimo de lucro formado por personas de diferentes ámbitos como la arquitectura, la construcción, la educación, la cultura y la comunicación, y que comparten los mismos valores y objetivos: preservar el patrimonio y dinamizar el entorno rural.

La idea de la asociación es generar un lugar de encuentro que acoja todo tipo de actividades socioculturales y que fomente la interculturalidad, la participación ciudadana y la innovación social para contribuir al desarrollo de la zona. Se trata de un proyecto compartido que busca la participación de todo el pueblo.

Dada la situación en la que se encontraba la edificación se plantearon dos proyectos con la intención de utilizar el patio como el espacio principal para las actividades que se llevasen a cabo en la casa.

El primer proyecto supone la transformación del espacio anexo al patio, antiguamente con la función de granero, en una sala polivalente con aseo, que sirva como espacio servidor para el patio.

Figura 31. Sala Coworking antes de la intervención



Fuente: Album de fotos Casa Bosque @ Alvaro Villa

Figura 32. Balcón planta primera



Fuente: Album de fotos @Cesar Larrosa



Figura 33. Fachada sede social multiusos antes de intervención



Fuente: Album de fotos Casa Bosque @ Alvaro Villa

Figura 34. Cubierta sede social mutliusos después de intervención



Fuente: Album de fotos @Cesar Larrosa

Figura 35. Fachada sede social multiusos antes de intervención



Fuente: Album de fotos @Cesar Larrosa

Para ello se proyecta la sustitución de la cubierta existente por una de características similares y la rehabilitación del espacio existente hoy en día como cobertizo, mediante la incorporación de servicios básicos de electricidad, iluminación, abastecimiento de agua y saneamiento, y la incorporación de un aseo, de modo que permita un uso polivalente por parte de la asociación y la utilización óptima del espacio. Se trata de un espacio anexo a la vivienda existente, de dos plantas y que comparte pared con la vivienda adyacente.

El suelo del espacio a rehabilitar está en contacto directamente con el terreno, por ello se resuelve con una solera de hormigón de 15 cm de espesor, realizada con hormigón armado.

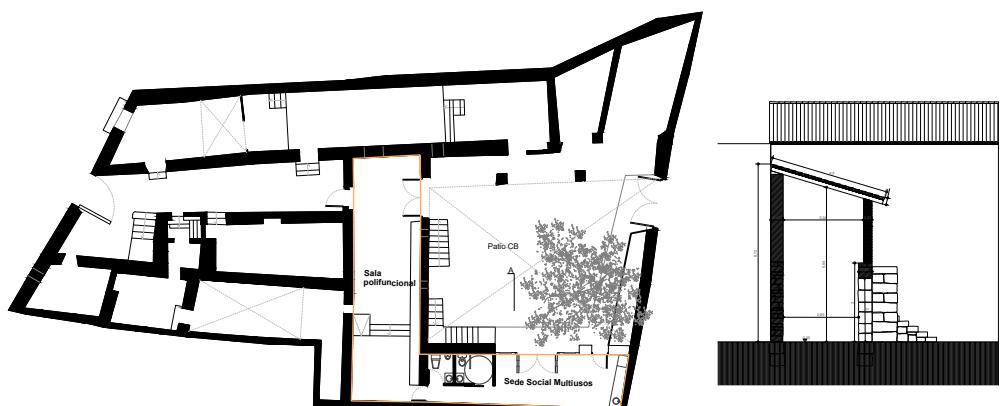
La solera incluye una capa impermeabilizante y antipunzonante sobre encachado de piedra caliza para protegerla de humedades.

En cubierta se ha proyectado un forjado inclinado muy similar al que había previamente, conservando las viguetas de madera y el cuarenta por ciento de las tejas cerámicas, recibidas éstas con mortero de cemento y arena de río. Para el resto de la cubierta se utilizaron tejas recicladas y se sustituyó el cañizo por uno nuevo, restaurando así la función y apariencia de la cubierta preexistente. Por otro lado se tuvo que proyectar un zuncho de hormigón en todo el perímetro del espacio para mejorar el contacto entre la cubierta y el muro existente y evitar pandeos.

Para la tabiquería interior se utilizó fábrica de ladrillo cerámico recibidas con mortero de cal.

En general no se actúa en los revestimientos existentes a excepción de dos grandes disgragaciones en dos de los muros de la envolvente, las cuales se resolvieron mediante bioconstrucción, al muro de cal se le aplicó una solución de agua de cal para consolidarlo y posteriormente se recubrió con mortero de cal. Por otro lado, al muro de piedra se le devolvió su solidez recolocando las piedras que se habían desprendido recibidas con un mortero de cal.

(Añadir fotos del marcando la zona de intervención, planta, alzado y sección del pdf del proyecto)



Planta Baja Escala

1:400 Sección A-A'

Escala 1:150

Para la segunda fase se rehabilitó otro de los espacios que miran al patio con la misma idea de transformarlo en un espacio multifuncional que sirva a la asociación para distintas actividades de exposición, didácticas, de reunión... Este espacio se sitúa en planta primera, junto al espacio rehabilitado en conexión con la fase uno mediante el forjado intermedio previsto para relacionar ambas fases desde las escaleras del patio.

Esta intervención consistió en la recuperación del papel que envolvía anti-guamente la sala, para tener una imagen lo más similar posible a la que tenían los propietarios en la antigüedad. La demolición del falso techo, el cual se encontraba muy degradado por la acumulación de patologías y falta de mantenimiento, dejando a la vista las vigas de madera preexistentes. Y por último la sustitución del forjado, bastante degradado también, por un forjado de hormigón armado, apoyado en las viguetas de madera mediante una serie de anclajes metálicos en su longitud. Para aislar el espacio, al forjado se le añadió una capa aislante de esferas de poliespan y un acabado de hormigón pulido.

La decisión de utilizar hormigón en esta segunda fase por encima de otras soluciones de bioconstrucción se debió a la falta de presupuesto, ya que la asociación, después de la primera fase vio muy reducidos sus fondos y esta solución se planteaba más sencilla.

Sin embargo, en otros detalles se quiso mantener el uso de la bioconstrucción, se aplicó una solución de cal para cubrir las fisuras que aparecían en los muros de la sala y se impregnaron las vigas de madera con un aceite natural para protegerlas y mejorar sus condiciones.

Estos dos proyectos suponen el inicio de la rehabilitación de la casa, pero el resto de estancias, aunque se pueden transitar, siguen en un estado bastante degradado debido a diversas patologías.

Uno de los mayores problemas que tiene la casa es el derrumbe parcial de la cubierta, lo que ha provocado otras patologías como el derrumbe de forjados interiores, movimientos en la estructura o la entrada de agua al interior de la vivienda. La asociación es consciente de que es el problema prioritario en cuanto a la rehabilitación completa de la casa, pero debido al coste del proyecto aún no lo han podido afrontar.

Por lo tanto, las patologías que se van a presentar en este proyecto, aunque se nombren otras causas como principales, tienen como causa común este problema.

