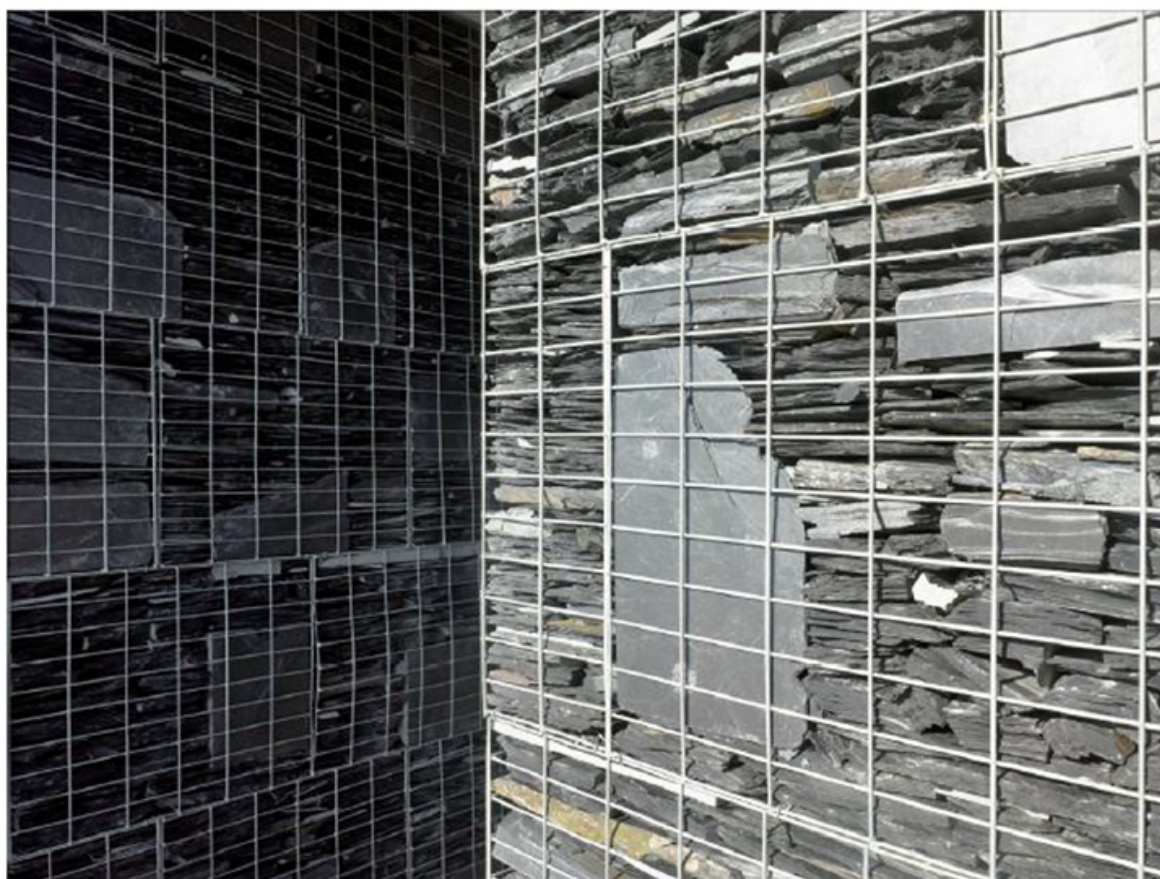


INDICADORES Y CRITERIOS DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA



Escola Superior Gallaecia
Mestrado Integrado en Arquitectura e Urbanismo
Dissertação Científica
Candidato: Marcos Corbal Caballé
Orientadora: Prof.^a Mariana Correia
Enero 2013

JANEIRO 2013

PREFACIO

"Cuando nada parece ser de ayuda, miro a un picapedrero golpeando la roca tal vez hasta cien veces sin que aparezca ni una sola grieta. Sin embargo, al ciento y un golpe la rompe en dos, y sé que no fue ese golpe el que la partió, sino todos los anteriores"

Jacob August Riss

AGRADECIMENTOS

A mi madre Verónica:

Por estar ahí, por haberme enseñado el valor del esfuerzo y el amor al arte.

A mi hermana Marta:

Mi hermana pequeña, por la paciencia que a veces tuviste y a veces no, pero por haber superado juntos tiempos difíciles.

A la Escuela Superior Gallaecia, a todos sus trabajadores, a todos mis compañeros durante estos años universitarios, a mis profesores:

A todos sin excepción sin los cuales no hubiese llegado hasta aquí y en especial a las sugerencias y al ánimo que me ha infundido mi orientadora y maestra: Mariana Correia.,

A todos los arquitectos entrevistados y encuestados:

Por el suministro de datos empíricos, gracias a: Alfonso Penela Fernández, Antonio Hernández Crespo, Francisco Javier Vázquez Fernández, Luisa Rainer Pan, Carolina Martínez García, Carlos Bóveda Casado, Xulio Costas, Miguel Serrano, Cecilia López Muiños, Anónimo; sin vuestra colaboración todo esto sería imposible.

A los mejores traductores del mundo:

Dominic Burrell y Renata Monteiro,

A la mejor diseñadora gráfica:

Viktorija Ramanauskaite

A mis amigos por aguantarme y siempre estar siempre ahí,

In memoriam:

de los profesores Juan Rey, Pedro Abreu y Nuno Pereira y en especial a mi padre: Joaquín Corbal González, que me habría encantado tenerte aquí.

RESUMEN

El concepto de arquitectura sostenible ha evolucionado desde el año 1987, cuando el "World Comission of Environment and Development" establece su primera definición. La preocupación por construir una arquitectura sostenible más respetuosa del medio ambiente se ha convertido en una verdadera necesidad dado que las construcciones y los transportes constituyen los principales factores de emisión a la atmósfera en Europa. El área de estudio se circunscribe y focaliza en Galicia, ya que ha sido un tema nunca antes abordado. Los principales objetivos de esta disertación serán: 1 Identificar indicadores que definan la sostenibilidad en la arquitectura; y 2 Definir criterios de proyecto de arquitectura sostenible en Galicia.

El método de investigación utilizado en la disertación será el caso de estudio múltiple. Estos casos de estudio serán seleccionados a partir de la técnica de la entrevista y el cuestionario, porque sus autores responderán con mayor exactitud a un conjunto de criterios que les definan como arquitectura sostenible. Del análisis de los casos de estudio se extraerán indicadores que definan sostenibilidad en la arquitectura y criterios de proyecto y construcción de arquitectura sostenible en Galicia. Los resultados determinados por las técnicas de recogida de información responderán a los objetivos marcados al inicio de la investigación.

La estructura de la disertación estará constituida por 4 partes principales. La primera parte tratará la metodología utilizada y seguida en el proceso de estudio; se hará referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen una investigación científica. La segunda parte constituirá el cuerpo teórico de la disertación en la que se abordará la fundamentación teórica en respuesta a los objetivos de la investigación establecidos después de definir la laguna del conocimiento del estado de la cuestión. El análisis de las entrevistas y cuestionarios y de los casos de estudio constituirán la parte analítica de la disertación. En ella se analizarán todos los diferentes datos recolectados a través de las distintas fuentes de información en respuesta a los objetivos del estudio. La última parte de la investigación tratará de la correlación de datos entre la fundamentación teórica y los datos analizados; a partir de esto se establecerán las conclusiones de la investigación.

De un modo general, esta investigación es una amplia contribución para revelar diferentes soluciones de proyecto de arquitectura sostenible que se practican en Galicia. La práctica de la arquitectura sostenible en Galicia revela que hay mayor interés en algunos aspectos particulares del proyecto sostenible. La aplicación de los criterios e indicadores obtenidos en esta investigación podrá contribuir, en mayor o menor, medida para el éxito de la práctica del proyecto sostenible.

RESUMO

O conceito de arquitectura sustentável tem evoluído desde o ano de 1987, quando a "World Commission of Environment and Development" estabeleceu a sua primeira definição. A preocupação por construir uma arquitectura sustentável mais respeitosa pelo meio ambiente e transformou-se numa verdadeira necessidade, uma vez que as construções e os transportes constituem os principais factores de emissão para a atmosfera na Europa. A área de estudo circunscreve e focaliza-se na Galiza, uma vez que este é um tema ainda inexplorado. Os principais objectivos desta dissertação serão: 1. Identificar indicadores que definam a sustentabilidade na arquitectura e 2. Definir critérios de projecto de arquitectura sustentável na Galiza.

O método de investigação utilizado na dissertação foi o de caso de estudo múltiplo. Estes casos de estudo serão seleccionados a partir da técnica da entrevista e do questionário, uma vez que os seus autores responderão com mais exactidão a um conjunto de critérios que os definam como arquitectura sustentável. Da análise dos casos de estudo serão extraídos indicadores que definam sustentabilidade na arquitectura e critérios de projecto e construção de arquitectura sustentável na Galiza. Os resultados determinados pelas técnicas de recolha de informação responderão aos objectivos marcados no início da investigação.

A estrutura da dissertação estará constituída por quatro partes principais. A primeira parte tratará a metodologia utilizada e seguida no processo de estudo; será feita referência ao conjunto de procedimentos racionais utilizados para alcançar uma gama de objectivos que regem uma investigação científica. A segunda parte constituirá o corpo teórico da dissertação no qual se abordará a fundamentação teórica em resposta aos objectivos de investigação estabelecidos depois de definir a área abrangente do conhecimento do estado da arte. A análise das entrevistas, questionários e dos casos de estudo constituirão a parte analítica da dissertação. Nesta serão analisados todos os diferentes dados recolhidos através das distintas fontes de informação em resposta aos objectivos de estudo. A última parte da investigação tratará da correlação de dados entre a fundamentação teórica e os dados analisados; a partir desta fase, serão estabelecidas as conclusões da investigação.

De um modo geral, esta investigação é uma ampla contribuição para revelar diferentes soluções de projecto de arquitectura sustentável que se praticam na Galiza. A prática da arquitectura sustentável na Galiza revela que esta mostra maior interesse em alguns aspectos do projecto sustentável. A aplicação dos critérios e indicadores obtidos com esta investigação, poderão contribuir, em maior ou menor medida, para o êxito da prática de projecto sustentável.

ABSTRACT

The concept of sustainable architecture has been constantly evolving ever since 1987, when The World Commission of Environment and Development first recognised the definition. The concerns when trying to build a sustainable architecture, which is more environmentally friendly, have triggered a real necessity for it, given that construction and transport constitute the major sources of emission into the atmosphere in Europe. This field of study defines and focuses on Galicia, as it is an issue that hasn't yet been addressed. The main objectives of this dissertation are, firstly, to identify indicators that define sustainability in architecture and secondly, to outline the criteria of the design of sustainable architecture in Galicia.

The method of investigation employed in this dissertation will be the use of multiple case studies. These studies will be obtained through interviewing and the use of questionnaires, as the respondents will reply more accurately to a set of criteria, which defines it as sustainable architecture. From the analysis of these case studies, the indicators that define sustainability in architecture, the criteria of the project and the construction of architecture in Galicia will all be extracted. The results determined from the method of collecting information will help fulfil the objectives set out at the beginning of the investigation.

The structure of the dissertation is comprised of four main parts. The first part will explain the methodology applied in the study process: it will reference the simplified procedures used to achieve a wide range of aims that apply to a scientific investigation. The second part will constitute the theoretical body of the dissertation, which will address the theoretical foundation in response to the aims set out in the investigation, after having defined the knowledge gaps in the understanding of state-of-the art. The analysis of the interviews, questionnaires and case studies will form the analytical part of the dissertation. In this section, all the data collected via different sources of information will be analysed in order to realise the study's aims. The final part of the investigation will investigate the correlation of data between the theoretical foundation and the analysed data; from this, the conclusion of the investigation will be drawn up.

In general, this investigation plays a large part in uncovering the different solutions of the sustainable architecture project in Galicia. The practice of sustainable architecture in Galicia reveals that there is more importance placed on some aspects of the sustainable project than on others. The application of the criteria and obtained indicators in this investigation will be able to contribute, to a greater or lesser extent, to the success of the sustainable project.

ÍNDICE**PARTE I: INTRODUCCIÓN**

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contextualización	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Justificación	2
2. METODOLOGÍA	5
2.1 Tipo de investigación	5
2.2 Encuadramiento teórico	5
2.3 Método de abordaje y tratamiento de la información	8

PARTE II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE	11
3.1 Sostenibilidad y Desarrollo sostenible	11
3.2 Sostenibilidad en la Arquitectura	14
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA SEGÚN LOS OBJETIVOS	19
4.1 Identificación de Indicadores	19
4.2 Criterios del proyecto sostenible	40

PARTE III: ANÁLISIS DE DATOS

5. ANÁLISIS DE DATOS DE ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS	55
5.1 Respuesta al Objetivo 1 en las entrevistas y cuestionarios.....	55
5.2 Respuesta al Objetivo 2, en las entrevistas y cuestionarios.....	57
5.3 Selección Casos de Estudio.....	61
6. ANÁLISIS DE DATOS DE LOS CASOS DE ESTUDIO	63
6.1 Análisis interpretativo de los Casos de Estudio	64
6.2 Análisis comparativo de datos los Casos de Estudio	77

PARTE IV: CONSIDERACIONES FINALES

7. CORRELACIÓN ENTRE DATOS ANALIZADOS Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	87
7.1 Indicadores.....	87
7.2 Criterios.....	90
8. CONCLUSIONES	97

8.1 Introducción	97
8.2 Objetivo 1: Indicadores.....	97
8.3 Objetivo 2: Criterios.....	98
8.5 Conclusiones finales.....	104
GLOSARIO	109
ÍNDICE DE IMÁGENES	113
ÍNDICE DE TABLAS	119
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	127

ÍNDICE AMPLIADO**PARTE I: INTRODUCCIÓN**

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contextualización	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Justificación	2
2. METODOLOGÍA	5
2.1 Tipo de investigación	5
2.2 Encuadramiento teórico	5
2.3 Método de abordaje y tratamiento de la información	8

PARTE II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE	11
3.1 Sostenibilidad y Desarrollo sostenible	11
3.2 Sostenibilidad en la Arquitectura	14
3.2.1 Introducción al concepto	14
3.2.2 Evolución del concepto.....	15
3.2.4 Sostenibilidad en la Arquitectura Gallega	17
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA SEGÚN LOS OBJETIVOS	19
4.1 Identificación de Indicadores	19
4.1.1 Indicador uno: Salud	19
4.1.2 Indicador dos: Confort	23
4.1.3 Indicador tres: Ciclo de Vida del Material	26
4.1.4 Indicador cuatro: Economía energética.....	32
4.2 Criterios del proyecto sostenible	40
4.2.1 Indicador uno: Salud	41
4.2.2 Indicador dos: Confort	44
4.2.3 Indicador tres: Ciclo de vida del material	46
4.2.4 Indicador cuatro: Economía energética.....	48

PARTE III: ANÁLISIS DE LOS DATOS

5. ANÁLISIS DE DATOS DE ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS	55
5.1 Respuesta al Objetivo 1 en las entrevistas y cuestionarios.....	55
5.2 Respuesta al Objetivo 2, en las entrevistas y cuestionarios.....	57
5.3 Selección Casos de Estudio.....	61
6. ANÁLISIS DE DATOS DE LOS CASOS DE ESTUDIO	63
6.1 Análisis interpretativo de los Casos de Estudio	64
6.1.1 Caso de Estudio I: Vivienda "Lombao" en Ames. Santiago (A Coruña).....	64
6.1.2 Caso de Estudio II: Instalaciones Sanitarias "Armadillo", en el entorno natural del río Avia. Leiro (Ourense)	66
6.1.3 Caso de Estudio III: Centro de Educación Ambiental "As Corcerizas", en San Mamede (Ourense).	68
6.1.4 Caso de Estudio IV: Cooperativa de viviendas "San Martiño", en Pontevedra.	70
6.1.5 Indicadores y Criterios	72
6.2 Análisis comparativo de datos los Casos de Estudio	77
6.2.1 Indicadores.....	77
6.2.2 Criterios.....	77
6.2.3 Parámetros	82

PARTE IV: CONSIDERACIONES FINALES

7. CORRELACIÓN ENTRE DATOS ANALIZADOS Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	87
7.1 Indicadores.....	87
7.1.1 Entrevistas y Cuestionarios con Fundamentación teórica	87
7.1.2 Casos de Estudio con Fundamentación teórica	88
7.2 Criterios.....	90
7.2.1 Entrevistas y Cuestionarios con Fundamentación teórica	90
7.2.2 Casos de Estudio con Fundamentación Teórica.....	91
8. CONCLUSIONES	97
8.1 Introducción	97
8.2 Objetivo 1: Indicadores.....	97
8.3 Objetivo 2: Criterios.....	98
8.5 Conclusiones finales.....	104

GLOSARIO	109
ÍNDICE DE IMÁGENES	113
ÍNDICE DE TABLAS	119
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	127
ANEXO I. ENTREVISTAS	127
ANEXO II. CUESTIONARIOS.....	139
ANEXO III. FORMULARIO DE DATOS OBTENIDOS DE LA COLECCIÓN DE DATOS.....	151
ANEXO IV: NOTAS DE CAMPO.....	157
ANEXO V: FICHAS DE INQUÉRITO.....	163
ANEXO VI. FOTOGRAFÍAS.....	167

PARTE I: INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Contextualización
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Justificación
- 1.4 Estructura de la disertación

2. METODOLOGÍA

- 2.1 Tipo de investigación
- 2.2 Encuadramiento teórico
- 2.3 Método de abordaje y tratamiento de la información

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización

Esta investigación se asienta sobre la arquitectura sostenible, un área disciplinar que ha sufrido una gran evolución en los últimos años. La preocupación por construir una arquitectura sostenible ha pasado de ser simplemente un gesto respetuoso, a convertirse en una verdadera necesidad en apenas 20 años, dado que las construcciones y los transportes son los constituyen los principales factores de emisiones a la atmósfera en Europa (Hernández, 2007). Por lo tanto el desenvolvimiento de esta disertación definirá criterios que ayudarán a acentuar un perfil más sostenible en un sector en constante proceso de investigación, desarrollo e innovación como es la construcción. El área de estudio se focaliza en Galicia ya que nunca ha sido abordado este tema en esta comunidad y el autor de esta investigación es en este área en donde circunscribe y focaliza su estudio.

La sostenibilidad es un área disciplinar que desde el año 1987 ha ido evolucionando. Con el "World Commission of Environment and Development" se destaca la preocupación por el futuro del planeta y la escasez de recursos hasta la actualidad; donde se consigue englobar y enlazar temas económicos y sociales, patrimonio y desenvolvimiento cultural, entre otros campos; pero también atender las necesidades del presente sin comprometer las generaciones futuras, como recogía el relatorio de Brundtland, de 1987 (Solanas, 2006).

En el inicio de la década de los 90, el interés está dedicado a la resolución de problemas de recursos limitados y, en particular, a la cuestión energética así como a la reducción del impacto de la construcción en el ambiente natural. Crece el interés por la incorporación de materiales sostenibles en la construcción. A mediados de la década de los 90, el estudio se dedica a asuntos más técnicos asociados a la construcción, nombradamente los componentes del edificio, tecnologías de construcción, consumo de energía relacionada con conceptos, entre otros (Correia, 2009).

En la visión de finales de la década de 1990 comienzan a asentarse las bases de la investigación debido a que corresponde una visión más centrada con la disciplina de arquitectura. Correia (2009) refiere que pasó a tener importancia en el campo de la arquitectura sostenible, el ciclo de la vida del material de construcción (la pre-construcción, la construcción y la pos-construcción, pero también su impacto ambiental y los riesgos para la salud, entre otros) y el tiempo de vida de los componentes del edificio (revestimientos, ventanas, por ej.). En el proyecto se pretende un planeamiento flexible del espacio que pueda incorporar otras funciones en el futuro.

Las definiciones actuales de sostenibilidad en la arquitectura además de la analogía con el espacio verde, pasan a incluir el espacio social y la relación con la vecindad en la comunidad. Interesa la aplicación del concepto de calidad en los espacios comunitarios (no sólo en términos arquitectónicos, sino también en de calidad de vida), lo que, sin duda, tiene impacto en la ciudad y en su crecimiento fragmentado. Por otro lado, pasa a ser contabilizado el *footprint* de cada persona. O sea, el impacto en términos de CO₂, de la construcción, de los materiales, de la duración del proyecto, de los viajes realizados, del consumo realizado, del modo de vida, entre otros (Correia, 2009). Como se ha afirmado anteriormente, la sostenibilidad se estudia y maneja a varios niveles de tiempo y espacio y en muchos contextos de organización económica, social y ambiental. Se enfoca desde la sostenibilidad del planeta a la sostenibilidad de sectores económicos, países, municipios, barrios, casas individuales; bienes y servicios, ocupaciones, estilos de vida, entre otros (Solanas, 2006). Por lo tanto esta disertación se asentará sobre la perspectiva actual de la sostenibilidad en el ámbito de la arquitectura.

1.2 Objetivos

Los principales objetivos de esta investigación serán: **(1)** identificar indicadores que definan la sostenibilidad en la arquitectura y **(2)** definir criterios de proyecto de arquitectura sostenible en Galicia.

Para abordar el primer objetivo, se deberá crear una definición actual sobre arquitectura sostenible; por lo tanto, serán analizadas diferentes definiciones de autores para poder establecer los principales indicadores comunes. Una vez extraídos estos indicadores serán examinados de una forma exhaustiva en la parte teórica de la investigación.

En el abordaje del segundo objetivo, se deberán establecer los principales criterios que definan arquitectura sostenible. Los criterios son medidas de los sucesos del proceso que, a su vez, permiten evaluar si se están cumpliendo o no los indicadores establecidos (Vela Damonte, 1999) y esos, para poder considerarse válidos, responderán a diferentes características.

El principal punto de la problemática consiste en entender cuáles son los criterios que se deben seguir dependiendo de la región geográfica en la que se encuentren, ya que el tema de la sostenibilidad es abordado habitualmente de una forma muy global y general. El objetivo de la investigación es crear un conjunto de criterios que consigan establecer las bases de una arquitectura y construcción sostenible en Galicia. Tal como afirma Tirone (2009), existe una dimensión muy importante de la sostenibilidad, que es la experiencia del medio edificado; esta tuvo mucho impacto en el ámbito de los Casos de Estudios. Será por lo tanto, a través de la experiencia del medio edificado, de donde se extraerán los principales criterios de proyecto de arquitectura sostenible en Galicia.

1.3 Justificación

Para una aproximación más clara de la investigación deberá ser establecida una definición conceptual actual de lo que es sostenibilidad en la arquitectura dado que es un tema que ha evolucionado con bastante frecuencia durante los últimos años y tiene numerosas visiones. Para autores como Edwards (2005) la sostenibilidad para el arquitecto pasa por un proyecto que envuelva la reducción del calentamiento global por medio de la economía energética y el uso de ciertas técnicas, como el análisis del ciclo de la vida con el objetivo de mantener el equilibrio entre el capital inicial investido y los activos fijos a lo largo de espacios saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades sociales. Para Plainotis la arquitectura debería mostrar interés en factores energéticos y de contaminación: "*Los edificios designados para la sostenibilidad son construidos y operados para minimizar todos los impactos negativos en los ocupantes (en términos de salud, confort y productividad), y en el ambiente (uso de energía, recursos naturales y contaminación)*" (2006, p.23). Como se puede observar, estas definiciones no distan mucho entre sí, pero cada autor muestra mayor interés en ciertos puntos de abordaje. Uno de los principales objetivos de esta disertación consiste en analizar diferentes definiciones recientes de autores sobre arquitectura sostenible para poder así establecer una definición actual sobre el tema.

La arquitectura sostenible puede ser una respuesta a la insostenibilidad actual y debe urgentemente convertirse en una práctica habitual, porque salvaguarda el confort y la salubridad de los que la

habitan, garantiza una utilización racional de los recursos (durante la construcción, la operación y en el fin de la vida de los edificios) y protege y potencia el buen desempeño de los ecosistemas. Para el proyecto de arquitectura sostenible es esencial un abordaje integrado, que contemple el impacto del medio edificado sobre los ecosistemas y sobre la biodiversidad (Tirone, 2009b). Tras esta afirmación, se puede fundamentar el siguiente objeto de estudio de la disertación: el impacto de los criterios constructivos (medio edificado) sobre la biodiversidad y el lugar de estudio, Galicia (el ecosistema).

Edwards (2005) afirma que existen reglas que deben ser seguidas para optimizar y flexibilizar la nueva generación de edificios. Autores como Tirone (2009) afirman que la dimensión ambiental es abordada desde dos perspectivas distintas; la primera describe los conceptos y medidas de la construcción que son menos cuantificables porque es difícil, con los medios a nuestra disposición, medir los beneficios resultantes, a pesar de saber que existen y que son extremadamente relevantes; la segunda describe aquellos conceptos y medidas en las que el desempeño energético-ambiental es más fácil de cuantificar. Cofaigh (2007) afirma que los materiales constructivos se consideran desde el punto de vista de la energía incorporada, la toxicidad en su aplicación y la optimización de recursos renovables.

Sin embargo, todavía queda mucho por investigar sobre el impacto medioambiental de los materiales constructivos. Para Solanas: *"es imprescindible conocer cómo afectan los diversos materiales y las técnicas constructivas al medio ambiente y saber que impacto producen cada una de las decisiones de materialización del proyecto"* (2006, p.13). Por lo tanto, con la elección de criterios, técnicas, materiales y métodos constructivos apropiados se podrá conseguir crear una construcción sostenible. Solanas afirma que:

"Hace años que los países del norte de Europa nos muestran soluciones para crear arquitectura sostenible. Existe ya una bibliografía sobre arquitectura sostenible en climas fríos de países más ricos que el nuestro (...) la bibliografía sobre arquitectura sostenible construida aún es escasa en España (...), parece que existe un claro divorcio entre esta forma sostenible de construir y el lenguaje moderno.(...) somos conscientes de que las soluciones idóneas para un determinado lugar pueden no serlo para otro, y de que los caminos a seguir son distintos según las condiciones locales(...) una buena solución en el Cantábrico puede ser inadecuada en el caluroso sur de España"

(2006, p.13,14).

1.4 Estructura de la disertación

El cuerpo de esta investigación está compuesto por ocho capítulos y cuatro partes:

La primera parte (INTRODUCCIÓN) contiene al primer y segundo capítulo:

El primer capítulo (el presente), *Introducción*, es una sección inicial cuyo propósito principal es contextualizar, justificar y marcar los objetivos de la investigación, en la que después se pueda desarrollar el tema.

El segundo capítulo, *Metodologías*, hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen una investigación científica. En este capítulo se explicarán las diferentes herramientas que se utilizarán para desarrollar la investigación.

Se puede considerar que este capítulo marcará el ritmo riguroso y sistemático de todo el cuerpo teórico.

La segunda parte (FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA) contiene el tercer y cuarto capítulo:

El tercer capítulo, *Contextualización de la sostenibilidad y de la arquitectura sostenible*, contiene un desarrollo sistemático y organizado del conjunto de ideas, conceptos, antecedentes y teorías que permiten sustentar la investigación y comprender la perspectiva o enfoque. Será el soporte de los datos analizados.

El cuarto capítulo, *Revisión de la literatura según objetivos*, contiene un desarrollo sistemático y organizado de ideas, conceptos, antecedentes y teorías que permiten sustentar la investigación y comprender la perspectiva o enfoque. En este apartado se dará respuesta teórica a los objetivos de marcados al inicio de la investigación.

La tercera parte (ANÁLISIS DE DATOS) contiene el quinto y sexto capítulo:

El quinto capítulo, *Análisis de datos de entrevistas y cuestionarios*, se analizan todas las diferentes entrevistas y cuestionarios realizadas para responder a los objetivos marcados en la investigación. La técnica de la entrevista y el cuestionario también servirán para poder escoger los diferentes casos de estudio.

El sexto capítulo, *Análisis de datos de los casos de estudio*, contiene el análisis de todas las diferentes técnicas de recogida de información de los casos de estudio desde el análisis documental, la entrevista o el cuestionario, la observación directa, las fichas de inquérito, fichas identificativas o diferentes esquemas y bocetos, hasta las fotografías o notas de campo, entre otras técnicas.

La última parte (CONSIDERACIONES FINALES) contiene el séptimo y último capítulo:

El séptimo capítulo, *Correlación entre datos analizados y fundamentación teórica*, se abordarán de una forma comparativa los datos recogidos del estudio de la fundamentación teórica con los datos obtenidos del análisis de datos de las entrevistas y cuestionarios y los casos de estudio. De los resultados logrados en este apartado, se obtendrán nuevos conocimientos al saber.

El octavo y último capítulo, *Conclusión*, serán los resultados finales de la investigación. Este capítulo revela las reflexiones del autor de los datos obtenidos en respuesta a los objetivos de la investigación.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

El método de investigación utilizado en la disertación será el caso de estudio. El caso de estudio es un estudio en profundidad individual y comparativo, resultante del análisis de casos particulares. Se reúne lo más detallado posible a fin de captar la totalidad de una situación.

Según Yin (1993) el estudio de caso único, que se centra en un solo caso, permite mostrar a la comunidad científica un estudio que no hubiera sido posible conocer de otra forma. Se puede justificar las causas del estudio, dada la peculiaridad del sujeto y objeto de estudio, que hace que el estudio sea irreplicable, y su carácter revelador. También encontramos el estudio de caso múltiple, donde se usan varios casos a la vez para estudiar y describir una realidad. En esta disertación se ha optado por el caso de estudio múltiple, donde se examinarán tres diferentes obras que han sido escogidas a través de la técnica de la entrevista y el cuestionario.

2.2 Encuadramiento teórico

Uno de los métodos de análisis resulta de la identificación de palabras clave localizadas en diferentes tipos de fuentes o sujetos analizadas. Los criterios de selección de los identificadores serán establecidos según los objetivos de la investigación. A continuación, un ejemplo de cómo se aborda el encuadramiento teórico:

Ejemplo del Método de identificación de palabras clave

El concepto de sostenibilidad surge por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo (1), que puede describirse como una emergencia planetaria. (Bybee, 1991).

La sostenibilidad constituye la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad. Una idea central que se apoya en el estudio de los problemas, en el análisis de sus causas y en la adopción de medidas correctoras (5) (Bybee, 1991).

Según Tirone (2007) la construcción sostenible (15) es la solución para muchos de los problemas y debe urgentemente convertirse en norma, porque salvaguarda el confort y la salubridad de los que la habitan, garantiza una utilización racional de todos los recursos (durante la construcción, la operación y en el fin de la vida de los edificios) y protege y potencia el buen desempeño de los ecosistemas".

Edwards (2005) afirma que: "los materiales utilizados en construcción civil ejercen un gran impacto ambiental (23), considerando sus fases de extracción, procesamiento, transporte, uso y eliminación.

Cofaigh (2007) afirma que los materiales constructivos se consideran desde el punto de vista de la energía incorporada (24), la toxicidad en su aplicación (25) y la optimización de recursos renovables (26); sin embargo, todavía queda mucho por investigar sobre los aspectos medioambientales de los materiales constructivos.

Para Solanas: "*es imprescindible conocer cómo afectan los diversos materiales y las técnicas constructivas al medio ambiente y saber que impacto (27) producen cada una de las decisiones de materialización del proyecto*" (2006, p.13).

Edwards (2005), energía incorporada (28) sirve para resaltar el alto coste energético derivado del transporte de materiales pesados y voluminosos (piedra, arena, brita, ladrillos o cemento...) y del procesamiento de ciertos materiales leves muy utilizados como el aluminio. Los tres principios mas importantes del concepto de energía incorporada son: Utilización de fuentes locales de abastecimiento de materiales pesados (29), utilización de fuentes globales de abastecimiento de materiales leves (30) y el potencial reciclado (31).

Tabla 1: Ejemplo método de Identificación palabras clave

Indicadores/Categorías/Pautas	Técnica/ Instrumento	Fuente/Sujeto	Criterios Selección
(1) Análisis situación del mundo	Análisis documental	Libros	Sostenibilidad
(15) Construcción sostenible	Análisis documental/ Entrevista	Libros / Sujetos	Arquitectura sostenible/ Arquitectos relacionados
(16) Economía energética	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(23) Materiales e impacto ambiental	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(24) Materiales y energía incorporada	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(25) Materiales y toxicidad	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(26) Materiales y optimización de recursos renovables	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(27) Impacto de materiales y métodos constructivos al medio ambiente	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(28) Energía incorporada	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible
(29) Fuentes locales de abastecimiento de materiales pesados	Análisis documental/ Bocetos y esquemas	Libros	Arquitectura sostenible
(30) Fuentes globales de abastecimiento de materiales leves	Análisis documental/ Bocetos y esquemas	Libros	Arquitectura sostenible
(31) Potencial Reciclado	Análisis documental	Libros	Arquitectura sostenible

Entrevistas

La entrevista consiste en la recopilación de autoinformes, que permite recabar más información que los cuestionarios y permite obtener mejores muestras, ya que la gente no suele rehusarse a realizarla. Se realizan entrevistas a diferentes arquitectos y profesionales relacionados con el campo de la arquitectura sostenible.

La entrevista se realiza a través de diferentes soportes: Personal (Arq. Alfonso Penela Fernández, Arq. Antonio Hernández Crespo y Arq. Francisco Javier Vázquez Fernández, telefónico (Arq. Luisa Rainer Pan) o mediante video-conferencia (Arq. Carolina Martínez García).

(Consultar Anexo para ver las entrevistas).

Cuestionario

Todas las entrevistas que no hayan podido ser realizadas, han sido realizadas a través del cuestionario (Arq. Carlos Bóveda Casado, Arq. Xulio Costas, Arq. Miguel Serrano, Arq. Cecilia López Muíños, Anónimo). El cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información que se precisa. El cuestionario tendrá el mismo contenido que la entrevista, para facilitar así el análisis conjunto de ambas técnicas de recogida de información.

(Consultar Anexo para ver los cuestionarios).

A través de la técnica de la entrevista y cuestionario se seleccionarán diferentes Casos de Estudio y diversos temas de interés para la problemática en estudio. Estas obras serán escogidas porque sus autores responderán con mayor exactitud a un conjunto de criterios que les definen como arquitectura sostenible. Los casos de estudio seleccionados son:

- Vivienda "Lombao", en Ames, del Arq. Carlos Bóveda Casado
- Instalaciones Sanitarias "Armadillo", en Leiro, de los Arq. Cecilia López Muíños y Juanjo Otero
- Centro de Educación Ambiental "As Corcerizas", en San Mamede, de los Arq. Ana Recuna Carrasco e Ignacio Mendizábal Herrero
- Cooperativa de Viviendas "San Martiño", en Pontevedra, del Arq. Anónimo

Análisis documental

En el apartado de análisis documental, se recolectarán diferentes tipos de información desde libros, textos o artículos relacionados hasta información entregada por los estudios de arquitectura de los arquitectos de las obras seleccionadas (Arq. Carlos Bóveda Casado, Arq. Cecilia López Muíños y Juanjo Otero, Arq. Anónimo y Arq. Ana Recuna Carrasco e Ignacio Mendizábal Herrero).

Fichas identificativas:

Fichas identificativas de las viviendas estudiadas: (Lombao, Armadillo, As Corcerizas, San Martiño)

(Consultar Anexo para ver las fichas identificativas).

Observación directa:

La observación directa de los locales de estudio posibilita el estudio de los hechos, aprovechando la dinámica del local en términos materiales y humanos.

Notas de campo:

Notas de campo en las visitas a los locales de estudio.

(Consultar Anexo para ver las notas de campo).

Fichas de inquérito:

Las fichas de inquérito constituyen una herramienta donde se condensan, de forma sistemática, informaciones pertinentes sobre cada trabajo. Se trata de información de carácter individual y objetivo que trata aspectos característicos de cada uno de los objetos para el análisis. Las fichas actúan como documentos, donde son anotados los datos recogidos, específicos para cada situación.

(Consultar Anexo para ver las fichas de inquérito).

Fotografía:

Fotografías de las construcciones de los Casos de Estudio: las imágenes aportan la información visual, que resulta imprescindible para la lectura e interpretación de la información obtenida.

(Consultar Anexo para ver las fotografías).

Bocetos y esquemas:

Bocetos y esquemas, constituyen las herramientas mediante las cuales se conforma el método de investigación propuesto. Completan la información obtenida y de ellos, se extraen datos relevantes que ayudarán a construir el método de investigación buscado para entender cómo se interpretan y de qué forma se aprende del diseño. En esta disertación será muy útil el uso de la técnica del esquema para poder explicar con mayor claridad temas como: los ciclos vitales de la naturaleza, organización de recursos y materiales o las fuentes locales y globales de abastecimiento.

El boceto también será muy útil para facilitar el entendimiento de temas como disminución de energía consumida, disminución en gastos y emisiones o la disminución en mantenimiento, explotación y uso de los edificios.

2.3 Método de abordaje y tratamiento de la información

El método de abordaje del análisis cualitativa será el método escogido para analizar el tipo de investigación del estudio de caso múltiple.

El tratamiento de la información, será realizado a través del análisis de contenido, que es un conjunto de técnicas que da sentido al modo de análisis y a los resultados.

PARTE II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA



3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

- 3.1 Sostenibilidad y Desarrollo sostenible
- 3.2 Sostenibilidad en la Arquitectura

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA SEGÚN LOS OBJETIVOS

- 4.1 Identificación de Indicadores
- 4.2 Criterios del proyecto sostenible

3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE

3.1 Sostenibilidad y Desarrollo sostenible

La sostenibilidad es un área disciplinar que durante las últimas décadas ha sido abordado por numerosos autores nombradamente (Bybee, Foley, Mayor-Zaragoza, Vilches y Gil-Pérez). Cada autor aporta una visión diferente sobre lo que es la sostenibilidad. Sin embargo, todos coincidirán en que para lograr un desarrollo sostenible, tanto las políticas como acciones tendentes al crecimiento económico, deberán ser sostenibles y por lo tanto, respetar el medio ambiente y ser socialmente equitativas.