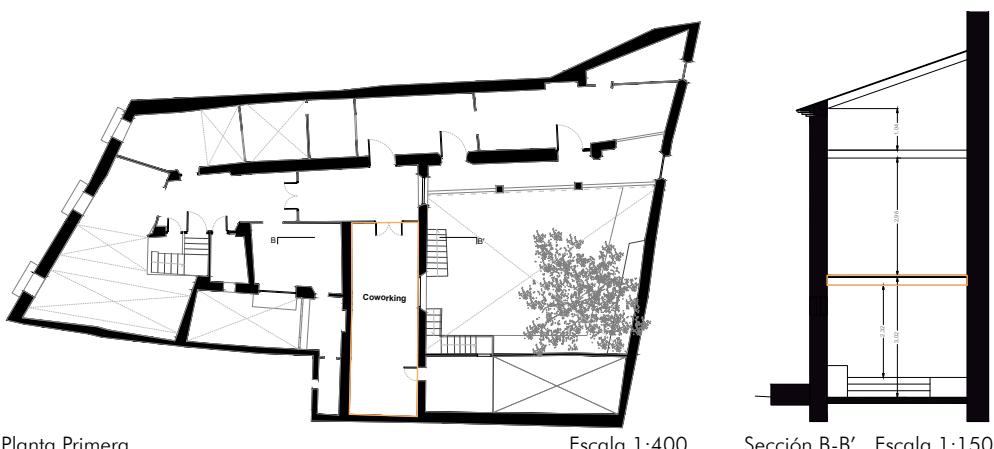


Figura 36. Sala Coworking antes de la intervención



Fuente: Álbum de fotos Casa Bosque @ Alvaro Villa

Figura 37. Sala Coworking después de la intervención



Fuente: Álbum de fotos Casa Bosque @ Alvaro Villa

6. PRESENTACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SUS SOLUCIONES CON BIOCONSTRUCCIÓN

6.1. PRESENTACIÓN DE PATOLOGÍAS

Una vez comprendido cómo funciona la Casa Bosque y cuáles han sido las primeras intervenciones que se han llevado a cabo para su rehabilitación, se expondrán las patologías más generales y sus orígenes.

El principal problema es el derrumbamiento de la cubierta, debido a la falta de mantenimiento y a la acción de agentes externos como el soleamiento, agentes atmosféricos o animales. El colapso de éste elemento constructivo ha provocado el derrumbamiento de los forjados interiores debajo de éste, y como consecuencia la entrada de agua al interior de la vivienda.

Esta sucesión de catástrofes ha provocado la aparición de otras tres patologías: humedades por filtración de agua en los acabados interiores de los muros, la aparición de fisuras y grietas tanto en muros como en forjados por el movimiento de la estructura y el desprendimiento de revestimientos no solo por humedad si no por la acción de animales, especialmente aves, que instalan sus nidos en el interior de forjados.

En el otro sentido, en planta baja surgen humedades prácticamente por todos los muros de la vivienda. El origen es la ascensión del agua del terreno por los muros.

Cuando se proyecta en arquitectura la existencia de agua en el terreno es prácticamente una constante, por lo que se llevan a cabo distintas soluciones para evitar que el agua ascienda por la construcción y genere este tipo de patologías.

En la antigüedad, pavimentaban las calles con piedra irregular o se quedaban en tierra, además de disponer de patios interiores del mismo material como salidas del agua del terreno al exterior.

Actualmente, al pavimentar o asfaltar las calles, se elimina esta salida del agua, y si se le añaden medianeras, la única posibilidad que tiene el agua es ascender por los muros.

La Casa Bosque es víctima de humedades en planta baja por estas razones, llegando incluso a disgregarse los muros de tierra en algunos puntos. Ya que con la intención de solucionar el problema, es común que se decida aplicar un mortero de cemento, lo que evita que transpire el muro y se agrave la patología, llegando a desprenderse el revestimiento y parte del muro.

Por último, otra de las patologías más recurrentes en la Casa es el ataque de insectos xilófagos en las vigas de madera. No consta si el ataque ha cesado o si se mantiene, pero se aprecia la degradación de las vigas por el ataque de estos agentes.

A pesar del estado en el que se encuentran, se trata de elementos sobre-dimensionados, con gran resistencia y en los que, en caso de colapsar, las señales previas son claras.

Como he comentado en el apartado anterior, se decidió aplicar un aceite natural para proteger y extender la vida útil de estos elementos.

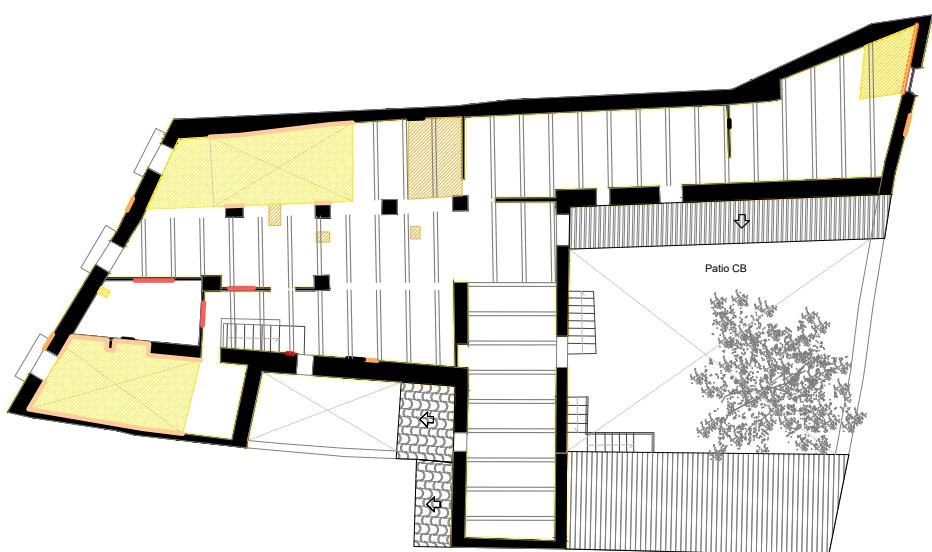


Planta Baja

- Desprendimiento de acabado
- Desprendimiento revestimiento de forjado
- Erosión atmosférica
- Humedad por capilaridad
- Humedad por filtración
- Fisura horizontal bajo forjado
- Fisura vertical en muro exterior
- Fisura vertical de forjado hacia el suelo
- Fisura vertical de forjado hacia arriba
- Disgregación del material
- Ataque xilófagos



Planta Primera



Planta Segunda

Escala 1:300



Vista 360° del patio



Vista 360° del acceso principal



Vista 360° de la entrada a planta primera



Sección por patio

Escala 1:200



Vista 360° del recibidor de planta primera



Vista 360° de la entrada a planta segunda



Vista 360° del patio



Sección por patio con patologías marcadas

Escala 1:200

6.2. Fichas de patologías

Ficha Nº: 1

LESIÓN: Fisura vertical

TIPO: Mecánica

LOCALIZACIÓN: En muros exteriores

DESCRIPCIÓN:

Las fisuras son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o acabado de un elemento constructivo. Normalmente no tienen importancia de carácter estructural pero perjudican el confort del usuario (entrada de agua, frío, etc) y repercuten en el aspecto estético. Las fisuras interiores en las paredes suelen estar producidas por antiguas deformaciones que se han estabilizado, aún así, algunas fisuras también son consideradas habitualmente una etapa de aparición de grietas.

FOTOGRAFÍA:

Figura 38. Fotografías de fisuras verticales en muros exteriores



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: movimientos de la estructura debido a la dilatación por las condiciones climatológicas y el derrumbe de algunos forjados, provoca movimientos en todo el edificio. En este caso al no haber ninguna junta o similar entre los elementos aparecen este tipo de fisuras.

Indirectas: Falta de independización en el encuentro entre dos elementos constructivos distintos

Prioridad de intervención: media. Si no se actúa sobre los factores que originan esta lesión, irá aumentando la deformación del elemento y pueden llegar a afectar al resto de elementos constructivos cercanos a ellas.

PREDIAGNOSIS

En principio este tipo de fisuras no tienen carácter estructural. Se recomienda colocar algún sistema para detectar movimientos, con el objetivo de controlar si la fisura está viva o estabilizada.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: actuar y reforzar elementos estructurales o apoyos con el objetivo de evitar el movimiento de la estructura.