El concepto de sostenibilidad surge por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo, que puede describirse como una emergencia planetaria (Bybee, 1991). El científico norteamericano Jonathan Foley (2010) afirma que durante los últimos 50 años el consumo mundial de alimentos y de agua dulce, se ha más que triplicado; el consumo de energías fósiles se ha multiplicado por cuatro. En la actualidad, el hombre gasta entre la tercera parte y la mitad de toda la energía derivada de la fotosíntesis del planeta. Este crecimiento codicioso y desaforado ha generalizado, al mismo tiempo, la contaminación: un problema localizado se ha trocado así en una agresión a escala planetaria. La pérdida de ozono estratosférico y las concentraciones de gases de efecto invernadero constituyen complicaciones evidentes, pero son muchos otros los efectos nocivos de la acción antrópica. Estos procesos ambientales podrían perturbar, e incluso impedir, la capacidad del planeta para albergar vida humana.

El calentamiento global estaría causando la muerte de 150 mil personas por año (OMS, 2003), principalmente debido a las variaciones del nivel del mar, que afectan a la producción agrícola y producen la escasez de lluvias y la evaporación de las reservas de agua potable. Además de eso, el uso de combustibles fósiles para calefacción, iluminación y aire acondicionado de las edificaciones es el responsable del 50% del calentamiento global, siendo el transporte otro factor que contribuye en otro 25% (Organización Mundial de la Salud, 2003). Edwards (2005) afirma que las señales del aumento del calentamiento global son cada vez más perceptibles. La climatología estableció una probable correlación entre el uso de combustibles fósiles, el calentamiento del planeta y la inestabilidad climática. Sin embargo, otras actividades humanas también aceleran el proceso de elevación de las temperaturas globales, como la destrucción de las florestas tropicales, la proliferación de vertederos y el uso de productos químicos que destruyen la capa de ozono. Según Hernández: "*las construcciones y los transportes constituyen los principales factores de emisiones a la atmósfera en Europa*" (2007, p.9).

Si estamos hablando de sostenibilidad, estamos hablando de una idea reciente que avanza con mucha dificultad, porque los signos de degradación han sido hasta tiempos cercanos poco visibles, y porque en ciertas partes del mundo los seres humanos hemos visto mejorado de forma muy considerable nuestro nivel y nuestra calidad de vida en muy poco tiempo (Bybee, 1991). "*La sostenibilidad constituye la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad. Una idea central que se apoya en el estudio de los problemas, en el análisis de sus causas y en la adopción de medidas correctoras*" (Ibid, 1991).

La supeditación de la naturaleza a las necesidades y a los deseos de los seres humanos ha sido vista siempre como signo distintivo de sociedades avanzadas (Mayor Zaragoza, 2000). Este señala que la preocupación, surgida recientemente por la preservación de nuestro planeta, es indicio de una auténtica revolución de las mentalidades. Aparecida en apenas una o dos generaciones, esta

metamorfosis cultural, científica y social, rompe con una larga tradición de indiferencia, por no decir de hostilidad.

Autores como Vilches y Gil-Pérez (2003) no tratan de ver el desarrollo y el medio ambiente como contradictorios, sino que tratan de reconocer que están estrechamente vinculados; afirman que estamos asistiendo a la integración ambiente-desarrollo: *"sustituyendo a un modelo económico apoyado en el crecimiento a ultranza, el paradigma de economía ecológica que se vislumbra plantea la sostenibilidad de un desarrollo sin crecimiento, ajustando la economía a las exigencias de la ecología y del bienestar social global"*. Para Folch (1998), *"el desarrollo sostenible no es ninguna teoría, y mucho menos una verdad revelada (...), sino la expresión de un deseo razonable, de una necesidad imperiosa: la de avanzar progresando, no la de moverse derrapando. Hablamos de sostenibilidad dentro de un orden, o sea, de un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para que sostenerse equivalga a que tenga una duración lo más aceptable posible, y que sea lo bastante acotado como para no perderse en disquisiciones"*.

La sostenibilidad se define como el único modelo de desarrollo con posibilidad de futuro ya que el resto de alternativas conducirían al colapso (Vilches y Gil-Pérez, 2003). La dicha sostenibilidad será posible siempre y cuando la política ecológica sea de ámbito mundial. Debe haber un equilibrio entre la preservación del medio ambiente y la necesidad de acelerar el progreso socioeconómico de los países menos desarrollados. La sostenibilidad es multidimensional y, por ello, se debe entender desde tres perspectivas diferentes: la económica, la ecológica y la social (Ibid, 2003). El sistema económico tradicional se ha de transformar en un sistema ecológico para que el desarrollo sostenible sea posible. De un modo general, se entiende que un modelo sostenible nos llevará a tener un desarrollo sostenible (Ibid, 2003).

"Conforme pongamos en práctica los posibles remedios, deberíamos admitir que no existe ningún recetario sencillo para lograr un futuro más sostenible. Con la experiencia desarrollaremos nuevos principios para aplicar a la economía, a la política y a la sociedad, pero debemos tener presente lo limitado de nuestro conocimiento sobre los procesos humanos y ambientales. Gracias a los resultados cosechados y a las prácticas innovadoras, estaremos preparados para reaccionar ante los cambios ambientales y las necesidades sociales. Se reforzará así la resistencia de los sistemas humanos y naturales, que se tornarán más robustos y menos vulnerables a las perturbaciones que muy probablemente van a suceder. Para conseguirlo, tendremos que hacer el máximo esfuerzo para vivir dentro de los límites de un planeta cuyos recursos se están agotando".

(Jonathan Foley, 2010)

Evolución del concepto

La sostenibilidad ha ido evolucionando a lo largo de diferentes congresos, el primero de ellos en el año 1987 con la *"Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo"* o *"Comisión de Brundtland"*, donde se planteaba el futuro del planeta y la escasez de recursos para este (Correia, 2009); es aquí donde toma forma la metamorfosis cultural de la que nos habla Mayor Zaragoza. Se creará por primera vez la definición de desarrollo sostenible: *"Desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias"* (Comisión de Brundtland, 1987).

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de 1987 propuso la introducción de ciertos términos que están empezando a integrarse en la conciencia del siglo XX. El primero de ellos es la noción de capital, adoptada para todas las fuentes mundiales de recursos que necesitan ser

gerenciadas de forma racional (Edwards, 2005). Otro de los conceptos incorporados por la Comisión Brundtland, es el concepto de futuridad, que establece la obligación de no comprometer las fuentes de recursos de las futuras generaciones (Ibid, 2005).

El concepto de la sostenibilidad, se ha convertido en los últimos años en un objetivo de alcance mundial a partir de la Declaración de Río de las Naciones Unidas en 1992, constituyéndose en un concepto integrador de la dimensión económica, social y ambiental (Edwards, 2005).

Otro de los momentos clave en el ámbito de la sostenibilidad, según Edwards (2005), es en el año 2002 con la celebración de "La Cúpula Mundial de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible"; en la que esta se introducen dos nuevos conceptos: consumo y producción sostenible. Su intención será establecer una relación entre productividad, uso de recursos y los niveles de contaminación.

En la Cumbre Mundial de Johannesburgo del 2002 sobre Desarrollo Sostenible se alcanzarán diversos acuerdos, que según Edwards (2005) son:

- Garantizar que el crecimiento económico no cause contaminación ambiental en los ámbitos regionales y globales;
- Aumentar la eficiencia del uso de recursos;
- Analizar el ciclo de vida completo de un producto;
- Proporcionar a los consumidores mayor información sobre productos y servicios;
- Utilizar los impuestos y leyes para fomentar la innovación en el campo de las tecnologías limpias.

En Europa, se recogerán los resultados de la Cumbre de Johannesburgo del 2002, con la "*Declaración de principios rectores para el desarrollo sostenible*", adoptada por la Comisión Europea en junio del 2005. Esta declaración se basará en cuatro puntos clave según Muela Velasco (2007):

- La protección del medio ambiente, consiste en salvaguardar la capacidad de la Tierra para sustentar la vida en toda su diversidad, respetar los límites de los recursos naturales del planeta y garantizar un nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente. Prevenir y reducir la contaminación ambiental y promover la producción sostenible y consumo para romper el vínculo entre crecimiento económico y la degradación ambiental.
- La equidad y la cohesión social, consiste en fomentar una sociedad democrática, socialmente incluyente, cohesionada, sana, segura y justa que respete los derechos fundamentales y la diversidad cultural, que ofrezca igualdad de oportunidades y combata la discriminación en todas sus formas.
- La prosperidad económica, consiste en promover una economía próspera, innovadora, rica en conocimientos, economía competitiva y eco-eficiente, que garantice un alto nivel de vida, y el pleno empleo y de alta calidad en toda la Unión Europea.
- Cumplir nuestras responsabilidades internacionales, consiste en fomentar el establecimiento y defender la estabilidad de las instituciones democráticas en todo el mundo, basadas en la paz, la seguridad y la libertad. Promover activamente el desarrollo sostenible del planeta y garantizar que las políticas internas y externas de la Unión Europea sean consistentes con el desarrollo sostenible a nivel mundial y sus compromisos internacionales.

Hoy en día, la definición de sostenibilidad consigue englobar y enlazar temas económicos y sociales, patrimonio cultural, desenvolvimiento cultural, entre otros muchos campos (Correia, 2009). Autores como Solanas (2006) sostienen que la sostenibilidad se estudia y maneja a varios niveles de tiempo

y espacio, y en muchos contextos de organización económica, social y ambiental. Se enfoca desde la sostenibilidad total del planeta a la sostenibilidad de sectores económicos. En resumen, la sostenibilidad puede incluir el total de las actividades humanas y biológicas o partes especializadas de ellas.

3.2 Sostenibilidad en la Arquitectura

3.2.1 Introducción al concepto

Los arquitectos son actores del presente y constructores del futuro por sus diseños de procesos y productos, su gestión de los sistemas técnicos y sus innovaciones. Para ello es necesario que estén inmersos en los problemas y desafíos que surgen en la sociedad actual para poder colaborar con otros profesionales en su solución. Por lo tanto, es esencial abordar como afecta el tema de la sostenibilidad en el área de la arquitectura.

El medio edificado es el principal responsable de las emisiones de gases con efecto invernadero porque consume casi la mitad de toda la energía producida del planeta. Son las buenas prácticas en el sector de la construcción, las que mayor impacto tendrán en la prevención y mitigación de las alteraciones climáticas (Tirone, 2009). Autores como Edwards afirman que: *"Las ciudades no dependen de la capacidad del territorio donde se localizan, porque importan alimentos, agua, recursos y fuerza de trabajo humano de todos los lugares del mundo. De la misma forma la arquitectura perdió sus antiguos vínculos con los materiales constructivos locales, las tradiciones vernaculares y su unidad con el territorio"* (2005, p.113).

Para Tirone (2009), la reducción de las presiones ambientales que provienen del medio edificado, irá a contribuir para la atenuación de las disfunciones ambientales, siendo el primero y el principal paso que debemos asegurar la eficiencia y, el segundo, la utilización de fuentes renovables y endógenas de recursos. Para Edwards: *"Las edificaciones son grandes consumidoras de energías primas. El capital ambiental investido en las edificaciones es enorme, así como su impacto en términos de residuo"* (2005, p.24).

La producción de cemento aporta el 5% de las emisiones globales de CO₂ hechas por el hombre, aproximadamente la mitad de las cuales surgen de reacciones químicas del proceso de fabricación del cemento y la otra mitad de la energía consumida en la producción del cemento (Kruse, 2004). Durante la celebración de la Cúpula de la Tierra de la ONU celebrada en 1992 en Río de Janeiro, el tema del agua fue uno de los que más atención recibió por parte de los profesionales de la construcción civil. El 50% del consumo total del agua se relacionaba con la construcción. Según Torgal & Jalali (2010), la industria de la construcción consume más materias primas que cualquier otra actividad económica, lo que evidencia un sector claramente insostenible.

En Europa, de media el 85% del impacto energético-ambiental, que resulta del medio edificado, corresponde a la fase de operación (durante la vida y utilización de los edificios) y aproximadamente el 15% tiene lugar en la fase de construcción y de demolición. Por lo tanto, el impacto sobre los ecosistemas y sobre la biodiversidad tendría que ser una preocupación constante de todos los que contribuyen para la definición del medio edificado (Tirone, 2009).

El verdadero problema ambiental asociado a los materiales de construcción, no es tanto la posibilidad de agotamiento de materias primas no renovables, sino los impactos ambientales provocados por su extracción: la destrucción de la biodiversidad de los locales de extracción; no es solo importante por la cantidad de residuos generados durante las actividades de minería, sino

también por los accidentes ambientales potenciales y efectivos que estos residuos representan (Torgal & Jalali, 2010). Por lo tanto, para el proyecto arquitectura sostenible es esencial un abordaje integrado, que contemple el impacto del medio edificado sobre los ecosistemas y sobre la biodiversidad (Tirone, 2009).

Los arquitectos pueden contribuir de tres formas para respetar la biodiversidad (Edwards, 2005):

- Integrando los hábitats naturales en los procesos de desenvolvimiento del proyecto arquitectónico.
- Especificando los materiales de acuerdo con una perspectiva ecológica, contribuyendo para la manutención de la biodiversidad local o regional por la elección de productos o materiales utilizados.
- Favoreciendo el contacto de los seres humanos con la naturaleza.

3.2.2 Evolución del concepto

Como se afirma en el capítulo anterior, la sostenibilidad es una disciplina que ha evolucionado a lo largo de diferentes congresos (Correia, 2009). Por lo tanto, la visión de la sostenibilidad en la arquitectura ha sufrido numerosas evoluciones, desde que los primeros teóricos a principios de los años 90 se atreviesen a definirla como una nueva forma de pensar la arquitectura hasta la actualidad. En este capítulo se aproximarán los principales momentos de la evolución de este concepto que han sido referenciadas por los autores referenciados.

Los inicios del proyecto sostenible se remontan a la década de los 70, donde según Edwards: *"el proyecto ecológico se volvió una disciplina propia de la formación de arquitectos (...) en este periodo las escuelas de arquitectura estaban más preocupadas con la economía de la energía de que con el desarrollo sostenible"* (2005, p.48). Se entiende que Edwards (2005) utiliza la designación del proyecto ecológico para denominar al proyecto sostenible, lo que confirma la siguiente afirmación: *"Aunque sea posible considerar la arquitectura sostenible un estilo, porque las edificaciones ecológicas son fácilmente identificables, el proyecto ecológico es mucho más que un simple estilo"*.

Las tres vertientes de la sostenibilidad (ambiental, social y económica) impulsaron la renovación y la consolidación de la propia arquitectura. El proyecto ecológico se convirtió en el mayor motor de regeneración de la arquitectura a lo largo de la década de 1990 (Edwards, 2005).

El Tratado de Maastricht de 1992 introduce en el proyecto arquitectónico cuatro importantes principios que abarcan el interés de diversos sectores: (Muela Velasco, 2007):

- Innovación de conocimientos ambientales
- Principio de precaución
- Deber de corregir daños ambientales en el origen
- Necesidad de considerar todos los impactos ecológicos

El término construcción sostenible nace a partir de 1994 con el CIB (Congreso Internacional de la Construcción) (Torgal & Jalali, 2010). Estos definieron el concepto de construcción sostenible como *"La creación y manutención responsables de un ambiente construido saludable, basado en la utilización eficiente de recursos y en el proyecto basado en principios ecológicos"*.

Los siete propuestos por el CIB para la Construcción sostenible fueron (Torgal & Jalali, 2010):

- Reducción del consumo de recursos
- Reutilización de recursos
- Utilización de recursos reciclables
- Protección de la naturaleza
- Eliminación de tóxicos
- Aplicación de análisis de ciclo de vida en términos económicos
- Énfasis en la calidad

Edwards (2005) afirma que la Cumbre Mundial de Johannesburgo (2002), a pesar de tener un enfoque económico, acabará afectando en alguna ramificación a los arquitectos y a la industria de la construcción en la próxima década. Edwards (2005) afirma que estas son las posibles consecuencias en la arquitectura:

- La práctica de la arquitectura deberá desarrollar sistemas de gestión ambiental
- Difusión de programas de mejores prácticas
- Innovación en el proyecto ecológico
- Desenvolvimiento de tecnologías arquitectónicas más limpias y eficientes
- Aumento de las informaciones sobre el impacto ambiental de los productos
- Aumento de las informaciones sobre el desempeño energético de las edificaciones y de los servicios prestados en arquitectura.

Posteriormente a la Cúpula de Johannesburgo (2002), Muela Velasco (2007) afirma que se realizará el Segundo Congreso Internacional para la Arquitectura Sostenible (2005). Este define a la arquitectura sostenible como: "*La arquitectura que garantiza el máximo nivel de bienestar de los ciudadanos y el desarrollo, y en la misma forma para facilitar el mayor grado de bienestar y desarrollo de las generaciones futuras, y la máxima integración en los ciclos vitales de la naturaleza*".

El Segundo Congreso Internacional para la Arquitectura Sostenible (2005) establece también cinco pilares en los cuales se basa la arquitectura sostenible (Muela Velasco, 2007):

- La organización de recursos y materiales
- La disminución de la energía consumida
- La disminución en gastos y emisiones
- Incrementar la calidad de vida de esas construcciones

Estos han sido algunos de los congresos más importantes donde el concepto de la sostenibilidad ha ido evolucionando. En resumidas cuentas, podemos observar que en el inicio de la década de los 90 el interés era dedicado a la resolución de problemas de recursos limitados y, en particular, a la cuestión energética así como la reducción del impacto de la construcción en el ambiente natural. Crece el interés por la incorporación de materiales sostenibles en la construcción (Correia, 2009). A mediados de la década de los 90, el estudio se dedica a asuntos más técnicos asociados a la construcción, nombradamente de los componentes del edificio, tecnologías de construcción, consumo de energía relacionada con conceptos, entre otros (*Ibid*, 2009). En la visión de finales de la década de 1990 pasó a tener importancia la sostenibilidad en la arquitectura el ciclo de la vida del material de construcción (la pre-construcción, la construcción y la pos-construcción, pero también su impacto ambiental, los riesgos para la salud, entre otros), el tiempo de vida de los componentes del edificio (revestimientos, ventanas, por ej.). En el proyecto, se pretende un planeamiento flexible del espacio, que pueda incorporar otras funciones en el futuro (*Ibid*, 2009).

En el inicio de la actual década, la sostenibilidad, además de la analogía con el espacio verde, pasa a incluir el espacio social y la relación con la vecindad en la comunidad. Interesa la aplicación del concepto de calidad en los espacios comunitarios (no solo en términos arquitectónicos, sino también en los de calidad de vida), lo que, sin duda, tiene impacto en la ciudad y en su crecimiento fragmentado. Por otro lado, pasa a ser contabilizado el *footprint* de cada persona. O sea, el impacto en términos de CO₂ de la construcción, de los materiales, de la duración del proyecto, de los viajes realizados, del consumo realizado, del modo de vida, entre otros (Correia, 2009).

3.2.3 Definición actual del tema

La definición de arquitectura sostenible no puede entenderse sin la contribución de los teóricos, ya que estos aportarán una visión más reflexiva e individualizada sobre el tema de estudio. Se han escogido los teóricos más actuales para poder así encuadrar la definición en un marco temporal más acorde con la visión actual de la sostenibilidad en la arquitectura.

Para autores como Plainotis (2006), los edificios designados para la sostenibilidad son construidos y operados para minimizar todos los impactos negativos en los ocupantes (en términos de salud, confort y productividad), y en el ambiente (uso de energía, recursos naturales y contaminación). Edwards (2005) afirma que la sostenibilidad para el arquitecto pasa por un proyecto que envuelva la reducción del calentamiento global por medio de la economía energética y el uso de ciertas técnicas, como el análisis del ciclo de vida con el objetivo de mantener el equilibrio entre el capital inicial invertido y los activos fijos a lo largo de espacios saludables, viables económicamente y sensible a las necesidades sociales. Por otro lado, Foster & Partners (1999) sostienen que un proyecto sostenible es: *"la creación de edificaciones eficientes desde el punto de vista energético, saludables, confortables, de uso flexible y proyectadas para tener una larga vida útil"*.

Como podemos observar existen numerosas y diversas definiciones de lo que es sostenibilidad en la arquitectura. Según Tirone (2007) la construcción sostenible es la solución para muchos de los problemas y debe urgentemente convertirse en norma, porque salvaguarda el confort y la salubridad de los que la habitan, garantiza una utilización racional de todos los recursos (durante la construcción, la operación y en el fin de la vida de los edificios) y protege y potencia el buen desempeño de los ecosistemas. La sostenibilidad, comprendida como un conjunto de ideas, constituye un concepto basado en la ética de la responsabilidad ambiental (Edwards, 2005).

Edwards (2005) afirma que proyectar de forma sostenible envuelve la creación de espacios saludables, viables económicamente y sensible a las necesidades sociales. Significa respetar los sistemas naturales y aprender por medio de los procesos ecológicos. Esto significa que el proyecto sostenible pasa por ser un proyecto social, tecnológico y ambiental.

La sostenibilidad promueve una visión ética del papel del arquitecto, un abordaje multidisciplinar, valores comunitarios, sociales y culturales, un nuevo lenguaje estético para la arquitectura, y el pensamiento ecológico. Los preceptos fundamentales de la arquitectura fueron avalados por corrientes ecológicas que influyen todos los aspectos de la construcción, desde la ingeniería de la edificación hasta el proyecto y los espacios internos o la especificación de los materiales constructivos (Edwards, 2005).

3.2.4 Sostenibilidad en la Arquitectura Gallega

El tema de la sostenibilidad en la arquitectura gallega, ha sido escasamente abordado por los autores hasta la actualidad. Las pocas publicaciones con referencia a obras gallegas de arquitectura sostenible, por ejemplo *Vivienda y Sostenibilidad en España* (Solanas, 2007) (*Vivienda en*

Gondomar y Vivienda en Cambados) y como bibliografía específica 3 pequeñas guías escritas por Jose María Paniagua (2011), donde se recogen pautas para el diseño de viviendas sostenibles para facilitar el trabajo de arquitectos y promotores (*Pautas para el diseño de viviendas sostenibles en Galicia, Necesidades y soluciones de ecoinnovación y ecoconstrucción en la edificación, Catálogo de obras y edificaciones sostenibles en Galicia*).

El trabajo de edición de estas guías ha sido promovido por el Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia (COAG) dentro del proyecto Ecoinnova Construcción, que se enmarca en el Programa Emplea Verde 2007-2013 de la Fundación Biodiversidad, financiado por el Fondo Social Europeo (FSE) y que cuenta también con la colaboración de la Diputación de A Coruña.

Paniagua (2011) afirma que el COAG lidera el proyecto Ecoinnova Construcción que tiene como finalidad, contribuir a dar un cambio de rumbo al sector de la construcción en Galicia, a través del fomento de la construcción sostenible.

El Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia aspira a convertir la filosofía de la sostenibilidad en un criterio de aplicación habitual por parte de los profesionales del sector, con la finalidad de convertir a Galicia en un referente de la edificación sostenible. El público objetivo son los agentes que juegan un papel importante en la edificación (arquitectos, aparejadores y/o trabajadores de empresas relacionadas) dentro del ámbito gallego.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA SEGÚN LOS OBJETIVOS

4.1 Identificación de Indicadores

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define indicador como “*un dispositivo o una señal que comunica o pone de manifiesto un hecho*” (1986, p.767). En este caso salud, ciclo de vida del material, economía energética y confort serán los principales indicadores extraídos de la revisión de la literatura que nos permitan distinguir si la arquitectura es sostenible o no.

La siguiente tabla corresponde a diferentes definiciones actuales de arquitectura sostenible dadas por diferentes autores, de donde se podrán extraer los principales indicadores comunes:

Tabla 2: Identificación de Indicadores

	Correia (2009)	Edwards (2005)	Plainotis (2006)	Tirone (2007)	Foster (1999)	Cofaigh (2007)	Mateus (2010)
Salud							
Ciclo Vida Material							
Confort							
Economía Energética							
Impacto Ambiental							
Tiempo Vida Componente							
Uso Racional Recursos							
Ecología							
Planeamiento Flexible							
Economía Social							
Productividad							
Peso							
Residuos							

Como podemos observar salud, ciclo de vida del material, economía energética y confort son los principales indicadores de arquitectura sostenible y por lo tanto, los temas de mayor importancia que serán abordados en la disertación.

4.1.1 Indicador uno: Salud

El primero de los indicadores, en el que todos los teóricos coinciden, es prioritario en toda obra de arquitectura sostenible es la salud. La salud está siendo abordada como un nuevo vector para el proyecto arquitectónico. La prioridad ahora no es la eficiencia energética a cualquier precio, pero si la creación de soluciones más holísticas, que introduzcan los sistemas naturales y saludables en la ecuación (Edwards, 2005).

Según Cofaigh (2007), la mala calidad del aire interior, los materiales tóxicos, la falta de luz natural o el ruido excesivo pueden tener consecuencias perjudiciales y duraderas para la salud.

Calidad del aire interior

Los edificios son contextos en los que las personas pasan la mayor parte de su tiempo, afirma Tirone (2009), y deben así salvaguardar el derecho a la salud y el derecho al

confort. Muchas de las nuevas enfermedades y alergias que afectan, sobretodo, al sistema respiratorio, tienen origen en un hecho reciente. Las personas pasan más de un 90% del tiempo en espacios interiores (principalmente edificios). Estos espacios para garantizar la salubridad del aire interior, se volvieron cada vez más estancos, más compactos y dependientes de sistemas de ventilación mecánica o de aire acondicionado. Cofaigh (2007) afirma que pretender que los edificios sean más herméticos para ahorrar energía afecta a la calidad del aire, produce menos ventilación accidental y esto aumenta el polvo y la concentración de emisiones en el aire. Desde esta perspectiva, menores caudales de ventilación crean condiciones insalubres, aunque hay otra postura que sugiere que el verdadero problema lo constituye el aumento de las emisiones contaminantes en el interior de los edificios.

Tirone (2009) afirma que en muchos de los casos estudiados los propios sistemas de ventilación artificial son los mayores factores de contaminación del aire interior, entre otros. La contaminación proveniente de las emisiones de los materiales que revisten las paredes, techos y pavimentos que están en contacto con el aire interior, manifiesta también un factor de contaminación significativo. Los sistemas de ventilación y de aire acondicionado crean condiciones en que el grado de humedad y la temperatura son propicias al desenvolvimiento de bacterias, de hongos y de otros microorganismos que al ser inspirados contribuirán negativamente para nuestra salud. Cofaigh (2007) afirma que la contaminación del aire interior ejerce un impacto sobre la salud que es superior al de la mayoría de los problemas ambientales y, por lo tanto, afecta a la productividad. Los efectos de la contaminación del aire interior sobre la salud humana incluyen alergias, asma, enfermedades contagiosas, cáncer y alteraciones genéticas. Cuando los efectos son generalizados, crónicos y de baja intensidad en inmuebles concretos, la situación se conoce como SEE (Síndrome del Edificio Enfermo). La calidad del aire interior viene determinada por la calidad del aire en el exterior del edificio, las emisiones de contaminantes en el interior y el caudal de ventilación, así como por la eficacia de los sistemas de filtración y el grado de mantenimiento de las instalaciones mecánicas o de otro tipo. Según N. Baker (1993) nombrado por *Cofaigh (2007)*, el SEE se observa casi exclusivamente en edificios con sistema de ventilación mecánica. Sin embargo, lo que queda claro es que en los espacios mal ventilados se producen altas concentraciones de esporas de moho, ácaros y compuestos orgánicos volátiles. También está demostrado que cuando se usan sistemas artificiales, solo se consigue un ambiente interior saludable si están correctamente instalados, son totalmente operativos y reciben un mantenimiento adecuado.

Para autores como Tirone (2009), una de las medidas de mayor importancia para mantener una buena calidad de aire interior es asegurar una buena ventilación natural, que puede ser regulada por el usuario del espacio, a través la cual es posible mejorar la calidad del aire interior y regular igualmente el confort térmico en ese espacio. El volumen del aire por usuario es un aspecto que resulta de la definición de las dimensiones del espacio y es importante garantizar un mínimo de 10 m³ de volumen de aire por persona, especialmente en los espacios de permanencia. Siempre que se consiga aumentar este volumen de aire por persona, se reduce la necesidad de renovar el aire en ese espacio (Tirone, 2009). Según Cofaigh (2007), en nuestro contexto climático, la temperatura del aire exterior permite que la ventilación natural continúe siendo la forma más práctica de diluir toxinas que se acumulan en el aire interior, como consecuencia de la actividad humana. Las personas que habitan en países con climas menos agradables tienen el hábito de dormir (en el verano y en el invierno) con la ventana abierta y este hábito solo puede ser benéfico, dado que las cualidades del aire exterior son, de media, de 2 a 100 veces mejores que la calidad del aire interior.

En el caso de que se necesite complementar la ventilación natural con sistemas de ventilación artificial para garantizar las renovaciones de aire necesarias, es importante que su dimensionamiento sea correcto y que su manutención sea adecuada. En la fase de proyecto o de ejecución cualquier fallo puede significar un crecimiento innecesario de los costes de operación durante la vida del edificio. Cuando los sistemas no funcionan adecuadamente y no son sometidos a manutención regular, pueden convertirse en los principales focos de contaminación del aire interior. Estos factores inciden sobre la necesidad de especificar los materiales y calcular los sistemas de ventilación de los edificios a conciencia (Tirone, 2009).

La permeabilidad de las superficies en contacto con el aire interior puede igualmente contribuir para mejorar la calidad del aire. Sobre este aspecto es importante permitir que el edificio respire del interior para el exterior, las componentes de la envolvente construida tienen que facilitar el paso del vapor. Pero más allá de la permeabilidad de las paredes, en lo que dice respecto al vapor, también es importante garantizar que la mayor área posible de paredes y techos interactúen con la humedad del aire, absorbiéndola y restituyéndola en los momentos que dentro del edificio se está produciendo (por la respiración humana, por las actividades en presencia de agua, por el proceso de cocinar o de ducharse o tomar un baño) (Tirone, 2009).

Materiales tóxicos

Otra de las medidas que consiguen mejorar las condiciones de salud (además de aumentar la calidad del aire interior de una forma pasiva) es la minimización del grado de toxicidad de los materiales de revestimiento que están en contacto con el aire interior (Cofaigh, 2007).

Así como las construcciones de nuestros antepasados eran hechas de materiales naturales, las construcciones actuales pueden contener numerosas combinaciones de químicos y metales pesados, que tanto se pueden liberar al interior de la habitación como pueden contaminar el agua que bebemos (Torgal & Jalali, 2010). Estos materiales, pueden afectar a quienes lo manipulan en su fabricación o los instalan en un edificio, a los usuarios del edificio y/o a los trabajadores que restauran o derriban el inmueble al final de su vida útil. El plomo y el amianto presentan riesgos bien conocidos para la salud. Algunos materiales sintéticos, como el PVC, también pueden producir emisiones peligrosas durante su uso. Además, las pinturas, los barnices y los adhesivos son fuentes habituales de emisiones tóxicas. Estos compuestos pueden provocar innumerables problemas de salud como los siguientes (Torgal & Jalali, 2010):

- Irritaciones de la piel, ojos y vías respiratorias
- Molestias cardiacas, digestivas, renales o hepáticas
- Dolores de cabeza y malestar generalizados
- Molestias del sistema nervioso como pérdidas de memoria, de atención, de concentración y habla, estrés y ansiedad
- Alteraciones del sistema hormonal (problemas fetales y de reproducción)
- Desarrollo de cáncer de las fosas nasales y pulmones

Salvaguardar la minimización del grado de toxicidad de los materiales de revestimiento se convierte en una importante contribución para la salud de los respectivos usuarios, se ha de tener especial cuidado cuando se especifican barnices, tintas y revestimientos de pavimento (cualquier superficie con una presencia superior a 30% en el espacio en causa) determina una parte relevante de calidad de aire interior, porque son potenciales

fuentes de contaminación (tanto por sus componentes químicos volátiles, como por su textura superficial, posible captadora de polvo y bacterias). Igualmente de importante es prevenir el contacto del aire interior de la habitación con cualquier fuente de gas doméstico, intentando sustituir aparatos de quema de gas por aparatos eléctricos (Tirone, 2009).

La utilización de materiales con residuos que poseen algún tipo de contaminación radiológica, es reconocida por varios autores, entre ellos Torgal & Jalali (2010), como algo que merece ser tenido en cuenta en términos de peligrosidad para la salud pública, ya que la exposición a dosis de radiación por largos periodos puede provocar en el desarrollo de cánceres. Según estos autores, la mayor parte de los materiales de construcción, por norma general, no presenta niveles de radiación preocupantes, sin embargo ya no ocurre lo mismo en algunos subproductos utilizados principalmente en la fabricación del hormigón. Otro de los aspectos que en este ámbito se debe prever, tiene que ver con el gas radón que se encuentra asociado al elemento radio. El radón es un gas de origen natural, radioactivo, cuyos átomos se desintegran originando otros elementos también radioactivos. Este gas es inodoro, incoloro e insípido, y por lo tanto no es detectable por nuestros sentidos. El radón proviene de suelos y rocas, siendo sus concentraciones más elevadas en zonas de roca granítica. Pero sin embargo, para que la emisiones de radón tengan una importancia significativa, sería necesario que el granito tuviese una emisión muy elevada de radón y la tasa de renovación de aire, próxima a cero.

Luz natural

La disponibilidad de luz natural varía enormemente (en este aspecto es muy similar a la ventilación natural) y es una cuestión clave en el diseño. Las variaciones de temperatura, por otra parte, son más estacionales y por lo tanto más fáciles de controlar; la variabilidad del nivel de ruido depende en gran medida del sitio. El contacto con el cambio de luz natural es psicológicamente, fisiológicamente y arquitectónicamente importante. (Randall, 1999).

La luz natural es beneficiosa para la salud y su carencia puede causar depresión (conocida como Trastorno Afectivo Estacional), enfermedades óseas (debido a la carencia de vitamina D) y trastornos del sueño y de concentración. También se ha demostrado que la luz natural es especialmente necesaria para los niños. En un centro de enseñanza de Alberta (Canadá) los alumnos en aulas con luz de espectro completo estaban más sanos, asistieron a clases de 3,2 a 3,5 días más, sufrieron nueve menos veces caries y crecieron una media de 2,1 cm más que sus compañeros en aulas con luz media. En un estudio comparativo de centros de enseñanza en el condado de Johnston, Carolina del Norte (EE.UU), la tasa de asistencia era más elevada en los centros que disponían de luz natural; después de tres años en esos centros las notas que obtuvieron los alumnos en los exámenes finales fueron un 14% más altas que de los alumnos de centros que no contaban con ella. Además, el efecto parecía incrementarse cuanto más tiempo estuvieran los alumnos en los centros con luz natural (Cofaigh, 2007).

El nivel promedio de luz natural en el espacio es muy importante, deben tenerse en cuenta que para cada actividad o espacio, necesitamos diferentes valores de iluminancia (la iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área).

Por ejemplo, para las oficinas, necesitaremos suministrar al menos una iluminación de 500 lux o en una sala de pintura 1000 lux (Randall, 1999).

Ruido

Según Cofaigh (2007), la exposición a niveles excesivos de ruido puede producir enfermedades relacionadas con el estrés y pérdida auditiva. Randall (1999) afirma que a pesar de la calidad acústica no es una cuestión prioritaria en el proyecto sostenible, deberían tenerse muy en cuenta sus consecuencias y deberían ponerse en práctica medidas para reducir la transmisión del ruido de impacto y conseguir un amortiguamiento acústico óptimo en los espacios ocupados.

Las principales fuentes de molestia acústica según Cofaigh (2007) son:

- Exteriores: Tráfico
- Interiores: Ruidos fuertes o molestos generados por actividades que se realizan dentro del edificio
- Construcción y acabados del edificio: Ruido de impacto sobre superficies rígidas
- Instalaciones: Ruido producido por las instalaciones del edificio.
-

4.1.2 Indicador dos: Confort

El segundo de los indicadores, en el que todos los teóricos coinciden que es prioritario en toda obra de arquitectura sostenible, es el confort. El confort ambiental y la calidad del aire interior son los factores más relevantes para salvaguardar la salud y el bienestar de las personas (Cofaigh, 2007). La ausencia de confort es extremadamente perturbadora y una reducida calidad de aire puede implicar la manifestación de dolencias, muchas de las cuales son extremadamente difíciles de curar. Nos relacionamos con el espacio que nos rodea a través de nuestros sentidos (la percepción del confort térmico, visual, acústico, olfativo y palatal) y éstos nos alertan de lo que no está bien. Las personas también se ven afectadas por factores psicológicos como tener una vista agradable, tener algún control sobre su entorno y tener un trabajo interesante (Fordham, 1999). El confort ambiental, que es largamente abordado, es una importante contribución para la salud y el bienestar (Tirone, 2009).

El concepto de confort espacial es esencial para la creación de ambientes humanos saludables. El confort toca aspectos térmicos, de humedad, ventilación e iluminación. El ser humano necesita sentirse cómodo, contar con iluminación suficiente para sus actividades en ambientes con humedad y ventilación equilibradas. Los ambientes saludables suelen contar con luz, ventilación y materiales naturales (Edwards, 2005). Además de factores como los niveles de luz, de ventilación, de temperatura o de humedad, Fordham (1999) incluye la cantidad de ruido y la presencia de olores como otros factores de importancia. Para algunas variables es posible definir rangos aceptables pero el valor óptimo de estos dependerá de la forma en que interactúan unos con otros, por ejemplo, la temperatura y la velocidad del aire, y la preferencia personal.

El edificio modifica el entorno natural exterior, modera el clima y propicia protección y abrigo; y los proyectistas deben entender cómo interactúa el clima exterior con el edificio y el cuerpo humano. El confort es subjetivo y depende de la edad, el sexo, la

cultura y de quién paga las facturas. En la práctica, los proyectistas intentan crear condiciones que resulten aceptables para la mayoría de los usuarios (Cofaigh, 2007).