Reparación de la lesión: lo primero es comprobar la profundidad de la fisura o grieta, si afecta sólo al revestimiento o también a la sección del muro.

Después se colocarán testigos (lo ideal es que estén entre 6 y 12 meses) para comprobar si la fisura está estabilizada.

Más tarde, con la fisura estabilizada, se impregnará con mortero natural de cal o arcilla. Dependiendo de en qué planta esté la fisura, se aplicará mortero de cal áerea en las plantas primera y segunda y cal hidráulica en planta baja.

Posteriormente, aplicar una capa de base de silicato para consolidar el elemento y mejorar su resistencia frente a los agentes externos. Dependiendo de si la fisura se encuentra en una superficie exterior o interior, la base de silicato potásico o de sodio respectivamente.

Finalmente se dará un acabado de cal o arcilla para devolverle completamente al muro sus capacidades originales.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas en los diferentes encuentros de la vivienda, controlando la aparición de nuevas fisuras y grietas o movimiento en las ya conocidas.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 2

LESIÓN: Desprendimiento del revestimiento de forjados

TIPO: Mecánica

LOCALIZACIÓN: Forjados de plantas intermedias y cubierta.

DESCRIPCIÓN:

El desprendimiento de piezas de forjado es una lesión puntual. La composición de forjados es igual en su totalidad.

FOTOGRAFÍA:

Figura 39. Fotografías de desprendimiento del revestimiento de forjados



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: pérdida de adherencia o deterioramiento de los materiales que forman el forjado principalmente por falta de mantenimiento y por la entrada de agua al interior del edificio. Además, el estado de conservación de la vivienda afecta negativamente a todos estos elementos constructivos agotando más rápidamente la vida útil de los materiales que los componen.

Indirectas: acción de otros agentes externos como el paso del tiempo, humedad, aislamiento, cambios de temperatura, animales, etc.

Prioridad de intervención: media. Si no se actúa sobre los factores que originan esta lesión, puede propiciar la filtración de agua de lluvia y originar humedades.

PREDIAGNOSIS

La patología no tiene peligro estructural grave, pero si no se actúa el desprendimiento de piezas será mayor, hasta el punto de inhabilitar el forjado impidiendo la impermeabilización de éste o en el caso de los forjados interiores, que acabe por derrumbarse una parte de la sección de dicho forjado

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: para esta lesión se aconseja un correcto mantenimiento y control visual del elemento constructivo.

Reparación de la lesión: sustitución de piezas rotas, cerámicas o de madera, por unas nuevas. En caso de vigas de madera hay que analizar que no hayan sufrido ningún tipo de lesión como ataque de insectos o pudrimientos por excesos de humedad. En ese caso aplicar bioil, para impermeabilizar y endurecer los soportes.

En caso de que un forjado tuviese muchas partes deterioradas, se podría desmontar completamente, acoplar todo lo que se pueda recuperar y volver a montar un forjado con las partes recuperadas.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas de la estructura de los forjados, controlando la aparición de nuevos desprendimientos. En su aparición reparar de inmediato para evitar lesiones más graves.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 3

LESIÓN: Fisura horizontal bajo soporte del forjado

TIPO: Mecánica

LOCALIZACIÓN: Muros exteriores e interiores

DESCRIPCIÓN:

La flecha que sufren los forjados, formado por vigas de madera, es la consecuencia directa por la flexión de los elementos horizontales, debido a un exceso de cargas. La estructura de madera resulta muy deformable, por tanto, antes de llegar a la rotura, sobre todo en los elementos que trabajan a flexión, asumen diferentes deformaciones que avisan del problema.

FOTOGRAFÍA:

Figura 40. Fotografías de fisuras horizontales bajo forjados



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: la deformación de la viga por flecha aparece como consecuencia de múltiples causas, como consecuencia de una sobrecarga o bien por el deterioramiento que sufre la madera con el paso del tiempo, insectos, humedades, cambio de temperatura, etc.

Indirectas: debido a la antiguedad del edificio no se puede relacionar una causa directa la mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades.

Prioridad de intervención: media. Si no se actúa sobre los factores que originan esta lesión, irá aumentando la deformación de las vigas y pueden llegar a afectar al resto de elementos constructivos cercanos a ellas.

PREDIAGNOSIS

Patología con posible peligro estructural, en función de la deformación que sufre la viga, los agentes externos que actúan sobre ella y la carga a la que se encuentra expuesta.

Igualmente es muy importante el conocimiento del estado del resto de vigas del forjado.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: actuar y reforzar elementos estructurales o apoyos con el objetivo de evitar el movimiento de la estructura.

Reparación de la lesión: lo primero es comprobar la profundidad de la fisura o grieta, si afecta sólo al revestimiento o también a la sección del muro.

Después se colocarán testigos (lo ideal es que estén entre 6 y 12 meses) para comprobar si la fisura está estabilizada.

Más tarde, con la fisura estabilizada, se impregnará con mortero natural de cal o arcilla. Dependiendo de en qué planta esté la fisura, se aplicará mortero de cal aérea en las plantas primera y segunda y cal hidráulica en planta baja.

Posteriormente, aplicar una capa de base de silicato para consolidar el elemento y mejorar su resistencia frente a los agentes externos. Dependiendo de si la fisura se encuentra en una superficie exterior o interior, la base de silicato potásico o de sodio respectivamente.

Finalmente se dará un acabado de cal o arcilla para devolverle completamente al muro sus capacidades originales.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas de la estructura de los forjados, controlando la aparición de nuevas flechas y fisuras bajo vigas y viguetas. En su aparición reparar de inmediato y evitar lesiones más graves.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 4

LESIÓN: Humedad por capilaridad

TIPO: Física

LOCALIZACIÓN: Muros exteriores e interiores

DESCRIPCIÓN:

Este tipo de humedades aparecen en los muros de planta baja ya que provienen del terreno en el que se encuentra la edificación y, por el principio de capilaridad provoca que el agua ascienda por el contacto de este elemento con el terreno.

FOTOGRAFÍA:

Figura 41. Fotografías de humedades por capilaridad



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: principalmente provocada por el exceso de agua en el terreno. Otras de las causas que también pueden provocar capilaridad son: presencia de agua de lluvia en el terreno, rotura de la canalización, falta de drenaje y ausencia de aislamiento en los forjados. Sin dejar de lado los materiales de estructura porosa y los muros de gran sección los cuales permiten una mayor anchura para la comunicación.

Indirectas: la pavimentación de las calles anexas a la casa y la construcción de la soleira en planta baja. Las consecuencias de ambas acciones evitan que la humedad pueda salir por esas zonas, por lo tanto la el agua tiende a salir por los muros de la Casa.

Prioridad de intervención: media. De no actuar irá incrementando el deterioro interno de la lesión y como consecuencia la superficie del muro afectada.

PREDIAGNOSIS

Patología con leve peligro estructural, estas erosiones son progresivas y generalmente solo afecta al ámbito estético de la superficie.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: como se trata de la existencia de agua en el terreno en el que se coloca la edificación, se aconseja la colocación de una barrera horizontal y la colocación de drenaje.

Reparación de la lesión: repicar y eliminar los enseyados, revocos o pequeñas piedras desprendidas, y dejar secar un tiempo.

Una vez limpiada la zona, para consolidar el muro se aplican varias capas de agua de cal hasta que se forme una costra.