El abordaje bioclimático del confort se volvió más eficaz en el combate de las tendencias contemporáneas con el deterioro de la calidad del aire interior. Los nuevos métodos de estandarización del confort ambiental, sobretodo, en lo que dice respecto al confort térmico, tienen en cuenta la capacidad y la voluntad de adaptación de las personas a las condiciones que les rodean. La adaptación voluntaria (consciente y no consciente) las condiciones de confort y del desconfort que nos rodean son hoy, un hecho basado en el consenso científico. Siempre que el espacio, en el que se encuentre el utilizador permita la intervención directa en la alteración de esas condiciones (si está a nuestro alcance abrir o cerrar una puerta o una ventana, subir o bajar un estor, colocar más leña en la chimenea o encender la calefacción), nuestro margen de tolerancia a la temperatura aumenta. Si el usuario se encuentra en un espacio con elevada inercia térmica, las temperaturas se mantendrán mucho más estables y esta estabilidad le inspirará confianza, por lo que se volverá tolerante a una mayor amplitud de temperatura y humedad relativas. Existen numerosos estudios que investigan la percepción de confort (Tirone, 2009).

El confort es un estado extremadamente atractivo y motivador, que lleva a las personas a actuar, pudiendo este acto significar consumo de energía, cuando se calienta o enfría, ilumina o ventila artificialmente, o puede significar una mayor interacción con la naturaleza, cuando se abre un estor o una ventana. Lo cierto es que las personas tendrán a buscar el grado de confort que sus sentidos les piden, y, por este motivo, el recurso al consumo de energía para ese fin será minimizado en edificios que, en principio, ya ofrecen condiciones de confort (Ibid, 2009).

Confort térmico

El confort térmico en nuestras casas es una condición importante para alcanzar el bienestar para la salud y, consecuentemente, para nuestra longevidad (Tirone, 2009). El confort térmico podría definirse como una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente (Cofaigh, 2007).

La temperatura interior del cuerpo humano se mantiene constante. El cuerpo humano no dispone de ningún sistema de almacenamiento térmico y debe disipar el calor que genera. El equilibrio depende de siete parámetros: tres de ellos (el metabolismo, la ropa y la temperatura de la piel) guardan relación con el individuo, y los otros cuatro (la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura superficial de los elementos y la velocidad del aire) tienen que ver con el entorno. Aunque estos parámetros pueden aplicarse de una forma general el proyecto también deberá tener en cuenta que existen condiciones locales específicas importantes (el sol que entra por una ventana, el peso, la capacidad de adaptación y otros factores subjetivos) que afectan a la percepción del confort (Cofaigh, 2007).

En los estudios de campo realizados por diferentes autores, entre ellos Tirone (2009) se afirma que, el abanico de temperaturas que se consideran cómodas es más amplio de lo que cabría esperar. Los individuos acostumbrados a altas temperaturas indican que las consideran aceptables, lo que sugiere un cierto grado de aclimatación que modifica el grado de aceptabilidad térmica. Según Cofaigh: *"Esto significa que no es necesario que*

las temperaturas interiores sean uniformes en todo el mundo: Cada región podría adoptar temperaturas adecuadas al clima o la estación preponderante”(2007, p. 63).

Según Tirone (2009), considerar la adaptabilidad de las personas y de los edificios significa que las condiciones de confort también pueden ampliarse. Un proyecto inteligente utilizará la masa del edificio para moderar los cambios de temperatura; elementos ajustables, como persianas, contraventanas y ventilación para responder a condiciones variables; y sistemas activos de calefacción o refrigeración para mantener la temperatura deseada o, por lo menos, moderar el clima exterior. El concepto del derecho a “horas de sol” en el interior de una habitación es importante durante el invierno, más que en cualquier otra estación del año porque es principalmente en esta altura aumenta el valor de los rayos solares en el interior de las habitaciones relacionado con el bienestar psicológico, fisiológico y también con el confort. Garantizar que los beneficios de la orientación sean salvaguardados y lleguen al usuario final es, en primer lugar, una responsabilidad que recae sobre la planificación urbanística.

Confort visual

Una mala iluminación puede causar fatiga visual, dolores de cabeza, irritabilidad y accidentes. La iluminación confortable de un espacio depende de la cantidad, distribución y calidad de la luz. La fuente de luz puede ser natural, artificial, o ambas a la vez sin embargo, las ventanas ofrecen claras ventajas. En centros de enseñanza, hospitales y fábricas, la ausencia de vistas al exterior puede tener consecuencias psicológicas negativas (Cofaigh, 2007). En parte, el confort visual, es determinado por el panorama de nuestra casa hacia el exterior, ya que ésta tiene una extrema importancia en nuestro bienestar (Tirone, 2009).

El confort ambiental está también determinado por la iluminación natural que captamos con nuestros ojos, receptores extremadamente sensibles y complejos, que necesitan el confort para funcionar de forma eficiente, y que a pesar de que toda la radiación solar no sea buena para el ser humano. La luz natural emitida por el sol, con su largo espectro de tipos de radiación, es la que mejor asimilamos y la que menos cansancio nos causa cuando trabajamos (Tirone, 2009).

Casi todos los espacios necesitan la luz artificial cuando oscurece, y algunos espacios y actividades la necesitan durante el día. Cuando esto sucede, el espectro luminoso de la luz artificial debería ser lo más parecido posible el de la luz natural (Cofaigh, 2007).

El confort visual debería ser evaluado desde tres puntos de vista (Cofaigh, 2007):

- La cantidad: Los niveles de iluminación recomendados para cada tarea están bien definidos y deberían tomarse como referencia diferentes tablas de iluminancia recomendadas para distintas actividades.
- La distribución: La distribución de la luz en un espacio suele ser más importante que la cantidad; su uniformidad afecta a la percepción de claridad. Cuando hay demasiada diferencia entre los niveles de luz natural cerca de las ventanas y lejos de ellas, los ocupantes de la zona más oscura tienden a encender las luces, a pesar de que disponen de luz natural adecuada.
- La calidad: La calidad visual es más difícil de definir, pero incluye la dirección, el color y la variación a lo largo del tiempo. La calidad de la luz natural es excelente en términos de dirección y apariencia y reproducción del color. La gente disfruta de la luz del sol, así como de las vistas, y tiende a aceptar una variación de la

intensidad de la luz en espacios que reciben luz natural que no toleraría si se tratase de un sistema de iluminación artificial.

Confort olfativo

Cuando entramos en un espacio, el olor que sentimos, es un indicador de lo que se encuentra suspendido en el aire y va a determinar fuertemente nuestra sensación de confort y bienestar. Tirone (2009) refiere también que el sabor que se experimenta en cada espacio determina el confort.

Confort acústico

Cómo ya hemos nombrado anteriormente en el tema de la Salud, una exposición a niveles excesivos de ruido puede producir enfermedades relacionadas con el estrés y con la pérdida auditiva. Por lo tanto un ambiente no confortable acústicamente puede ser perjudicial para la salud y a la sensación del bienestar del ser humano. Según Tirone (2009), el desconfort acústico, tiene una enorme influencia sobre nuestra capacidad de concentración, condicionando consecuentemente nuestra productividad, convirtiéndose en un fuerte motivador de acción.

4.1.3 Indicador tres: Ciclo de Vida del Material

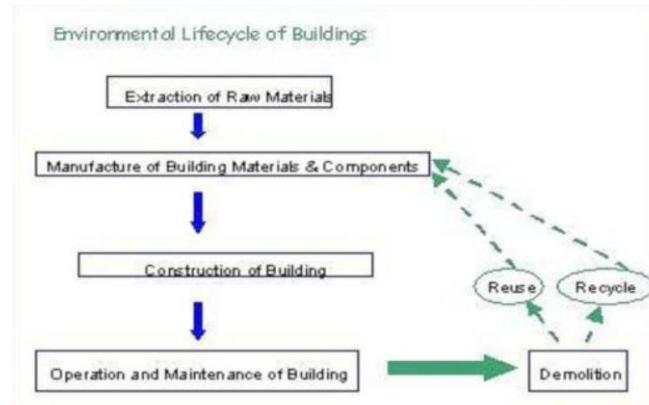


Fig. 1 Esquema Ciclo de Vida de Material

El tercero de los indicadores, en el que todos los teóricos coinciden que es prioritario en toda obra de arquitectura sostenible es el de Ciclo de Vida del Material. La imagen anterior muestra un resumen esquemático del ciclo de vida del material, donde se explica el proceso que experimenta un material desde que se extrae hasta su fin de ciclo de vida. Autores como Cofaigh (2007) afirman que actualmente ya se conocen todos los tipos de impacto que los edificios pueden producir sobre el medio ambiente (calentamiento global, reducción de la capa de ozono, pérdida de hábitats naturales y biodiversidad, erosión del suelo y liberación de contaminantes tóxicos, entre otros). Para determinar el verdadero impacto ambiental de un edificio, el análisis puede realizarse de forma que refleje la importancia relativa de los distintos elementos y procesos del

edificio y las prioridades para reducir los impactos ambientales, lo que se conoce como análisis del ciclo de vida.

Impacto ambiental

El medio edificado incorpora muchos de los materiales que son extraídos de la corteza terrestre y, mientras estos materiales permanecen incorporados en los edificios, constituyen un recurso ambiental estable de la humanidad. Un uso racional de los recursos naturales (materiales y residuos) incluye seleccionar los materiales para la construcción, tomando en consideración su durabilidad, el potencial de reutilización y de reciclado y su impacto sobre la calidad del aire interior (Tirone, 2009). Los materiales constructivos se consideran desde el punto de vista de la energía incorporada, la toxicidad en su aplicación y la optimización de recursos renovables; sin embargo, autores como Cofaigh (2007) todavía afirman que queda mucho por investigar sobre los aspectos medioambientales de los materiales constructivos. Para Solanas: *"es imprescindible conocer cómo afectan los diversos materiales y las técnicas constructivas al medio ambiente y saber que impacto producen cada una de las decisiones de materialización del proyecto"* (2006, p.13). Tirone (2009) afirma que independientemente de tratarse de un proyecto para un edificio nuevo o para una rehabilitación de un edificio existente, las oportunidades de optimización del desempeño energético-ambiental del edificio son infinitas si se trabaja en el proyecto.

El proyecto del edificio en su conjunto no puede separarse fácilmente de la selección de los materiales y los componentes que lo integrarán. Su selección influye profundamente en el diseño y en el rendimiento del edificio. Los efectos de esa selección pueden considerarse desde dos puntos de vista. En primer lugar, hay impactos que se deben a la fabricación, el procesado, el transporte, la construcción, el mantenimiento, la demolición y el reciclaje o la eliminación de los propios materiales. En segundo lugar, la selección de los materiales influye sobre el rendimiento medioambiental del edificio en su conjunto, considerando más que la simple suma de sus partes.

Edwards (2005) afirma que las edificaciones son grandes consumidoras de materias primas. El capital ambiental invertido en las edificaciones es enorme, así como su impacto en términos de residuos:

- El 60% de todos los recursos mundiales son destinados a la construcción (carreteras, edificaciones, entre otros).
- El 50% de la energía generada es utilizada para calentar, iluminar y ventilar las edificaciones más allá del 3% utilizado durante su construcción.
- El 50% del agua usada en el mundo es destinada al abastecimiento de instalaciones sanitarias y otros en las edificaciones.
- El 80% del mejor suelo cultivable es utilizado en la construcción civil y no en la agricultura, y gran parte de la restante es perdida como consecuencia de inundaciones causadas por el calentamiento global.
- El 60% de los productos madereros mundiales son utilizados en la construcción de edificaciones, así como el 90% de las maderas duras.

Autores como Cofaigh (2007), afirman que los edificios habitualmente duran bastante tiempo (una media de 50 años), por lo tanto, el impacto ambiental de su uso es acumulativo. En la mayoría de los casos, el CO₂ emitido como resultado del consumo de

energía en el edificio durante su ocupación, constituye su principal impacto medioambiental. Por lo tanto, la primera medida debería ser la reducción del consumo continuado de energía. Una vez conseguido esto, los materiales de bajo impacto cobran relevancia. Un estudio de viviendas de bajo consumo energético, halló que la especificación de materiales con baja energía incorporada, como la tierra apisonada, es extremadamente importante para el rendimiento total de un edificio (de bajo consumo energético) en cuanto a energía primaria y emisiones de CO₂.

El transporte es uno de los principales puntos de preocupación en referencia al impacto ambiental que este produce, Cofaigh (2007) afirma que debido a la enorme cantidad de materiales utilizados en la industria de la construcción, el impacto ambiental es preocupante. La energía necesaria para transportar materiales en grandes cantidades depende normalmente de la distancia recorrida, el medio de transporte utilizado y la masa del material a transportar. Sin embargo, los materiales de baja intensidad, como el aislamiento, tienden a consumir cantidades desproporcionadas de energía en el transporte, debido a su gran volumen.

Los residuos procedentes de la industria de la construcción constituyen una fracción importante de todos los residuos. En última instancia, la mayoría de los materiales de construcción se convierten en residuos, que se depositan en vertederos o se incineran después del derribo del edificio, o cuando se deshechan los embalajes y los materiales sobrantes. El tema de los residuos será más largamente abordado en el apartado de fin de ciclo de vida (Cofaigh, 2007).

Energía incorporada

“Tal vez, la medida más importante del impacto ambiental de un objeto está dada por el concepto de energía incorporada. La energía incorporada describe la cantidad de energía usada para producir un objeto” (Roaf, 2007). La energía incorporada sirve para resaltar el alto coste energético derivado del transporte de materiales pesados y voluminosos (piedra, arena, grava, ladrillos o cemento...) y del procesamiento de ciertos materiales leves muy utilizados como el aluminio. Los tres principios más importantes del concepto de energía incorporada son (Edwards, 2005):

- Utilización de fuentes locales de abastecimiento de materiales pesados
- Utilización de fuentes globales de abastecimiento de materiales leves
- Potencial reciclado

Autores como Cofaigh (2007) afirman que los criterios para la selección de materiales y componentes incluyen el coste, la estética, el rendimiento y la disponibilidad, Para especificar de forma respetuosa con el medio ambiente tanto los materiales y componentes del edificio como la forma que se montan, es necesario sumar la energía incorporada y los impactos ambientales locales y globales.

La elección de los materiales y los componentes ejerce un efecto muy importante sobre el rendimiento energético. La energía incorporada de una estructura de hormigón puede ser alta, pero si está pensada para aprovechar la calefacción y la refrigeración solares pasivas, puede producir una reducción equivalente en el consumo de energía en el plazo de unos pocos años de uso. Otros componentes como ventanas de baja emisividad e instalaciones eficaces de calefacción e iluminación, tienen un efecto tan importante sobre la eficiencia energética que compensa con creces cualquier otro impacto que resulte de su fabricación o eliminación (Cofaigh, 2007).

Análisis del Ciclo de Vida

El Análisis Ciclo de Vida (ACV) es el método más utilizado para evaluar el desempeño ambiental de las edificaciones a lo largo de su vida útil. Mide los costes ecológicos de recursos (como la energía) o de la fabricación de productos que posteriormente son evaluados y contrastados con base a criterios ambientales. El ACV para las edificaciones se concentra en los complejos impactos provocados por su construcción, su uso y su posterior degradación (Edwards, 2005). Según Tirone (2009), es relevante considerar el ciclo de vida de los materiales y sistemas que son especificados en los edificios y debe ocurrir en el momento en que el equipo de proyecto está desarrollando el proyecto en base al programa del Dueño de Obra o Promotor. El método de análisis tiene dos grandes ventajas según Edwards (2005): puede ser utilizado como guía para arquitectos y administradores durante toda la vida útil de la edificación y ayuda a identificar posibles reducciones de costes, estableciendo patrones incluso que futuras leyes ambientales más restrictivas y evitando problemas de manutención. Según Cofaigh (2009), la selección del material para la estructura del edificio será más importante, probablemente, que la selección del revestimiento para los suelos. Sin embargo, hay materiales que, aunque sólo estén presentes en pequeñas cantidades, pueden ejercer un efecto desproporcionado sobre el medio ambiente local por ejemplo, la contaminación del aire interior acostumbra a deberse a pinturas, colas y otros materiales presentes en pequeñas cantidades.

Según Edwards (2005), el ACV como herramienta de evaluación contribuye en tres aspectos importantes:

- Introduce el factor tiempo en la ecuación, facilitando la rápida comprensión de los impactos ambientales y de los ciclos de reciclado a lo largo de la vida útil.
- Permite analizar los impactos energéticos, ecológicos y ambientales en el contexto de los beneficios sociales y económicos.
- Constituye una herramienta holística, actuando como puente entre el proyecto, la fabricación, la construcción y la manutención de la edificación.

Edwards (2005) afirma que a partir del ACV se desarrolló el Coste Ciclo de Vida (CCV), que considera el coste de la edificación durante toda la vida útil del proyecto, estimada en un período de treinta a cincuenta años. Autores como Cofaigh (2007) afirman que el CCV se compone del valor líquido del proyecto arquitectónico, de la construcción civil, de la operación y de la manutención a lo largo de toda la vida útil de la edificación. En vez de concentrarse en los costes iniciales, el CCV aborda costes operacionales (calentamiento, iluminación, ventilación, entre otros) y de manutención (sistema de aire acondicionado, entre otros). El CCV es una herramienta que evalúa los costes y el valor de los activos durante el ciclo de vida completo y apenas el coste inicial de la construcción. Según Edwards (2005), la definición básica del ACV se identifica con el flujo de materiales, energía y residuos generados por las edificaciones a lo largo de su vida útil, de forma que los impactos ambientales puedan ser determinados anticipadamente. Los flujos analizados engloban la extracción de materiales y su uso, la reutilización, el reciclado o la eliminación. Además, el uso del ACV tiene como objetivo el mismo: obtener el máximo de informaciones sobre los impactos ecológicos que envuelven una edificación a lo largo de toda su vida útil.

Según Cofaigh (2007), en los últimos años fueron desarrolladas bastantes herramientas informáticas dirigidas específicamente a la evaluación de la sostenibilidad en la construcción. En bastantes de estas las herramientas evaluación se centran en el análisis

del ciclo de vida. Autores como Edwards (2005) afirman que el ACV se diferencia de otros sistemas de auditoría ambiental por evaluar los impactos fuera del local de implantación de la edificación. Además de ser considerados todos los factores ecológicos a lo largo del tiempo, el abordaje también fue ampliado para un área geográfica mayor. La ACV integra todos los impactos en una estructura simple, que puede ser fácilmente comprendida y utilizada por los arquitectos en fase de proyecto.

Fin del Ciclo de vida

Al final de su vida útil, una edificación suele tener tres destinos (Edwards, 2005):

- Reutilización de sus partes en nuevas construcciones
- Reciclado de sus materiales como compuestos para hormigón.
- Demolición de la edificación y deposición de los escombros en un vertedero.

Tras esta última afirmación podemos abordar otro punto de gran importancia como es el Fin del Ciclo de Vida del Material, ya que está convirtiéndose en un gran problema de escala global. Paniagua (2011) afirma que los RCDs (Residuos de Construcción y Demolición) se han convertido en el principal flujo de residuos de España. Por otro lado, Edwards (2005) afirma que los residuos generados por la construcción civil representan cerca de la mitad de todos los residuos depositados en las excavaciones sanitarias británicas (...). Por lo tanto, la industria de la construcción civil debería entonces reflexionar este concepto. Los criterios que deben regir todo el consumo y utilización de energía y de materiales pasan por cuatro criterios a ponderar, siempre que se especifiquen los materiales (Tirone, 2009):

- Reducir, cuestionarse si los materiales especificados son efectivamente necesarios para la optimización del desempeño energético-ambiental del medio edificado durante toda su vida.
- Reutilizar, cuestionarse si los materiales especificados son provenientes de demoliciones o de desmontajes y si son instalados de tal forma que puedan ser reutilizados en el fin de la vida del edificio.
- Reciclar, cuestionarse si antes de sustituir los materiales, se puede considerar su recuperación.
- Eliminación responsable, cuestionarse si están siendo eliminados apenas aquellos materiales que, efectivamente, no tienen otro destino posible y si su eliminación no está causando problemas ambientales.

Todas las formas de construcción tienen posibilidades de reciclaje, reutilización o reducción de residuos. Es preferible la reutilización al reciclado, debido al gasto de energía para la adecuación de los materiales, y es preferible reciclar a descartar, opción que debe ser comprendida como último recurso, pues la capacidad de los vertederos cada vez es menor, los impuestos sobre los residuos aumentan y la producción de metano y otros gases emitidos en estos locales contribuye para el calentamiento global (Edwards, 2005).

La gran demanda de materias primas y el permanente vertido de residuos provocan importantes impactos ambientales destacando (Paniagua, 2011):

- Los bajos niveles de reciclaje de los RCDs, implican la utilización de materias primas a las que podrían haber sustituido, evitando la incidencia ambiental de su extracción y fabricación.
- El vertido incontrolado de los residuos en zonas de valor ecológico como bosques y ríos.
- El vertido controlado pero con una inadecuada gestión de las instalaciones; si se permite la deposición de materiales lixiviabiles, se puede llegar a contaminar el suelo y los niveles freáticos.
- El transporte de los residuos al vertedero causa un consumo energético y emisiones de CO₂.

Según Edwards (2005), los arquitectos pueden contribuir para la reducción de los residuos de cuatro formas:

- Eliminando los residuos ya en la fase de proyecto, por ejemplo, utilizando materiales que no necesitan ser procesados en el local de la obra.
- Especificando materiales, reutilizados, reciclados o recuperados. Es necesario buscar el desempeño y la garantía de los productos constructivos reciclados.
- Proyectando edificaciones que sean fáciles de desmontar al final de su vida útil.
- Proyectando edificaciones altamente flexibles y aptas a ser reutilizadas al final de su vida

El descarte de residuos es una cuestión que envuelve tanto el medio ambiente como la salud. Los residuos limitan la disponibilidad de nuevos recursos, contribuyen para el calentamiento global por medio de emisiones de metano y constituyen una fuente de contaminación del agua, del suelo y del aire (Edwards, 2005).

Por lo tanto, la reducción del volumen de RCDs generados debe ser la opción prioritaria en la ejecución de una obra. Se debe considerar en la fase de proyecto, diseñando una edificación que minimice la producción de residuos y realizando una estimación cualitativa y cuantitativa de su generación. Como acciones específicas que se deben tener en cuenta. Otro de los aspectos a tener en cuenta es optimizar la cantidad de materiales necesarios, minimizando costes ambientales y económicos, identificando zonas de acopio de materiales, evitando posibles residuos ocasionados por daños a los mismos y el aumento de la aptitud de reciclaje de los productos, especialmente la limitación de uso de materiales peligrosos, mediante el empleo de sustitutos. Actualmente, el reciclaje de los RCDs pone en especial atención en la fracción mayoritaria (70-80%) que consiste en los materiales cerámicos, hormigón, piedra y áridos. De este modo, empleando tecnologías existentes se pueden conseguir áridos secundarios con relativa facilidad. También se ha promocionado el reciclado de metales, el vidrio, la madera, los plásticos y los materiales aislantes (Paniagua, 2011).

4.1.4 Indicador cuatro: Economía energética

El cuarto de los indicadores, en el que todos los teóricos coinciden que es prioritario en toda obra de arquitectura sostenible, es la Economía Energética. Según autores como González Díaz (2004), el transporte consume casi un 40% del gasto energético total y dentro de éste, un 40% está relacionado con la construcción. Del consumo de energía en la industria un elevado porcentaje se destina a la siderurgia y a la fundición. La arquitectura es una gran deudora de la industria del acero y el aluminio, a través del uso constructivo de estos elementos, así como de cobre, plomo, zinc, etc. Entre las cifras españolas, un 24,3% del gasto energético industrial se destina a la fabricación de cemento, vidrio y cerámica. En resumidas cuentas, puede suponerse, sin un elevado margen de error, que cerca de la mitad del gasto energético primario está relacionado con la construcción, el mantenimiento, el consumo y la eliminación de los edificios.

Según Edwards (2005), los factores fundamentales que conducen a la mayor eficiencia energética en las edificaciones son: innovaciones tecnológicas, políticas públicas (incluyendo los incentivos financieros disponibles) e interés de los propios usuarios bien informados. De una forma general, una edificación ecológica envuelve la combinación de tecnologías innovadoras, la conexión con las políticas públicas y un cliente que reconozca los beneficios de un proyecto arquitectónico de bajo consumo energético.

González Díaz (2004) afirma que puede derivarse un buen mantenimiento de la relación de la adaptación entre habitante y edificio, y que ese último llegue a la vida útil para la cual ha sido proyectado. No habrá éxito en el objetivo de ahorro si el consumidor no hace una labor de mantenimiento, o éste no se ha previsto y facilitado. La edificación ha de ser la adecuada para el uso a la que se destina, pero también es importante que el destinatario se comprometa a mantenerla, o bien que de alguna forma se dispongan los instrumentos adecuados para que los cuidados sean posibles. Sin un usuario con unos mínimos hábitos de ahorro energético, la eficacia del edificio quedará reducida, cuando no anulada.

En España, calefacción y agua caliente sanitaria suponen las dos terceras partes del gasto doméstico, y el tercio restante la iluminación, electrodomésticos, cocina, etc. Ya ha sido tratado convenientemente como eliminar o reducir gastos en la climatización desde el diseño y los sistemas energéticos del edificio. Hay medidas que pueden ser parcialmente adaptadas a los edificios ya existentes, a base de mejorar aislamientos, eliminar puentes térmicos, poner dobles acristalamientos o doble carpintería (González Díaz, 2004).

Las tecnologías energéticas que deben utilizar los arquitectos, pueden ser divididas en dos tipos (Edwards, 2005):

- Nuevas formas de energía
- Mejor aplicación de las energías existentes

Las primeras incluyen las energías renovables, las células combustibles de hidrógeno, y los biocombustibles. El segundo tipo abarca la maximización de la eficiencia de las fuentes de energía existentes, tanto de combustibles fósiles como de energía renovables, por medio de un proyecto arquitectónico de mejor calidad (Edwards, 2005). En el segundo tipo se abordarán cuestiones como la energía de la construcción, el

diseño pasivo, la iluminación y electrodomésticos eficientes hasta los sistemas de motorización continua.

Aplicando las mejores tecnologías pasivas y activas disponibles, en nuestro contexto climático, es posible conseguir un equilibrio entre edificio y clima proporcionando un elevado nivel de confort en el interior con baja dependencia de sistemas consumidores de energía, tanto en la construcción de edificios nuevos, como en la rehabilitación de edificios existentes (Tirone, 2009). Debe ser esencial un diseño bioclimático, una selección de los materiales de construcción, usar energías renovables, tener creatividad para encontrar soluciones imaginativas que sepan aprovechar los recursos locales próximos y una gran coordinación que sea capaz de integrar y combinar todos los sistemas elegidos. Todo ello debe ser previsto desde la fase de diseño; de otra forma es muy difícil un buen funcionamiento y operatividad de los sistemas (González Díaz, 2004). Autores como Edwards (2005), afirman que las edificaciones exportarán energía en vez de importarla. Los avances en las tecnologías de generación de electricidad, a partir de paneles fotovoltaicos y de microgeneradores eólicos, indican que las edificaciones contribuirán de forma significativa para suplir las necesidades nacionales de energía durante el próximo siglo.

Energías renovables

La energía renovable puede ser utilizada para calentar, enfriar y ventilar las edificaciones, substituyendo los combustibles fósiles. Las principales fuentes de energía renovable en la arquitectura son: la solar, la eólica y la geotérmica. En una gran escala, podemos disponer también de la energía proveniente de las olas de las corrientes de agua y de los mares, aún subutilizada. La energía renovable puede satisfacer todas las demandas energéticas de la humanidad. La energía solar excede las necesidades del consumo humano. Sin embargo, el problema reside en cómo distribuir, convertir y aplicar la energía solar de forma útil para calentar las edificaciones, hacer funcionar las máquinas y realizar las innumerables tareas que actualmente consumen los combustibles fósiles. La energía renovable puede ser explorada en el uso en edificaciones de maneras diferentes (Edwards, 2005):

- Extraída en otro lugar y distribuida por medio de canales convencionales.
- Extraída en la propia edificación o en su entorno inmediato.
- Extraída por los propios elementos constructivos de la edificación.

La solución a los problemas energéticos ha de ser necesariamente combinada y mixta, basada tanto en una diversificación energética como, de forma previa, en la imprescindible reducción y el control y la gestión del consumo (González Díaz, 2004). El local para la implantación del proyecto arquitectónico puede ser escogido de acuerdo con su accesibilidad a las fuentes de energía renovables (solar, eólica, hidráulica, geotérmica, entre otras). En el hemisferio sur, un terreno accidentado, orientado hacia el sur, proporciona una excelente oportunidad de exploración de la energía solar, así como una localización con gran incidencia de vientos, facilita la implementación de un generador eólico en el local (Edwards, 2005).

Además de la elección de la implantación, Edwards (2005) afirma que otras decisiones de proyecto pueden ser tomadas para ayudar a maximizar la exploración de energías renovables. La orientación solar, el área de proyección de la edificación y su localización en el terreno, permiten un aprovechamiento efectivo y financieramente accesible de captación de fuentes naturales, como solar o eólica. El primer principio de la energía

renovable es considerar las fuentes disponibles y el método de exploración en las primeras fases del proyecto arquitectónico. Autores como González Díaz (2004) afirman que ninguna forma de energía es totalmente inocua para el medio ambiente, en un 100%. Sin embargo, algunas son menos dañinas que otras, esencialmente por ser renovables, por causar menos daño al ecosistema y por producir menos residuos. La energía solar y eólica son ambas relativamente limpias, y renovables, pero aún tienen el problema de no ser producidas a gran escala. De los combustibles, el hidrógeno es el de quemado más limpio. A pesar de existir muchas fuentes de energía renovable, serán abordadas aquellas que se adaptan con mayor facilidad a las edificaciones (Edwards, 2005).

En este apartado se estudiarán las tres principales fuentes de energía renovables (Edwards, 2005): Energía solar, Energía eólica y Energía Geotérmica.

a) Energía solar

La energía solar constituye la base de la fotosíntesis y la principal fuente de energía renovable (Edwards, 2005). El sol es fuente de energía inagotable, renovable, gratuita y está repartida por todo el planeta. La constante solar es de 1.353 W/m², que, tras atravesar la atmósfera, se convierten en 1.000 W/m² en cada punto de la corteza terrestre (González Díaz, 2004).

El uso de la energía solar no contamina en absoluto. Puede ser utilizada bien directamente (de forma pasiva, de la que hablaremos más adelante), en forma de energía solar térmica y en forma de energía solar fotovoltaica. Con respecto a estas tres formas de empleo, las dos primeras utilizan la energía térmica del sol directamente y son baratas. La energía fotovoltaica transforma la energía solar en energía eléctrica, y este proceso implica alta tecnología, muy precisa, todavía cara y realizada con materiales altamente energéticos (González Díaz, 2004). Hoy en día la energía solar está siendo más explorada gracias al uso de paneles fotovoltaicos. Su utilización en las edificaciones es de un coste bajo, teniendo en cuenta el coste de la tecnología y la confianza en el sistema mayor (Edwards, 2005).

Autores como González Díaz (2004) apuntan como principal inconveniente que su producción es local y limitada, nunca en grandes cantidades y es difícil de almacenar. No está disponible a nuestro antojo, sino que está sujeta a ciclos y variaciones atmosféricas y climáticas, y no es constante.

b) Energía eólica

El viento es una fuente renovable, inagotable y no contaminante. No está homogéneamente repartida, sino que su uso es fuertemente local (González Díaz, 2004). Los vientos pueden ser usados para la generación de energía eléctrica en el mar, en la tierra y en la propia edificación. Los costes de instalación y manutención disminuirán tanto que su propia exploración local, en el entorno inmediato o en la propia cubierta del edificio, es viable actualmente (Edwards, 2005). Aún tienen el problema de no producir energía a gran escala, y se produce en pequeñas cantidades, por lo que participa de los inconvenientes generales de todas las energías renovables. Su uso está aumentando notablemente. El problema ambiental de este tipo de energía es que puede producir problemas con algunas especies de aves, modificar su hábitat, alterar el paisaje y hacer ruido (González Díaz, 2004).

c) Energía geotérmica

Según Edwards (2005), la energía geotérmica deriva del calor generado en las capas profundas del interior de la Tierra, que alcanza la corteza terrestre, donde es captada para su utilización en las edificaciones. Esta energía puede ser utilizada para equilibrar las variaciones estacionales de temperatura por su uso como reserva de calor en el invierno y disipador térmico en el verano. Esto permite reducir el consumo primario de energía para el calentamiento en el invierno y de refrigeración en el verano.

Existen dos tipos principales de bombas de calentamiento con base en el suelo: de circuito abierto y de circuito cerrado (González Díaz, 2004).

El primero consiste en un círculo de tuberías plásticas enterradas en el suelo en sentido horizontal o vertical, por donde circula un líquido anticongelante. El segundo utiliza el agua de los niveles freáticos que pasa por una bomba de calor para extraer la energía disponible, que es posteriormente utilizada para el calentamiento o enfriamiento de la edificación.

Las bombas de calor geotérmicas son más rentables que otros sistemas de producción de energía renovable, como los fotovoltaicos y los microgeneradores eólicos, y son prácticamente libres de emisiones. Por no ser necesarios equipamientos de alta tecnología, sus costes de mantenimiento son bajos y su fiabilidad es alta. Si comparamos con los sistemas tradicionales de calefacción, las bombas geotérmicas pueden reducir entre 40% y 60% las emisiones de CO₂.

Células combustibles

El gas hidrógeno es una fuente primaria de energía, se incluye en este capítulo porque últimamente ha despertado bastante interés, debido a que su combustión es muy limpia, no genera CO₂ ni elementos causantes del efecto invernadero o la lluvia ácida. Es un material muy abundante en la naturaleza, y está repartido por todo el planeta (González Díaz, 2004). Autores como Edwards (2005) afirman que es una tecnología emergente que parece capaz de transformar los sistemas de producción de energía. Las células combustibles se basan en la tecnología electroquímica y utilizan gas de hidrógeno mezclado con oxígeno para generar electricidad. El combustible de hidrógeno, obtenido por medio del gas natural, del metanol o del petróleo, es combinado con oxígeno líquido para producir electricidad, emitiendo calor y vapor de agua como productos secundarios. Potencialmente, las células combustibles pueden generar electricidad con pocas emisiones, por lo tanto es una tecnología casi tan inocua como la fotovoltaica.

Una célula combustible consiste en dos electrodos separados por una membrana electrolítica polimérica. En cada electrodo una fina capa de platina permite que el combustible de hidrógeno se subdivida en electrones y protones. Los electrones generados son conducidos por un circuito externo, produciendo corriente eléctrica; cada célula combustible genera aproximadamente 0,6 V, que pueden ser usados directamente o almacenados en una batería (Edwards, 2005)(González Díaz, 2004).

En un plazo de veinte años las células combustibles de hidrógeno serán utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones, desde el transporte urbano hasta la iluminación de las edificaciones. En vez de producir CO₂, las células de hidrógeno producen dióxido de hidrógeno, es decir, agua. (Edwards, 2005).

Biocombustibles

La biomasa procedente de cultivos específicos o de residuos constituye otra fuente de energía renovable cada vez más utilizada. Los cultivos energéticos están diversificando la agricultura con la creación de nuevas fuentes de energía, que, a su vez, están modificando la ecología del territorio. Los biocombustibles producen energía por la fermentación anaeróbica, que genera metano, o de la combustión, produciendo calor. La integración entre los combustibles fósiles producidos a partir de cultivos locales, como las exploraciones forestales controladas, las estaciones de cogeneración de calor y energía (CHP) y las edificaciones, forman un sistema que no compromete el futuro del medio ambiente (Edwards, 2005).

La diversa cantidad de materia prima usada para la combustión hace que la calidad sea muy variable, ya que estamos hablando de residuos agrícolas, animales o forestales y cultivos realizados con este fin. Tiene el inconveniente de la heterogeneidad, en su carácter local y en su peculiaridad no generalizable. Los biocombustibles tienen como ventaja su perfecta coordinación con el respecto a la formación de CO₂, y a la ausencia de componentes tóxicos como azufre, cloro u otros que fomentan el fenómeno de la lluvia ácida. Su fabricación, extracción y manipulación no perjudican al medioambiente, sino que lo mejoran (González Díaz, 2004).

Energía en la construcción

El hecho constructivo aporta su granito de arena al gasto energético a través de sus diferentes periodos de vida, y, similar a un efecto dominó, a los diferentes sectores energéticos. El conocimiento detallado de todas las fases de la construcción es el primer paso para evaluar el gasto energético. Toda edificación causa un impacto en el medio, por lo que los edificios son "más o menos" sostenibles en términos comparativos, porque en términos absolutos siempre hay un gasto energético y de materiales. Desde un punto de vista estrictamente ambiental, el mejor edificio es el que no se construye (González Díaz, 2004).

Últimamente ha crecido la necesidad de utilizar materiales con la menor energía incorporada posible. Históricamente, la tierra y las plantas (y animales) eran materiales de los cuales se hacían edificaciones de muy baja energía consumida, y los construían tradicionalmente trabajadores locales o cercanos. Estamos hablando de materiales como las mazorcas, entramados de madera con adobe y cañas, bloques de tierra sin cocer, tierra apisonada, entre muchos otros. A pesar de que todos ellos han funcionado históricamente y son de baja energía en su construcción, por lo general no podría considerarse satisfactorio su uso para la construcción en la actualidad. Sin embargo, muchos de estos materiales podrían utilizarse y combinarse con los nuevos materiales de construcción. Todas estas opciones tienen masa térmica significativa y/o propiedades de aislamiento con un grado de higroscopicidad que pueden ayudar a crear entornos de vida saludables con la capacidad de regular la temperatura interna pasiva y la humedad. No todos ellos son adecuados en todas partes y algunos pueden tener limitaciones en el diseño, pero todas son posibles de utilizar en el lugar correcto (Roaf, 2007).

La energía incorporada, ha sido definida como la energía utilizada para que las materias primas se conviertan en materiales de construcción, productos o componentes; el transporte de las materias primas, productos intermedios y finales; y también la construcción de estructuras con ellas. Estas cifras no incluyen mantenimiento, reutilización o disposición final. La determinación de la energía incorporada es un campo

lleno de incertidumbre por numerosas razones, incluyendo la dificultad de normalizar los datos y el conocimiento incompleto de la mezcla del combustible usado en la producción. El área de la energía incorporada es un campo que evoluciona con el proceso de fabricación (Randall, 1999).