Posteriormente, volver a enyesar, rebozar o bien sustituir las piedras deterioradas mediante mortero de cal hidráulica, que con el contacto con el agua se rigidizará, para unirlas. Conviene también que en estas zonas afectadas por capilaridad no se coloquen muebles u otros elementos que puedan hacer de barrera y eviten la evaporación de agua de los muros. También es importante optimizar la ventilación de la estancia para disipar la humedad ambiental.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas de los diferentes paramentos en planta baja, controlando la aparición de nuevos desprendimientos y si se detectan, se realizará la reparación puntual para evitar que aumente la gravedad de ésta o que aparezcan otras lesiones de éste tipo.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 5

LESIÓN: Erosión atmosférica

TIPO: Física

LOCALIZACIÓN: Cubierta

DESCRIPCIÓN:

La erosión atmosférica es la pérdida o transformación superficial de un elemento constructivo, pudiendo ser total o parcial. Este tipo de erosión a un elemento constructivo se produce por la acción física de los agentes atmosféricos (agua, viento, etc).

FOTOGRAFÍA:

Figura 42. Fotografías de erosiones atmosféricas



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: las causas son los agentes atmosféricos como el agua de lluvia, el viento, asolamiento, etc. Generalmente estas erosiones atmosféricas generan la metereolización de los materiales pétreos provocada por la succión del agua de lluvia, que si va acompañada de posibles heladas y de la dilatación correspondiente, rompe las capas superficiales del elemento constructivo.

Indirectas: lo más probable es que la causa es debida al paso del tiempo y no a una mala ejecución constructiva o una mala calidad de los cerramientos.

Prioridad de intervención: alta. La falta de la cubierta puede provocar otro tipo de lesiones en el interior del edificio.

PREDIAGNOSIS

Patología con peligro estructural dependiendo del tipo de erosión en el elemento constructivo ya que si es total el interior de la vivienda queda desprotegido.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: la causa directa de esta patología son los agentes atmosféricos, por lo tanto no se puede tomar ninguna medida directa.

Reparación de la lesión: unificar el acabado o elemento constructivo para evitar la entrada de agua sustituyendo la pieza afectada o rellenando juntas con mortero de cal.

Aplicar un tratamiento o imprimación en la superficie afectada, ya sea una mezcla de aceites con resinas y secantes naturales o ceras naturales, con el objetivo de endurecer los elementos e impermeabilizarlos.

También se pueden aplicar bases de silicato potásico o de sodio sobre morteros de cal o arcilla también para mejorar su resistencia a los agentes externos. conservando los elementos y materiales que se mantengan en buen estado.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas de las diferentes lesiones mecánicas presentes en la vivienda, controlando las propias erosiones y la aparición de nuevas. Sin dejar de lado el estado de conservación de la vivienda.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 6

LESIÓN: Desprendimiento de acabado

TIPO: Física

LOCALIZACIÓN: Muros exteriores e interiores

DESCRIPCIÓN:

La pérdida de revestimiento por el desprendimiento del revoco o el enseyado en los paramentos se repite en las diferentes estancias y fachadas del edificio.

FOTOGRAFÍA:

Figura 43. Fotografías de desprendimiento de acabados en muros



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: pérdida de adherencia del revestimiento del revoco o enyesado por cambios de temperatura, humedad, condiciones atmosféricas, etc de forma continuada en el tiempo.

Indirectas: debido a que la vivienda tiene zonas más antiguas que otras pero todas ellas tienen una edad considerable, no se puede hacer mención a una mala ejecución, de mala calidad de aplicación del enyesado. Por su antigüedad se considera que su vida útil se ha agotado.

Prioridad de intervención: baja. Si no se actúa sobre estas lesiones puntuales y las causas que originan éstas, se irán perdiendo gradualmente el resto de materiales por desprendimiento del paramento vertical.

PREDIAGNOSIS

El desprendimiento del revestimiento de los paramentos verticales no conlleva ningún peligro estructural, se trata de una lesión estética.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: es un tipo de lesión provocada por una causa sobre la cual solo se pueden realizar trabajos de mantenimiento, ya que no se puede actuar en el paso del tiempo y en los agentes climatológicos.

Reparación de la lesión: en el caso de la pérdida del revestimiento de los paramentos verticales se llevará a cabo la limpieza superficial actual, haciendo desprender la pintura o enyesados. Posteriormente se aplicará una capa de enyesado y un acabado de pintura ecológica natural lo más similar posible a la anterior, con la intención de recuperar la imagen del espacio lo más parecida posible al pasado y proteger frente a humedades, eflorescencias y mohos.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas de los diferentes paramentos de la vivienda, controlando la aparición de nuevos desprendimientos y si se detectan, se realizará la reparación puntual para evitar que aumente la gravedad de ésta o que aparezcan otras lesiones de éste tipo.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 7

LESIÓN: Fisura vertical desde el forjado hacia arriba

TIPO: Mecánica

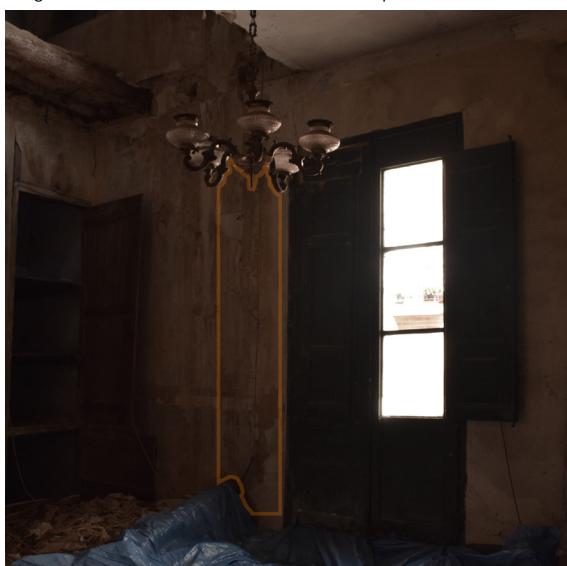
LOCALIZACIÓN: Muros exteriores e interiores

DESCRIPCIÓN:

Las fisuras son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o acabado de un elemento constructivo. En función de sus dimensiones pueden ser perjudiciales para la estructura. Las fisuras interiores en las paredes suelen producidas por antiguas deformaciones que se han estabilizado, aún así, algunas fisuras también son consideradas habitualmente una etapa de aparición de grietas.

FOTOGRAFÍA:

Figura 44. Fotografías de fisuras verticales desde el forjado hacia arriba



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: la deformación de la viga por flecha y los movimientos de la estructura por desplazamientos de la cimentación o sobrecargas en la estructura generan este tipo de esfuerzos de flexión o pandeo excesivos en los elementos verticales provocando apareciendo fisuras y grietas.

Indirectas: debido a la antiguedad del edificio no se puede relacionar una causa directa la mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades.

Prioridad de intervención: media. Si no se actúa sobre los factores que originan esta lesión, irá aumentando la lesión haciendo que crezca y se convierta en grieta, provocando otro tipo de lesiones que perjudicen la sección del muro.

PREDIAGNOSIS

Patología con posible peligro estructural, en función de la profundidad que pueda llegar a alcanzar la fisura, los agentes externos que actúan sobre ella y la carga a la que se encuentra expuesta.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: actuar y reforzar elementos estructurales o apoyos con el objetivo de evitar el movimiento de la estructura.

Reparación de la lesión: lo primero es comprobar la profundidad de la fisura o grieta, si afecta sólo al revestimiento o también a la sección del muro.

Después se colocarán testigos (lo ideal es que estén entre 6 y 12 meses) para comprobar si la fisura está estabilizada.

Más tarde, con la fisura estabilizada, se impregnará con mortero natural de cal o arcilla. Dependiendo de en qué planta esté la fisura, se aplicará mortero de cal aérea en las plantas primera y segunda y cal hidráulica en planta baja.

Posteriormente, aplicar una capa de base de silicato para consolidar el elemento y mejorar su resistencia frente a los agentes externos. Dependiendo de si la fisura se encuentra en una superficie exterior o interior, la base de silicato potásico o de sodio respectivamente.

Finalmente se dará un acabado de cal o arcilla para devolverle completamente al muro sus capacidades originales.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas en los diferentes encuentros de la vivienda, controlando la aparición de nuevas fisuras y grietas, controlando la aparición de nuevas grietas o movimiento en las ya conocidas.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 8

LESIÓN: Disgregación del material en muro de carga

TIPO: Mecánica

LOCALIZACIÓN: Muro de carga en planta baja

DESCRIPCIÓN:

Las grietas son rupturas que pueden afectar a la estructura de una edificación y se caracterizan porque su abertura es muy profunda y cuenta con un ancho superior a dos milímetros. Pueden causar daños a la sección entera del elemento constructivo en el que se encuentren.

FOTOGRAFÍA:

Figura 45. Fotografías de disgragaciones del material



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: la acumulación de humedad en los muros de planta baja, debido al exceso de agua en el terreno, ha provocado el desprendimiento de la lesión en cuestión. Además, los posibles movimientos del terreno han provocado un asiento diferencial bajo el muro de carga que ha agravado la situación y posiblemente ha provocado el desprendimiento no solo del revestimiento si no de parte de la sección del muro.

Indirectas: debido a la antiguedad del edificio no se puede relacionar una causa directa la mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades.

Prioridad de intervención: media. Si no se actúa sobre los factores que originan esta lesión, irá aumentando la lesión haciendo que crezca y se desprenda más sección del muro, provocando otro tipo de lesiones que perjudicen el elemento constructivo.

PREDIAGNOSIS

Patología con posible peligro estructural, ya que la profundidad que ha alcanzado la grieta es considerable, además de otros agentes externos como la humedad que pueden perjudicar aún más el elemento constructivo.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: actuar y reforzar elementos estructurales o apoyos con el objetivo de evitar el movimiento de la estructura.

Reparación de la lesión: repicar y eliminar tierra o pequeñas piedras desprendidas, y dejar secar un tiempo.

Una vez limpiada la zona, para consolidar el muro se aplican varias capas de agua de cal hasta que se forme una costra.

Posteriormente, volver a enyesar, rebozar o bien sustituir las piedras deterioradas mediante mortero de cal hidráulica, que con el contacto con el agua se rigidizará, para unirlas. En el caso de volver a llenar con tierra encofrado es mas complicado pero igualmente posible.

Conviene también que en estas zonas afectadas por capilaridad no se coloquen muebles u otros elementos que puedan hacer de barrera y eviten la evaporación de agua de los muros. También es importante optimizar la ventilación de la estancia para disipar la humedad ambiental.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas en los diferentes encuentros de la vivienda, controlando la aparición de nuevas fisuras y grietas, o movimiento en las ya conocidas.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 9

LESIÓN: Ataque de xilófagos en viguetas

TIPO: Química

LOCALIZACIÓN: Forjados interiores

DESCRIPCIÓN:

Los insectos xilófagos son organismos vivos que hacen de la madera su espacio vital y su base de nutrición. Estos insectos poseen la facultad de fraccionar mecánicamente el material y de hacer servir, como fuente de alimentación, los componentes químicos de la madera y su componente celular apropiándose de la celulosa y de la lignina. Los insectos xilófagos se dividen en dos tipos: los coleópteros y los isópteros, y se encuentran en zonas cálidas. Los primeros atacan a la madera seca durante el periodo de la larva. Los segundos atacan al interior de la madera formando colonias. Construyen galerías hasta llegar a la superficie de la tierra y de las maderas de las cuales se alimentan.

FOTOGRAFÍA:

Figura 46. Fotografías de ataque de xilófagos



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: se trata de una lesión provocada por organismos vivos que habitan y se alimentan de la madera; el ataque consiste en perforaciones de la madera y por tanto pérdida de la masa de la madera.

Indirectas: aparecen como causa del mal estado de conservación de la vivienda ya que genera las condiciones favorables para el desarrollo de los insectos.

Prioridad de intervención: baja. Actuar para eliminar el ataque de los insectos xilófagos, si no se actúa se puede agravar la exposición de la zona acelerando este proceso hasta llegar a la destrucción de la madera donde se encuentran.

PREDIAGNOSIS

Patología con posible peligro estructural. Solo podría afectar estructuralmente si la desintegración de los materiales fuera elevada, por esto se aconseja la reparación de aquellas maderas afectadas.

PROPIUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: considerando que el ataque sobre la madera se produce por insectos que se alimentan de esta, lo que se tendrá que hacer es aplicar un tratamiento protector sobre la madera.

Reparación de la lesión: Lo primero es detectar el tipo de insecto que ataca ya que por ejemplo los hongos y termitas son un problema grave, pero la carcoma no es muy problemática. Además del tipo de insecto conviene también saber si la infectación está viva o no.

Se pueden reparar ocasionalmente pero lo aconsejable sería la sustitución. A continuación se indican los pasos de la reparación: 1) determinar la profundidad hasta donde llega el ataque biótico. 2) comprobar la capacidad mecánica de los elementos afectados, mediante cálculo. 3) eliminar madera afectada. 4) colocar en el lugar de la madera eliminada una sección equivalente de origen sostenible, ya sea obtenida del desmantelamiento de otro edificio o madera del entorno. 5) colocar trampas de feromonas para eliminar a los machos y evitar que se reproduzcan 7) finalizar con recubrimiento protector de guindillas natural en la superficie exterior de la madera.

En el caso de sustituir alguna viga, se podrían colocar vigas nuevas, bien secas tratadas con algún lasur preventivo. Incluso se podría combinar esta opción con la ficha dos: desmontando y recopilando vigas en unas zonas, colocando forjados nuevos en otras, evitando cambiar vigas indistintamente en todo el edificio.

MANTENIMIENTO

Aplicar el tratamiento adecuado sobre la madera y realizar inspecciones visuales periódicas de la vivienda. Controlando la aparición de indicios de ataques bióticos, ya que ninguna medida de protección puede impedir el ataque de los insectos bióticos.

Fichas de patologías

Ficha Nº: 10

LESIÓN: Humedad por filtración

TIPO: Física

LOCALIZACIÓN: Muros interiores de planta primera

DESCRIPCIÓN:

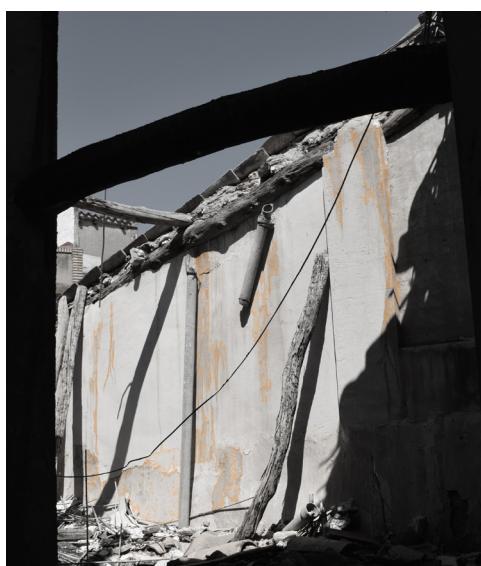
Como su propio nombre indica, las humedades por filtración se producen por el acceso de agua del exterior al interior de la vivienda a través de las grietas o fisuras que tenga la misma. En este caso principalmente el derrumbe de la cubierta.

Se puede detectar en forma de manchas con un centro y línea de contorno.