El uso de baja energía material natural no debe menoscabar la necesidad de hermeticidad y alto rendimiento térmico, sin embargo, podemos hacer un ahorro inmediato en la energía incorporada/emisiones y luego seguir con el curso de ahorro. La construcción con materiales compuestos de cal cáñamo (por ejemplo) ofrece el potencial de secuestro de carbono de hasta el 30%. Esto podría ser de 10 toneladas en una casa típica. La idea de encerrar el CO₂ dentro de la estructura de las paredes ofrece un resultado de *gana-gana*. Cuánto más gruesas se hagan las paredes, más CO₂ se bloquea y son mejores los niveles de aislamiento y masa térmica del edificio. Las paredes de cal cáñamo ofrecen un buen aislamiento térmico y de masa para lograr un desempeño excelente. Las paredes de cáñamo cal pueden ser sólidas, sin necesidad de cavidad y en consecuencia, los detalles de construcción son simples y robustos. La historia nos demuestra que los edificios de este tipo son confortables para vivir y pueden durar siglos. Además el uso del cáñamo de esta manera ayudará a reducir la demanda de áridos y ofrecer nuevas oportunidades a los agricultores (Roaf, 2007).

Autores como González Díaz (2004) afirman que es preferible utilizar sistemas constructivos recuperables desmontables, de montaje en seco, o al menos reciclables. La tradición, nuevamente punto al que mirar, reducía a la nada los edificios de la misma forma que los había construido, pero a la inversa. Es decir, pieza a pieza cada elemento se desmonta de su colocación primitiva, mediante la acción a la inversa de su puesta en obra, para cerrar el ciclo completo. La arquitectura debe facilitar estas medidas, así como colaborar con las nuevas exigencias de reducir, reciclar y recuperar. De esta forma conseguiremos disminuir los gastos energéticos ambientales.

Diseño pasivo

Las medidas pasivas son las más importantes porque traen una mayor contribución para reducir la dependencia energética a lo largo de la vida del edificio. Las medidas activas también reducen la dependencia energética del edificio, pero su operación carece de puesta a punto y manutención por lo que, a lo largo de su vida útil, tiene un coste asociado (Tirone, 2009). La elección de uno u otro sistema energético habrá de ser un balance razonado de las ventajas e inconvenientes de cada sistema, generalmente definidos por la localización de cada edificio. De un buen diseño puede alcanzarse fácilmente un ahorro de energía de un 50% con respecto a un diseño convencional, pero tampoco se puede pretender ahorro energético y económico en un edificio ajeno a sus circunstancias climáticas (González Díaz, 2004).

La orientación sur permite una mayor penetración de sol en invierno y una reducida penetración de sol de verano. De esta forma, las ventanas de un alzado orientado a sur consiguen proporcionar al interior del edificio un mayor confort térmico. Esta medida tiene un potencial de mejorar hasta en un 30% las necesidades energéticas de un edificio, relacionadas con el confort térmico, sobre todo cuando es asociada a otras medidas pasivas. Orientar correctamente los espacios de permanencia del edificio en función del recorrido solar permite un mejor aprovechamiento de la energía renovable del sol como fuente de confort para estos espacios (Tirone, 2009). El consumo aumenta y, sin embargo, la energía solar pasiva, la fototérmica y la fotovoltaica siguen

infrautilizadas a pesar de nuestra irradiación solar y la idoneidad de estos sistemas para los usos más demandados de calefacción y agua caliente (González Díaz, 2004).

Dimensionar debidamente las áreas de vidrio en función de la orientación solar, es una medida que contribuye considerablemente para el confort de los espacios interiores. Es la proporción adecuada de las áreas envidriadas que tienen en consideración la variación del recorrido solar durante las cuatro estaciones del año, conforme determinan la capacidad de penetración de la radiación solar en los espacios interiores y la respectiva captación de su calor (Tirone, 2009).

Durante las épocas más calientes del año, una de las formas más eficientes para enfriar el aire interior de nuestras casas es la de ventilar, especialmente durante la noche, cuando las temperaturas son más frescas. Durante una gran parte de esa época del año, el aire en el exterior presenta valores de temperatura bastante confortables a pesar de la gran amplitud térmica diaria (González Díaz, 2004).

Otra de las medidas que ayudarán a asegurar la optimización energética del edificio de una forma pasiva, será la aplicación de forma continua de un sistema de aislamiento térmico y la optimización de la inercia térmica, Tirone afirma que: *"La correcta aplicación, hace que la inercia térmica (materiales pesados de la construcción) funcione a favor del clima interior, contribuyendo para que las temperaturas en el edificio se mantengan estables dentro de las amplitudes térmicas medias. Este comportamiento resulta del hecho de las envolventes no permanecer en contacto directo con el exterior, estabilizando las temperaturas en su valor medio. Con ambas medidas (el aislamiento térmico aplicado de forma continua por el exterior y la inercia térmica), los extremos del clima no afectan al equilibrio térmico en el interior del edificio (...) la conjugación de la medida inercia térmica con la medida de ventilación es muy importante durante las noches de verano porque permite que el calor acumulado en los materiales pesados sean liberados por la noche y, por sea que se restablezca la capacidad de acumular y absorber el calor excesivo durante el día siguiente, manteniendo el ambiente interior confortable"* (2009, p.154).

Iluminación eficiente

Una iluminación eficiente comienza por potenciar una iluminación natural hasta donde sea arquitectónicamente posible. Pero si ello no es suficiente, se recomienda el uso de equipos de consumo eficiente, de lámparas de incandescencia a inducción puede conseguirse un ahorro del gasto del 82%. El rendimiento es muy variable, por lo que se recomiendan luminarias de bajo consumo y alta eficiencia (González Díaz, 2004). Consecuentemente a esta sustitución de lámparas, se reducirán las emisiones de CO₂ para la atmósfera en el sector doméstico (Tirone, 2009).

Hoy en día, ya se encuentra disponible una tecnología aún más evolucionada que reduce, en comparación con las lámparas convencionales incandescentes, a un décimo el consumo de energía. Estas lámparas son denominadas LEDs y presentan beneficios como la facilidad de controlar la cantidad de luz emitida; la longevidad, cincuenta veces superior a las incandescentes convencionales, y su dimensión. Además del reducido consumo de energía, una característica de gran importancia a tener en consideración es la restricción de algunos materiales utilizados en la producción de lámparas (como mercurio y el fósforo) que hacen parte de aquel conjunto de elementos difícilmente absorbidos por los ecosistemas cuando sus concentraciones son excesivamente elevadas (Tirone, 2009).

Electrodomésticos eficientes

Una gran parte del consumo de energía doméstica está concentrada en la cocina. Los equipamientos de frío doméstico (frigoríficos y congeladores), son los responsables del 18% del consumo energético doméstico, la preparación de comidas un 16% y los lavados mecánicos un 6% (Tirone, 2009). Nuestros enseres domésticos son cada vez más prácticos, y útiles, pero cada vez los hogares se llenan de más aparatos que necesitan energía. Estos aparatos son eficientes desde el punto de vista energético, pero cada vez hay más. Se aumentan los problemas energéticos, y por lo tanto, la contaminación aumenta (González Díaz, 2004). La dimensión de los electrodomésticos y su utilización eficiente, son ciertamente un primer aspecto a considerar. Sin un adecuado tamaño o uso, acabaremos por consumir mucha más energía de la necesaria. A pesar de que el electrodoméstico sea extremadamente eficiente (Tirone, 2009).

La Comisión Europea ha hecho una gran apuesta en la eficiencia de los equipamientos que utilizamos mediante una serie de obligaciones energéticas (Tirone, 2009). Actualmente las marcas comerciales ofrecen ya una clasificación que orienta sobre la eficacia de los electrodomésticos. Los electrodomésticos para lavado de ropa, de vajilla y secadoras disponen del mismo tipo de clasificación normalizada, tienen sistemas para detectar la carga y adaptarse a ella, y optimizar el gasto energético. Para las que consumen agua caliente, existe la posibilidad de usar para preparar el calentamiento de agua, e incluso utilizar como precalentamiento la energía procedente de los colectores solares térmicos en verano, cuando existe una sobreproducción de agua caliente (González Díaz, 2004).

Autores como González Díaz (2004) afirman que en lavadoras, de los 2.500 kWh estimados de gasto para 10 años del tipo A, se pueden llegar a los 5.700 del último tipo de la clasificación. Este ahorro supone también una factura mensual menor para el consumidor y simultáneamente participa en la idea de que aunque hay bolsillos particulares que puedan costear el derroche de gasto, el coste ambiental del exceso de gasto energético no puede ser asumido. Por lo tanto, según Tirone (2009), la compra de electrodomésticos Clase A, es una medida al alcance de todos y tendrá una mayor expresión a la escala del balance energético nacional si fuera más generalizada.

Sistemas de Gestión de Energía y Monitorización continua

Durante la vida útil (la fase en las que son habitados) es cuando los edificios consumen más de un tercio de la energía transformada en Europa, de media, alrededor de 40%, más de lo que el sector de los transportes y de lo que el sector de la industria (Tirone, 2009). El deseo de automatizar una construcción en todas sus funciones surgió como una necesidad en los edificios de oficinas y en instalaciones hoteleras de alto nivel. El mantenimiento centralizado e integrado desde un puesto de mando es considerado la primera medida de gestión eficiente. La automatización, en un principio dirigida a los grandes sistemas de instalaciones, alcanza poco a poco a otras funciones del edificio, mucho más personales, ejercidas hasta ahora por el usuario de forma manual y a su criterio (González Díaz, 2004).

Los sistemas de gestión de energía permiten controlar los resultados del desempeño energético de los edificios, pero también potencian los buenos comportamientos, en la medida que se vuelve perceptible la cuantificación de los flujos energéticos contabilizados. Para que los habitantes puedan proceder a una optimización de la energía que utilizan es necesario que los utilizadores dispongan de la información

relevante en tiempo útil, por lo que será importante proceder a una monitorización continua de los consumos energéticos y de agua (Tirone, 2009).

Como en todas las demás propuestas orientadas a la eficiencia energética, el coste ha de calcularse a muy largo plazo, en función del gasto energético y la energía incorporada a todo su ciclo vital: desde su fabricación, su puesta en uso, su mantenimiento y su desaparición. Afirma que la efectividad del sistema dependerá de cada caso, en función de la evaluación el binomio gasto medioambiental y tecnológico frente al aumento de bienestar. Dos de sus grandes ventajas son la adaptación y ductilidad de los sistemas, que permiten una acomodación a las específicas necesidades del usuario y su ambiente (González Díaz, 2004).

Es posible aún introducir sistemas de control que simplifican y vuelven más eficiente la gestión de los recursos (energía y agua), pudiendo estos ser más o menos automatizados. Por un lado, la introducción de un interruptor en el cuadro eléctrico, que desenchufa todos los circuitos que no necesitan estar encendidos cuando no se está en casa, permite que a la salida, con un simple gesto, se elimine todo el consumo innecesario. Por otro lado y sobretodo en edificios que dependen del consumo de energía para garantizar condiciones estables de confort térmico durante el año, existen también los sistemas de domótica que, cuando están bien concebidos e implementados, facilitan una gestión eficiente de recursos (Tirone, 2009).

La domótica según González Díaz (2004), es el conjunto de aplicaciones existentes en el mercado que facilitan operaciones de control o regulación de cualquiera de las partes del edificio, y consiste en dispositivos electrónicos muy variados. El edificio inteligente es aquel que posee un sistema de integración de todos sus servicios y que, mediante programación informática, interpreta las señales obtenidas a través de la domótica y posee capacidad de respuesta propia, adaptada a las necesidades específicas del ambiente. Los sistemas de domótica permiten un acompañamiento de la evolución del confort térmico de acuerdo con la efectiva utilización de la habitación, pudiendo ser programados horarios y temperaturas de confort distintas para cada espacio. Estos sistemas pueden actuar sobre los circuitos de iluminación y también sobre estores eléctricos (si existen), de forma que se controlen las ganancias energéticas a través de la radiación solar (Tirone, 2009).

Según González Díaz (2004), la adopción de estas medidas aún no está totalmente desarrolladas y su disposición en el mercado aún es cara, pero su grado de aceptación está aumentando a la misma velocidad con la que se desarrolla la tecnología y la telemática. Toda innovación tecnológica no es más que una herramienta, y de su apropiado y razonable uso, dependerá su valor.

4.2 Criterios del proyecto sostenible

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define criterio como "*una regla o norma conforme a la cual se establece un juicio o se toma una determinación*" (1986, p.398). Esta definición contribuye a definir que los criterios pueden establecerse a través de principios característicos para facilitar y estimar un juicio imparcial. Se puede definir como criterios del proyecto sostenible a aquellas condiciones o efectos que se deben cumplir en el proceso para lograr los objetivos del proyecto de arquitectura sostenible. Edwards (2005) afirma que como se proyecta y como se construyen las edificaciones,

serán las principales influencias que los arquitectos tendrán sobre la sostenibilidad. Esta definición puede resultar confusa si la comparamos con la definición de indicador (dispositivo o señal que comunica o pone de manifiesto un hecho). Autores como Vela Damonte (1999) afirman que los indicadores son construidos a partir de los criterios. Y son definidos como medidas de los sucesos del proceso que a su vez permiten evaluar si se está cumpliendo o no, o en qué medida, con los criterios que se han elaborado. Por lo tanto consideramos que para los indicadores anteriormente señalados, existirán diferentes criterios que se deberán cumplir para poder considerarse válidos.

Ha sido observado en el cuerpo de literatura que el término de criterio ha aparecido referenciado de muy diversas formas: Desde el término "principios" utilizado por el CIB (1994), "pilares" (Segundo Congreso Internacional para la Arquitectura Sostenible, 2005)(De Garrido, 2008), "cuadro de prioridades" (Mateus, 2009), "reglas o estrategias" (Edwards, 2005), "secuencia de pasos a utilizar o medidas" (Tirone, 2009)(González Díaz, 2004) o "objetivos básicos" (Cofaigh, 2009), entre muchas otras formas. Estos términos se han considerado como criterios porque cumplen todas las características que los criterios deben tener según César Vela Damonte (1999):

- Deben ser claros en expresar lo que se pretende.
- Deben ser conocidos y aceptados por los involucrados. Es deseable que todos los implicados los acepten y que se comprometan a alcanzarlos.
- Deben ser comprensibles, todos deben entender exactamente lo mismo.
- Deben ser flexibles, capaces de adaptarse a cambios.
- Deben ser elaborados en lo posible de manera participativa.

Como ya anteriormente se ha nombrado, los principales indicadores de arquitectura sostenible son: salud, confort, análisis del ciclo de material y economía energética; de acuerdo con el capítulo anterior, se indicarán los diferentes criterios que se han extraído para cada indicador, referenciados por los diferentes autores consultados. También se aprovechará este capítulo para abordar el estado de la cuestión.

4.2.1 Indicador uno: Salud

El tema de la Salud es abordado por muchos y diversos autores Edwards (2005), Cofaigh (2007), Tirone (2009), Torgal & Jalali (2010) o Randall (1999), entre otros. Se observa que el tema es abordado de una forma muy general por autores como Edwards (2005); otros autores como Cofaigh (2007) o Tirone (2009) tratan los temas de la salud (calidad del aire interior, materiales tóxicos, la luz y el ruido) de una forma exhaustiva, a pesar de que esta última investigue de una forma conjunta el tema de la salud y del confort y por lo tanto, dificulte su análisis. Otros autores como Torgal & Jalali (2010) focalizan su investigación en temas aislados como la toxicidad de los materiales de construcción. Randall (1999) abordará como los temas de luz y ruido afectarán a la salud. De una forma general, estos son los principales criterios que se han extraído para asegurar la salubridad en el proyecto sostenible:

- Incrementar la calidad de vida de las construcciones
- Aumento de la calidad de vida de los ocupantes del edificio
- Asegurar la salubridad de los edificios
- Garantizar las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo

Calidad aire interior

La calidad del aire interior es un tema extensamente debatido por autores como Cofaigh (2007) y Tirone (2009). Ambos autores tratarán temas como la ventilación y los efectos que tiene sobre la salud humana la mala calidad del aire interior. Tirone (2009) además contribuirá con temas como la contaminación proveniente de emisiones de los materiales que están en contacto con el aire interior y la permeabilidad de sus superficies en contacto con él. Además ambos autores aportarán ejemplos prácticos de cómo mejorar su calidad. Estos son los principales criterios extraídos para asegurar la calidad del aire interior:

- Siempre que sea posible, los edificios deben estar situados lejos de carreteras y otras fuentes de contaminación
- Las ventanas y las tomas de aire de los sistemas de ventilación mecánica se deben ubicar de forma que eviten la entrada de aire contaminado
- Plantar vegetación en el exterior y en el interior para absorber contaminantes y el polvo
- Evitar huecos exteriores que permitan la infiltración no prevista de aire exterior
- Controlar la contaminación de procesos en el interior del edificio
- Cuando la calidad del aire exterior sea inaceptable, se deben proporcionar ventanas selladas y ventilación mecánica
- Los electrodomésticos y las salidas de humo deben recibir el mantenimiento correcto y la ventilación debe ser adecuada
- Asegurar un mínimo de 10m³ de volumen de aire por persona
- Proporcionar extractores para la ventilación local de zonas de fumadores y de espacios con electrodomésticos o equipos que puedan generar emisiones
- Proporcionar ventilación natural adecuada para diluir la concentración de microorganismos transportados por el aire
- Priorizar la ventilación natural
- Facilitar el acceso a las instalaciones para permitir el mantenimiento adecuado de los equipos de aire acondicionado o ventilación mecánica
- Reducir al mínimo los acabados que emitan compuestos orgánicos volátiles en superficies expuestas al aire interior

Materiales tóxicos

Los materiales tóxicos serán un tema abordado por autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) y Torgal & Jalali (2010). Autores como Tirone (2009) y Cofaigh (2007) tendrán una visión muy general, y se limitarán a salvaguardar la minimización del grado de toxicidad de los materiales de revestimiento, y, en especial atención a barnices, tintas y revestimientos de pavimentos. Torgal & Jalali (2010), además de lo anteriormente nombrado, tratará la contaminación radiológica, tema de gran importancia, cuando queramos garantizar condiciones de salud en el proyecto de arquitectura sostenible. Los principales criterios para asegurar la eliminación de materiales tóxicos son:

- Eliminación de tóxicos.
- Tras evaluar su estado, sellar o retirar de un edificio existente cualquier material con amianto, siempre que la posible liberación de polvo y fibras no genere más riesgo que dejarlo en su sitio.
- En los edificios existentes considerar la retirada de tuberías de plomo y depósitos recubiertos con ese material, cuando la posible contaminación por el agua presente un problema.

- No exceder un 30% de la superficie con barnices, tintas y revestimientos de pavimentos.
- Proteger contra emisiones radioactivas.
- Cuando se sospecha que existen altos niveles de radón, debería hacerse un seguimiento radiológico.
- Aumentar la ventilación, tanto bajo el suelo como en las estancias.
- Colocar una barrera de vapor entre el terreno y el espacio habitable, o sellar suelos y muros para reducir las emisiones de radón.
- Especificar materiales de construcción, acabados y equipamiento no tóxicos.
- Exigir a los fabricantes o proveedores que indiquen el contenido de todos los materiales o componentes que se van a utilizar en el edificio y seleccionar los menos perjudiciales.