También pueden surgir por una mala impermeabilización, el uso de aislantes deficientes o la ruptura de las instalaciones (tuberías rotas, rotura de desagües o grifos abiertos).

FOTOGRAFÍA:

Figura 47. Fotografías de humedades por filtración



Fuente: Elaboración propia

CAUSAS:

Directas: surgen principalmente por un exceso de agua en los paramentos verticales y horizontales, siendo el agua de lluvia como principal agente de la causa. Existen dos casos de humedad por filtración; cuando el agua de lluvia llega al interior del edificio o por penetración; que se manifiesta por la entrada de agua através de agujeros por el deterioramiento del material.

Indirectas: una de las causas es el mal estado de la vivienda. Sin olvidar que el estado de los materiales de edificios antiguos tiene predisposición a la aparición de humedades.

Prioridad de intervención: baja. De no actuar el ambiente tendrá más humedad e irán apareciendo más lesiones como desprendimientos.

PREDIAGNOSIS

Patología con leve peligro estructural. Solo podría afectar estructuralmente si la desintegración de los muros fuese muy elevada.

PROUESTA DE INTERVENCIÓN:

Reparación de la causa: la causa principal, como en otras patologías es la entrada del agua al interior de la vivienda. Por lo tanto sería prioritario solucionar ese problema para resolver este tipo de patologías.

Reparación de la lesión: repicar y eliminar los enseyados, revocos o pequeñas piedras desprendidas, y dejar secar un tiempo.

Una vez limpiada la zona, para consolidar el muro se aplican varias capas de agua de cal hasta que se forme una costra.

Posteriormente, volver a enyesar, rebozar o bien sustituir las piedras deterioradas mediante mortero de cal hidráulica, que con el contacto con el agua se rigidizará, para unirlas. Por último aplicar una base de silicato de sodio sobre el acabado para darle más resistencia al conjunto

Conviene también que en estas zonas afectadas por capilaridad no se coloquen muebles u otros elementos que puedan hacer de barrera y eviten la evaporación de agua de los muros. También es importante optimizar la ventilación de la estancia para disipar la humedad ambiental.

MANTENIMIENTO

Realizar inspecciones visuales periódicas de los diferentes muros y paredes, controlando la aparición de nuevas humedades.

7. CONCLUSIONES

Finalmente, las soluciones planteadas en el apartado anterior quedan a disposición de la Asociación Casa Bosque y cualquier propietario con una situación similar.

Una de las premisas para definir las soluciones de las patologías ha sido buscar la sencillez. La intención del trabajo es que cualquiera pueda llevar a cabo estas soluciones de una forma sencilla, poniendo en valor que la bioconstrucción está al alcance de todos.

Por otro lado, la redacción de las fichas de patologías permite, no solo visualizar las patología que trata, sino también conocer las causas que la provocan y la prioridad de intervención. Por lo que, en caso de tener que tratar una serie de patologías, es posible saber cuales hay que resolver primero, y cuales tienen menor gravedad.

Además, las soluciones aportadas por el trabajo se han redactado de forma que se entienda cuál es la intención de la solución. De tal manera que se da la posibilidad de utilizar materiales o técnicas similares a las propuestas.

Después de haber identificado y analizado las patologías más comunes del caso de estudio, la conclusión es que suele haber dos problemas principales en este tipo de arquitectura tradicional. Además, estos problemas convergen en uno, el agua.

El primer problema es la existencia del agua en el suelo. Este problema afecta a todo tipo de arquitectura, pero, como ya se ha comentado, en estos casos en los que se pavimenta el entorno, el agua tiene como única salida los muros de la propia edificación. Asimismo, el problema no queda allí, sino que se agrava con la solución que realizan en algunos casos con la colocación de mortero de cemento. Al utilizar este material, poco poroso, solo se oculta la humedad, incluso se agrava ésta.

La conclusión a la que se llega es la importancia de conocer las propiedades de un material para poder aplicarlo, y las necesidades de un problema para poder resolverlo.

El segundo problema es la importancia del mantenimiento. En el caso de la Casa Bosque, con un poco de atención y mantenimiento, de antiguos propietarios, se podría haber evitado el derrumbe de la cubierta, y las consecuentes patologías por la entrada de agua al interior.

En este caso la bioconstrucción es una de las soluciones, pero no hay que dejar de considerar que, al intervenir en la arquitectura tradicional si se emplean otro tipo de materiales como el acero, con unas características diferentes, lo más probable es que pueda cambiar el comportamiento de la casa.

Como conclusión, la bioconstrucción se presenta como una perspectiva más que beneficiosa para este tipo de arquitectura. Conociendo el magnífico comportamiento frente a su entorno, térmico o el sano ambiente interior, debería ser una prioridad el uso de materiales naturales para devolver estas características a este tipo de construcciones.

8. ANEXO

ENTREVISTA CON ARQUITECTO ALBERTO SÁNCHEZ

Arquitecto especializado en bioconstrucción y patrimonio tiene en sus manos una edificio muy similar a la Casa Bosque:

Ficha 1:

La fisura no se va a estabilizar por sí misma. Entonces son dos fases, hay que poner testigos para saber si se está moviendo. En general no se siguen moviendo, a no ser que haya algo muy problemático. Estas casas están mal porque no han tenido mantenimiento, porque de origen suelen estar bien hechas. En general todas tienen buena cimentación con protzapatas que funcionan bien, cuando empieza a entrar agua es cuando empiezan a fallar cosas.

Testigos, ver si se mueve, 6 meses-1 año, es ideal ver a través de las estaciones. Segundo, eliminar revestimientos. A veces la fisura solo está en el yeso o lo que tenga, igual no es una fisura estructural y solo se ha fisurado el revestimiento por dilatación del material o cualquier cosa. Siempre hay que llegar al elemento estructural para ver que se está rajando, si la fisura llega al muro puede haber un problema, también depende del material del que esté hecho el muro, si es tapia tienes que consolidar con agua de cal e inyecciones con cal hidráulica y llenar eso. Dependiendo de la fisura puedes hacer más cosas, puedes grapar con grapas de fibra de vidrio. Las de la Casa bosque parecen todas de revestimiento.

Hay que saber intervenir en función de lo que haya pasado, si es un muro de mampostería, puede haber piedras que por humedades se hayan deshecho, y eso ha creado una discontinuidad en la mampostería porque se han deshecho las piedras, llenando esos huecos completarías la grieta y devolverías la función del muro como estaba.

Ficha 2:

Falta de mantenimiento. Los forjados funcionan bien hasta que les entra agua, cuando pasa eso el yeso se “bizcocha” y se parte, se humedece y al ser un material poroso se cae a trozos. Habría que solucionar primero la entrada de agua al forjado, porque en si funciona bien.

Fichas 4 y 8:

La Casa Bosque tiene el problema de que las calles están pavimentadas, aunque el patio no está pavimentado, puede salir por allí la humedad, pero han hecho una solera en una parte que podrían haber hecho con cal pero la han hecho con hormigón, por lo que no transpira y la humedad no puede salir por allí.

ficha 8, eso se consolida con agua de cal, se dan varias capas hasta que se hace una costra y luego mortero de cal hidráulica.

Ficha 9:

Esto se resolvería como está, aunque hay que tener en cuenta si merece la pena solucionarlo, es muy complicado. Y dándole una capa del aceite ese especial se protege y puede durar 200 años más la vigüeta.

También hay que saber que bichos atacan, los hongos y las termitas son problemas graves, carcoma no es muy problemático. También hay que tener en cuenta que los tratamientos contra carcoma son muy tóxicos entonces hay que valorar si merece la pena por el ambiente que se va a crear después.

Ficha 10:

El problema sigue siendo la entrada de agua a través de la cubierta. El adobe no tiene predisposición a la humedad, pero si le entra agua a chorro ahí está el problema. Pero una vez solucionado el problema, la solución sería la que propongo.

El problema de la poca aplicación de la bioconstrucción es el desconocimiento sobre aspectos técnicos de cómo aplicarlo. La mano de obra es igual de precio, los medios auxiliares son los mismos, paletas, hormigón... Sin tener en cuenta obra nueva, donde es más fácil o interesa más a las empresas más grandes, la aplicación de soluciones prefabricadas o con materiales como acero, hormigón... En los casos de pueblos, donde los residentes buscan soluciones determinadas para sus casas no tiene ningún sentido la aplicación del hormigón. El interés por el patrimonio también es muy importante a la hora de aplicar la bioconstrucción frente a soluciones más modernas. No es falta de dinero, si no la falta de conocimiento o interés por proponer algo que se preocupe por el entorno y el patrimonio.

El futuro es un poco incierto para la bioconstrucción. A las empresas de materiales les interesa sacar materiales tecnificados, por así decirlo. Mientras que la bioconstrucción es algo mucho más sencillo, es el uso de técnicas tradicionales en un marco contemporáneo.

La aplicación de la bioconstrucción en casos como la Casa Bosque, no sólo consigue una imagen similar a la que tenía la casa en la antigüedad, sino que también recuperar el funcionamiento tanto estructural como higrotérmico. En su experiencia, está comprobado que el uso o la intervención con técnicas contemporáneas en edificios históricos (meter mucha viga metálica, refuerzos...) revierte un poco el funcionamiento original de las estructuras, que son flexibles, son estructuras que a diferencia de estructuras de hormigón y acero son mucho más flexibles, e higrotérmicamente funcionan distinto, son más porosas.

En la ficha 10, cuando digo que algunos materiales tienen predisposición a la apariencia de humedades, es falso, lo que ocurre es que un mal mantenimiento, la entrada de agua... favorece la aparición de humedades. No es el material sino las condiciones del entorno.

Algunas consideraciones generales que se aplican a todos estos casos de arquitectura tradicional en Aragón: la más básica en el terreno hay humedad, según donde te encuentres la humedad está más arriba o más abajo, y la humedad tiende a salir. Tradicionalmente cuando las calles eran de tierra, los muros de las casas estaban revestidos con cal y los patios interiores eran de piedra, había una permeabilidad constante. Conforme se pavimenta las calles, la superficie por la que salía la humedad se paraliza, la lámina de cemento no transpira y evita que salga la humedad, por lo tanto la humedad va a las casas, si las casas están pavimentadas con piedra y cal, la humedad puede salir por allí, pero si las plantas bajas

se enbaldosan o se pone cemento tampoco sale por allí. Si los muros están enfoscados con mortero de cal, la humedad puede salir, pero si es mortero de cemento no.

Entonces lo que empieza a pasar es que la humedad precipita esas sales en el cemento, lo que provoca los problemas de humedades. Si las casas están cerradas el problema se multiplica. La mayoría de patologías en los muros de planta baja se solucionan resolviendo este problema.

En la Casa Bosque, habría que ver esas condiciones de contorno, como está el suelo, y cuales son los revocos. Las consolidaciones del muro de tapia o piedra, es mejor técnicas tradicionales antes que aplicar productos químicos como escribo en una ficha, el corcho en planta baja no los recomienda.

La humedad en los muros de planta baja las resuelve de la siguiente forma: después de tener estas cosas en cuenta, consolida el muro con agua de cal. (Hay dos tipos de cal: cal viva que sale de un horno, la apagas con unas piscinas de agua y de allí sale como una pasta de cal, una nata. La cal en la piscina, al tener más proporción de agua que de cal, el agua sobrante de la superficie es agua de cal, agua con fragmentos de cal. Ese agua, con una sulfatadora o similar, sirve para consolidar muros de tapia o piedra que se están disgregando. La cal viva, la pasta que nombraba antes, también se llama cal aérea porque endurece en contacto con el aire. Es una cal que funciona muy bien en revestimientos interiores y así o con morteros. Esta cal cuando se quería que aguantara bien el agua se hidraulizaba con chamotas, tejas machacadas. (esto en España, en Francia ya la tenían hidraulizada) Estas cales se endurecen con el agua, por lo que en casos donde no puedes resolver el problema de la humedad, por ejemplo en plantas bajas donde hay una humedad constante siempre presente, si pones esta cal hidráulica que se endurece con el agua esta cal tiene mucha rigidez, cuando se endurecen tanto químicamente funcionan como piedras.

Entonces en muros de mampostería en planta baja sería bueno utilizar este tipo de cales hidráulicas, deja salir el agua y el mortero se endurece mucho más.

En resumen, cuando no puedes solucionar la humedad, o las soluciones son tan complejas que no merecen la pena, lo que hay que hacer es que respire el muro, y la forma es con este tipo de cales, en planta baja cal hidráulica y en plantas superiores cal aérea, que se endurecen con el contacto con el aire. Nunca un cemento es la solución porque no transpira, taparás la humedad pero la humedad seguirá allí y será peor.

La razón por la que no se aplican estas soluciones con cal es la falta de conocimiento sobre el tema. Muchos albañiles no saben cómo aplicar la cal en obra. La cal aérea se ha dejado de utilizar porque es un polvo blanco muy fino que ponen como un mortero normal, entonces al ver que no se adhiere (porque tiene que estar hidratada previamente, poniéndola en un bidón y dejándola un día) no la aplican. Además luego es un mortero al que no tienes que aplicar agua. Ha habido un corte generacional, en el que se ha perdido la aplicación o el uso de este tipo de materiales en la construcción.

Cuando entran los materiales industriales se abandonan estos materiales, una generación de albañiles seguía utilizando materiales tradicionales (ahora tienen 90 años) y otra generación que solo utilizó materiales industriales (60 años), por lo que no saben utilizar este tipo de materiales tradicionales. Y hay mucha reticencia a volver por esa misma razón, porque si intentan utilizarlos ven que no saben.

Sin embargo, en otros países donde no hubo este desarrollo, ese salto generacional, no se han perdido estas técnicas, de hecho se siguen utilizando (cuenta en la entrevista que una compañera suya en Colombia había hecho una casa de ladrillo de tapial).

ENTREVISTA CON MARÍA LATRE

Arquitecta que proyectó la fase uno de la intervención en la Casa Bosque:

Ficha 1: Habrá que ver la profundidad de la fisura o grieta, si afecta sólo al revestimiento o también a la sección del muro. Es importante también la causa, si es un asiento diferencial, habrá que solucionar el problema en la cimentación.

Ficha 8: Reconstruir el muro con tapial lo más parecido posible a cómo se construyó, la reconstrucción es más complicada al tener que presionar la tierra de lado. Ya que el tapial se hace el encofrado, se rellena con tierra y esa tierra se presiona, y así por capas.

En la fase 1 de la rehabilitación de la Casa Bosque tenían un par de agujeros de dimensiones considerables, uno en muro de tierra y otro en muro de piedra. En el muro de tierra limpiaron los restos del muro y se fue llenando con mortero de cal. El muro de piedra se llenó con piedra y mortero de cal. La cubierta estaba bien, se conservaron las vigas de madera pero se cambiaron los cañizos. En cuanto a la estructura se colocó un zuncho en todo el perímetro para arriostrar la fachada ya que pandeaba un poco.

Conservaron las tejas de la cubierta y compraron tejas y alguna viga de madera de recuperación. Las tejas, como algún otro elemento constructivo, que sobran del desmantelamiento de alguna rehabilitación en suelo rústico, se guardan y se venden para otras rehabilitaciones o construcciones.

Coincide en que todos los problemas de la Casa Bosque son por la entrada de agua desde la cubierta, además de la antigüedad o falta de mantenimiento.

Para la carcoma, Gilbert aplicó un aceite hecho con guindillas para proteger la madera frente al ataque de los bichos, un aceite antifungicida y otro antixilofágico. Las vigas laminadas que compras actualmente ya tienen protección pero estas ya no.

Además de aplicar imprimaciones se limpian todas las vigas.

Las vigas que están con bolsas de plástico simplemente es porque se aplicó la imprimación y se dejó la bolsa.

No había trabajado antes con bioconstrucción, en obra nueva apenas se utiliza, (la casa de Gilbert está hecha mediante bioconstrucción y Guillermo Rafales va a hacer una vivienda de bioconstrucción para un usuario sensible a las ondas electromagnéticas).

Aquí en Caspe, muchas plantas bajas se construían con piedra pero la humedad provocaba la aparición de salobre, otra patología. El tipo de piedra caliza de la zona mezclada con la humedad hacen que el muro expulse una sal, que se acumula en las superficies exteriores del muro. No supone ningún problema en sí pero la gente en sus casas lo tapa con morteros de cemento y provoca que otras lesiones provocadas por humedades se agraven, ya que el cemento no transpira.

SOLUCIÓN A FICHAS DE PATOLOGÍAS DE SONIA HERNÁNDEZ

Arquitecta fundadora del estudio de arquitectura Arquitectura Sana en Barcelona, especializado en bioconstrucción y arquitectura sostenible y saludable:

Ficha Fisuras: Si las grietas son muy grandes, quizás conviene rellenarlas con, por ejemplo, corcho, o con algún material elástico de fibras (cáñamo...) para después cubrir con una buena capa de cal que las proteja.

Ficha Desprendimiento de revestimiento en forjados: Si hay muchas partes deterioradas, se puede desmontar el forjado, acoplar todo lo que se pueda recuperar y volver a montar un forjado entero con partes recuperadas, y colocar otros forjados con material nuevo.

Ficha humedad por capilaridad: Después de repicar las partes húmedas, es posible que la base del muro esté húmeda. Conviene dejar que se seque bien antes de coloar el revoco de mortero de cal, y pintura de cal. Conviene también que en estas zonas afectadas por capilaridad no se coloquen muebles u otros elementos que puedan hacer de barrera y eviten la evaporación de agua de los muros. Y también es necesario optimizar la ventilación de la estancia para disipar la humedad ambiental.

Y si se puede trabajar en todo el perímetro colocando drenajes en la base de los muros, no inyectaría ningún producto químico en los muros. Tradicionalmente no había problemas de humedad en los muros de tierra porque las superficies exteriores drenaban. Conviene por lo tanto garantizar un buen drenaje no sólo entubado, sino de todas las superficies exteriores para evitar flujos subterráneos de agua inesperados.

Ficha Disgregación del material: Yo intentaría apear el muro y llenar la parte deteriorada con el mismo sistema constructivo (tapia, adobe...), intentando que continúe trabajando igual.

Si la fisura o hueco es pequeña, miraría de llenarla con un material que funcione similar al existente (como por ejemplo piedra?). El revestimiento superficial, igual al existente.

Ficha ataque de xilófagos: Si realmente hay una afectación viva, comprobaría si las vigas no han reducido su resistencia mecánica porque entonces sólo puedes sustituirlas. Si la afectación está viva pero las vigas no están deterioradas, miraría de analizar qué tipo de bichos son (en función del tamaño de los agujeros, geometría...) y encontraría opciones no químicas, como trampas de feromónas. Lo habitual en una vivienda tan antigua es que la madera haya estado afectada, pero que no continúe la infec-

tación. No llenaría nada con epoxi. Si hay que sustituir, se colocan vigas nuevas, bien secas, y por ejemplo tratadas con Wood-bliss de kredezeit, un lasur preventivo. Y combinaría esta opción con la ficha dos: desmontando y recopilando vigas en unas zonas, colocando forjados nuevos en otras, en vez de ir cambiando vigas indistintamente en todo el edificio.

Ficha humedad por filtración: Si hay filtración, lo primero es evitar la entrada de agua: reparar cubierta, encuentros... después, eliminar revocos para que los paramentos afectados sequen, y una vez secos tratar superficialmente con mortero de cal NHL 3.5.

Ficha erosión atmosférica: si el tema es debido a entrada de agua por deterioro de la fachada, yo lo repararía unificando el acabado superficial. Muchas veces las construcciones de muros de tierra envejecen al deteriorarse los morteros de acabado, que tienen una función protectora.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Umaña Marisel, Tesina, UPC, 2011. Máster arquitectura y sostenibilidad: herramientas de diseño y técnicas de control.
2. E. Zanni. Patología de la construcción y restauro de obras de arquitectura. Editorial Brujas, 2008.
3. F. Lasheras. "Algunos conceptos básicos en patología de la edificación = Some Basic Concepts in Building Pathology". Revista electrónica ReCoPar, 2014
4. Curso: Bioconstrucción en edificios de consumo casi nulo, Victoria Merchán Val, COAA, 31/01/2023
5. Comisión Europea, 2023. Enmiendas adoptadas por el Parlamento Europeo el 14 de marzo de 2023 sobre la propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios (redifusión).
6. Rivero Camacho, Cristina Tesis completa con Anexos
7. Masi L. Aspectos técnicos del ACV.
8. Análisis de Ciclo de Vida: edificaciones -2013 | Centro Mario Molina [Internet]. [cited 2023 Jul 16]. Available from: <https://centromariomolina.org/energia/analisis-de-ciclo-de-vida-edificaciones/>
9. Hernández LR, Salomón JEA. Efecto de los factores ambientales, laborales y psicosociales, en el síndrome del edificio enfermo. Ingeniería. 2004;8(2):0.
10. Daza Pérez MÁ, Martínez Benavides DX, Caro Hernández PA. Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo. Biociencias. 2015;10(2):37–50.
11. World Health Organization (WHO) [Internet]. [cited 2023 Jul 16]. Available from: <https://www.who.int/es>
12. Rubio Picazo C. Bioconstrucción: parámetros que configuran una relectura contemporánea de la arquitectura vernácula [Internet] [info:eu-repo/semantics/bachelorThesis]. E.T.S. Arquitectura (UPM); 2019 [cited 2023 Jul 16]. Available from: <https://oa.upm.es/54314/>
13. Yahyane F. Guía de bioconstrucción: materiales y técnicas constructivas sostenibles y saludables. [Internet]. 2019 [cited 2023 Jul 16]. Available from: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/8177>
14. Las 25 pautas de bioconstrucción - IEB - Instituto Español de Baubiology [Internet]. 2021 [cited 2023 Jul 16]. Available from: <https://www.baubiology.es/25-pautas/>
15. Jebens-Zirkel P. CONTRIBUIR AL FUTURO: ARQUITECTURA SOSTENIBLE=BIOCLIMATISMO+BIOCONSTRUCCIÓN.
16. Edra Estudio de Arquitectura. [cited 2023 Jul 16]. Casa de Tapia. Available from: <https://arquitectura.edraculturaynatura.com/portfolio-item/casa-de-tapial/>
17. Naturclay [Internet]. [cited 2023 Aug 30]. Soluciones constructivas. Available from: <https://naturclay.com/soluciones-constructivas-naturales-ecologicas/>
18. La Casa Bosque [Internet]. [cited 2023 Aug 30]. Home. Available from: <https://lacasabosque.org/>