Luz natural

La luz natural será un tema abordado por autores como Randall (1999) y Cofaigh (2007), otros autores como Tirone (2009) abordarán este tema dentro de la perspectiva del confort. Estos son los principales criterios extraídos para mejorar la calidad de luz natural.

- Priorizar iluminación natural.
- Permitir la entrada de luz natural directa a todas las estancias.
- Proporcionar luz natural y artificial suficiente para llevar a cabo revisiones y limpieza.
- Las estancias donde los ocupantes pasan períodos considerables de tiempo al día deberían estar provistas de ventanas o lucernarios si la función del espacio lo permite.

(Consultar tabla de luminancia)

Ruido

El ruido, al igual que el tema anterior, será abordado por autores como Randall (1999) y Cofaigh (2007), y al igual que el tema anterior, autores como Tirone (2009) abordarán este tema dentro de la perspectiva del confort. Estos son los principales criterios extraídos para mejorar la calidad acústica.

- Proteger del ruido exterior con una buena orientación o utilizando barreras acústicas como muros, bermas o vegetación
- Las actividades y los equipos que generen ruido dentro del edificio deberían situarse lo más lejos posible, en lugares no ocupados
- Las tuberías de desagüe no deberían pasar cerca de salas de estar o dormitorios
- Los motores de los ascensores o cualquier otra maquinaria deberían colocarse sobre soportes elásticos
- Los ventiladores deberían ser lo más grande posibles para poder funcionar a la mínima velocidad
- Mejorar el aislamiento acústico mediante vidrio laminado, doble ventana o doble vidrio.
- Ventanas con antepechos o burletes
- Mejorar el aislamiento acústico de los muros delgados separando las capas y utilizando materiales porosos
- Colocar una capa elástica bajo el acabado de los suelos flotantes

- Materiales elásticos para romper los puentes acústicos

4.2.2 Indicador dos: Confort

El confort es un tema abordado por numerosos autores Fordham (1999), Tirone (2009), Edwards (2005) o Cofaigh (2007), entre otros. Autores como Fordham (1999) o Edwards (2005), se limitan a hacer un abordaje esquemático y general del tema. Por otro lado autores como Cofaigh (2007) y Tirone (2009), hacen un abordaje más exhaustivo sobre el confort y aspectos como el confort térmico y visual. En este apartado Tirone (2009) analiza el confort acústico como tema propio del confort, mientras que Cofaigh (2007) lo analiza desde una perspectiva diferente: la de la salud y el confort. Haciendo un abordaje general del tema extraemos un único criterio para asegurar el confort:

- Permitir la intervención directa en la alteración de las condiciones de confort

Confort térmico

El confort térmico es abordado por autores como Tirone (2009) o Cofaigh (2007). Tirone (2009) tratará aspectos sobre la intervención directa (elementos o acciones) en el espacio para asegurar condiciones de confort térmico; mientras que Cofaigh (2007) abordará aspectos relacionados con las condiciones que el espacio deberá reunir para crear condiciones de confort térmico. Los principales criterios extraídos para asegurar el confort térmico son:

- La temperatura del ambiente debe proporcionar confort térmico a los ocupantes (20-22° en invierno y 24-26° en verano son temperaturas razonables)
- La temperatura óptima debería alcanzarse a la altura de la rodilla
- El movimiento del aire en los espacios no debería ser excesivo (los niveles aceptables son 0,1-0,15 m/s en invierno y 0,25 m/s en verano)
- La humedad relativa debería mantenerse a un nivel aceptable (40-70% en latitudes septentrionales; 50-60% en verano y 40-50% en invierno en climas mediterráneos)
- Los sistemas de calefacción deberían ser fáciles de controlar
- Una proporción media del 30% entre la superficie de las ventanas y de los muros. Teniendo en cuenta el clima, orientación y uso del edificio. En climas cálidos, se debe considerar la posibilidad de limitar la superficie de ventana al 10%
- Los mecanismos de control solar, como persianas venecianas, contraventanas, pantallas, deflectores y vidrios fotocromáticos, termocromáticos o electrocromáticos, pueden utilizarse para controlar la incidencia de radiación solar
- Los muros exteriores pintados de colores claros reflejan la radiación solar
- Los cinturones verdes, los árboles y las plantas trepadoras, así como los depósitos de agua, pueden utilizarse para reducir las temperaturas de los muros y cubiertas en condiciones de calor
- En climas cálidos, los edificios deberían estar orientados de manera que aprovechen los vientos dominantes en verano
- La ventilación natural nocturna es eficaz para reducir la temperatura del aire durante las épocas de calor

Confort visual

El confort visual es abordado por autores como Tirone (2009) o Cofaigh (2007). Tirone (2009) tratará aspectos que este trae para nuestro bienestar, mientras que Cofaigh (2007), abordará aspectos relacionados con las condiciones que la luz deberá reunir para crear condiciones adecuadas (cantidad, distribución y calidad). Los principales criterios extraídos para asegurar el confort visual son:

- Una buena orientación y una distancia correcta entre edificios favorecen la incidencia de luz natural.
- La proporción de superficie acristalada y la disposición de las ventanas deberían garantizar una iluminación natural adecuada de luz natural, sería deseable poder ver algo de cielo desde la mayoría de las zonas de un espacio.
- El espectro de luz artificial que se utilice durante el día debería ser similar al de la luz natural.
- Tanto la iluminación natural como la artificial deberían cumplir ciertos requisitos fisiológicos y de salud: intensidad óptima, similar luminosidad, protección contra el deslumbramiento ausencia de sombras y contraste adecuado.
- Siempre que sea posible, los espacios deberían disponer de ventanas o lucernarios que permitan a los ocupantes mantener cierto contacto visual con el exterior.

Confort olfativo

El confort de olores y sabores es abordado por autores como Tirone (2009), esta autora tratará aspectos que el confort olfativo y gustativo trae para nuestro bienestar, al mismo tiempo tratará de asegurar el confort a través de unos simples criterios:

- Eliminar humedades por consecuencia de infiltraciones o condensaciones, que permiten el crecimiento de hongos que causan mal olor.
- Eliminar tintas, colas o barnices en contacto con el aire interior que contienen agentes agresivos y nocivos contra nuestra salud.

Confort acústico

El confort acústico es abordado por autores como Tirone (2009) o Cofaigh (2007). Tirone (2009) tratará aspectos que el confort acústico trae para nuestro bienestar, mientras que Cofaigh (2007) abordará aspectos relacionados con la eliminación de fuentes de contaminación sonora. Los principales criterios extraídos para asegurar el confort acústico son:

- Los edificios pueden protegerse del ruido exterior con una buena orientación y utilizando barreras acústicas como muros, bermas o vegetación
- Las actividades y los equipos que generen ruido dentro del edificio deberían situarse lo más lejos posible, en lugares no ocupados
- Los espacios que comparten muros y suelos deberían estar dedicados, preferiblemente, a usos similares
- La mejor forma de reducir la transmisión del sonido es aumentar la masa de los elementos estructurales del edificio, algo especialmente eficaz para ruidos de baja frecuencia
- La transmisión de sonido por el aire se reduce eliminando rendijas del cerramiento exterior y de las divisiones interiores

- La envolvente del edificio debe reducir 35 dB entre el exterior y el interior del edificio
- Los vanos de las ventanas son una de las principales causas de las infiltraciones de ruido
- Dependiendo del entorno, pueden estar selladas o incorporar vidrios aislantes, como el laminado. Las rendijas de ventilación deberían estar provistas de deflectores acústicos
- Colocar capas de material elástico bajo los suelos flotantes y falsos techos reduce la transmisión de ruido de impacto entre los edificios de viviendas
- La transmisión indirecta del sonido a través de los muros con cámara debería reducirse colocando materiales absorbentes del sonido en su interior
- Cuando se prevea una excesiva contaminación acústica dentro del edificio, deberían especificarse los componentes y los materiales absorbentes del sonido
- Para reducir la transmisión de ruido en oficinas, deben incorporarse deflectores acústicos de alto rendimiento, que refleja el sonido de nuevo hacia el espacio
- Las tuberías de desagüe no deberían pasar cerca de las salas de estar o dormitorios
- Los motores de los ascensores o de cualquier otra maquinaria deberían colocarse sobre soportes elásticos
- Los ventiladores deberían ser lo más grandes posibles para poder funcionar a la velocidad mínima
- Instalar silenciadores en las salidas de aire de todos los equipamientos que emiten ruido como: sistemas de ventilación mecánica y extracción en los baños y cocinas
- Instalar apoyos anti-vibratorios en todos los equipamientos susceptibles de emitir vibraciones como: ascensores, transformadores eléctricos, puertas automáticas de garaje, piscina, bañeras de hidro-masaje , entre otros.

4.2.3 Indicador tres: Ciclo de vida del material

El tema del ciclo de vida del material es un tema abordado por numerosos autores: Tirone (2009), Cofaigh (2007), Roaf (2007), Edwards (2005) Solanas (2006) o Paniagua (2011), entre muchos otros. El impacto ambiental será abordado por autores como Solanas (2006), Tirone (2009) o Cofaigh (2007), mientras que autores como Roaf (2007) o Edwards (2005), abordarán directamente el tema de la energía incorporada considerada por ellos como la medida más importante del impacto ambiental. El análisis del ciclo de vida del material será analizado por autores como Tirone (2009), Edwards (2005) o Cofaigh (2007) y el fin de ciclo de vida será abordado por Tirone (2009), Edwards (2005) y Paniagua (2011).

Impacto ambiental

El tema del impacto ambiental será abordado por autores como Solanas (2006), Tirone (2009) o Cofaigh (2007). Estos autores coincidirán en numerosos aspectos entre ellos en que para seleccionar los materiales para la construcción tiene que haber por detrás un proceso de selección que considere muchos aspectos como por ejemplo: durabilidad, reutilización, reciclado, medio ambiente, toxicidad o energía incorporada. Los principales criterios extraídos para minimizar nuestras acciones sobre el impacto ambiental son:

- Integrar los hábitats naturales en los procesos de desenvolvimiento del proyecto arquitectónico
- Favorecer el contacto de los seres humanos con la naturaleza.
- Proteger la naturaleza
- Especificar los materiales de acuerdo con una perspectiva ecológica, contribuyendo con el mantenimiento de la biodiversidad local o regional a través de la elección de productos o materiales utilizados
- Minimizar todos los impactos negativos para el ambiente
- Reducir el consumo de recursos
- Reducir al mínimo la búsqueda de recursos naturales no renovables
- Utilizar recursos reciclables
- Reutilizar recursos reciclables
- Reutilizar recursos
- Optimizar los recursos y materiales
- Disminuir residuos y emisiones

Energía incorporada

El concepto de energía incorporada es un tema abordado por autores como Roaf (2007), Cofaigh (2007) o Edwards (2005); ambos concuerdan con que es la medida principal para poder medir el impacto ambiental. Así como Roaf (2007), se limita a explicar las ventajas de esta técnica para poder medir el impacto ambiental de nuestras acciones; Edwards (2005) y Cofaigh (2007) tratan los principales medidas del concepto de energía incorporada:

- Utilizar fuentes locales de abastecimiento de materiales pesados.
- Utilizar fuentes globales de abastecimiento de materiales leves.
- Potenciar el reciclado.

Análisis del Ciclo de Vida

El análisis del ciclo de vida es un concepto abordado por autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Edwards (2005). Autores como Tirone (2009) abordan el tema de una forma puntual, considerando el análisis de ciclo de vida (ACV) como parte importante del proceso de proyecto. Otros autores como Edwards (2005) y Tirone (2009) hacen un abordaje más exhaustivo sobre el análisis del ciclo de vida tratando aspectos como la contribución del ACV o el coste del ciclo de vida (CCV), siendo el abordaje de Edwards (2005) más analítico y el de Cofaigh (2007) mucho más descriptivo. Los principales criterios extraídos sobre el ACV son:

- Aplicar principios ecológicos desde el inicio
- Minimizar los costes de ciclo de vida
- Maximizar la durabilidad
- Organizar recursos y materiales
- Utilizar materiales eco-eficientes
- Disminuir el peso
- Posibilitar la sustitución de las partes

Fin del Ciclo de Vida

El fin del ciclo de vida es un concepto descrito por autores como Tirone (2009), Panigua (2011) o Edwards (2005). La contribución de Tirone (2009) se resume en el

establecimiento de criterios a ponderar (reducir, reutilizar, reciclar y eliminar). Por otro lado, autores como Paniagua (2011) y Edwards (2005) tratan de analizar los impactos que el fin del ciclo de vida del material trae al medio ambiente y cómo es posible minimizar este impacto. Los principales criterios extraídos para minimizar los impactos que es el fin del ciclo de vida traen al medio ambiente son:

- Reducir y cuestionarse si los materiales especificados son efectivamente necesarios para la optimización del desempeño energético-ambiental del medio edificado durante toda su vida
- Reutilizar y cuestionarse si los materiales especificados son provenientes de demoliciones o de desmontajes y si son instalados de forma que puedan ser reutilizados cuando finalice la vida del edificio
- Reciclar y cuestionarse si antes de sustituir los materiales se puede considerar su recuperación
- Minimizar la producción de residuos
- Eliminar los residuos ya en la fase de proyecto, por ejemplo, utilizando materiales que no necesitan ser procesados en el local de la obra y cuestionarse si su eliminación no está causando problemas ambientales
- Especificar materiales, reutilizados, reciclados o recuperados. Es necesario buscar el desempeño y la garantía de los productos constructivos reciclados
- Proyectar edificaciones que sean fáciles de desmontar al final de su vida útil
- Proyectar edificaciones altamente flexibles y aptas a ser reutilizadas al final de su vida útil
- Planear la conservación y la rehabilitación

4.2.4 Indicador cuatro: Economía energética

El tema de la Economía Energética ha sido abordado por numerosos autores, entre ellos: González Díaz (2004), Edwards (2005), Tirone (2009), Roaf (2007), Randall (1999). Autores como González Díaz (2004) hacen un abordaje exhaustivo de la economía energética, tocando en el todos sus puntos (energías renovables, células combustibles, biocombustibles, energía en la construcción, diseño pasivo, electrodomésticos e iluminación eficiente y sistemas de motorización continua). El abordaje de Edwards (2005) es más general y se centra más en aspectos como la utilización de nuevas fuentes de energía (energías renovables, células combustibles, biocombustibles). El tratamiento del tema por Tirone (2009) también podrá considerarse general, pero al contrario que Edwards (2005), este se centra en aspectos como la mejora de aplicación de las tecnologías existentes (diseño pasivo, electrodomésticos e iluminación eficiente y sistemas de motorización continua). En último lugar Randall (1999) y Roaf (2007) focalizarán su estudio en la economía energética y en la energía de la construcción.

Energías renovables

El tema de las energías renovables será un tema que tratan autores como González Díaz (2004) o Edwards (2005). La contribución del tema de energías renovables de Edwards (2005) es mucho mayor de la que se describe pero ante un problema lógico de escala, extraeremos los principales conceptos expuestos por Edwards (2005). González Díaz (2004) se adentra en el tema de una forma descriptiva, considerando las opciones de combinación y mixta de uso de energías renovables para los problemas energéticos y

considerando el bajo impacto que estas traen al medio ambiente. Edwards (2005), que podría considerarse más analítico, trata sobre la exploración del uso de las energías renovables en las edificaciones. Los principales criterios extraídos de las lecturas son:

- Fomentar y maximizar el uso de energías renovables.
- Explorar el uso de las energías renovables en las edificaciones.

a) Energía solar

- Fomentar el uso de energía solar si el local está orientado a sur (hemisferio norte)

b) Energía eólica

- Fomentar el uso de energía eólica si el local tiene gran incidencia de vientos

c) Energía geotérmica

- La bomba geotérmica debe ser dimensionada para producir entre el 60% y 70% de la energía necesaria
- Es necesario un sistema secundario de calefacción y refrigeración para funcionar en casos de condiciones extremas
- Es necesario que el sistema de conductos esté completamente vedado, para evitar pérdidas de líquido anticongelante
- En los circuitos cerrados, el líquido anticongelante no puede ser tóxico

Células combustibles

El tema sobre el uso de células combustibles será un tema abordado por autores como González Díaz (2004) o Edwards (2005); ambos autores realizan una labor descriptiva sobre la extracción y el uso de las células combustibles, sin embargo, ninguno de los dos autores ofrece ningún criterio sobre el uso de las células combustibles.

Biocombustibles

El tema sobre el uso de biocombustibles es abordado por autores como González Díaz (2004) o Edwards (2005). Como en casos anteriores, ambos autores realizan una labor descriptiva sobre el uso de biocombustibles, pero tampoco se observa en la revisión de la literatura realizada.

Energía en la construcción

La energía en la construcción será un tema abordado por autores como González Díaz (2004), Roaf (2007) o Randall (1999). González Díaz (2004) centra su preocupación en cómo se construyen las edificaciones y en el gasto de energía que estos suponen. Al mismo tiempo plantea la energía que se destina al fin del ciclo de vida. Autores como Roaf (2007) o Randall (1999) centran su principal preocupación en el concepto de energía incorporada, sin embargo, ambos son conscientes de la ineficacia del concepto de energía incorporada por no considerar mantenimiento, reutilización o disposición final mientras Randall (1999) es consciente de que es un término que evoluciona a través del proceso de fabricación. Roaf (2007) muestra su preocupación sobre las emisiones de

CO2 a la atmósfera, causantes del efecto invernadero. Los principales criterios extraídos de los autores abordados son:

- Utilizar sistemas constructivos recuperables desmontables, de montaje seco, o al menos reciclables
- Reducir, Reciclar y Recuperar para disminuir los gastos energéticos ambientales
- Es importante reducir las pérdidas de infiltración rellenando las grietas en paredes y techos, sellando los huecos alrededor de las tuberías, los desagües y cables y sellar alrededor de los marcos de ventanas con masilla
- En el lugar, la inspección es necesaria para asegurar que los detalles de aislamiento y de sellado que se han dibujado se consiguen
- Ofrecer un potencial secuestro de carbono en las construcciones

Diseño pasivo

El diseño pasivo es un tema abordado por autores como Tirone (2009) o González Díaz (2004). El análisis sobre el tema realizado por González Díaz (2004) se limita a ser descriptivo y analiza las ventajas energéticas de tener un buen diseño. El abordaje de Tirone (2009) es mucho más profundo y nos ofrece multitud de soluciones y criterios que se han de tener en cuenta, si nos referimos al diseño pasivo. Estos son los principales criterios extraídos de los diferentes autores abordados:

- Disminuir las habitaciones con orientación únicamente norte
- Cuando la habitación dispone de dos fachadas con orientaciones solares opuestas o diferentes, es muy importante dotar a las ventanas, en cada una de las orientaciones solares, con un sistema de apertura que permita ventilar con seguridad
- Lo ideal es que exista en cada espacio de casa, por lo menos, una ventana oscilobatiente para ventilar de una forma más eficaz
- Las manillas de las ventanas deben estar equipadas con una cerradura
- En cada espacio de casa debe existir una malla de ventilación integrada en las áreas envidriadas, para garantizar las renovaciones de aire necesarias
- Áreas envidriadas a sur deben siempre tener sistema de sombreado exterior que permita controlar el grado de luminosidad
- Presencia de árboles, arbustos, trepaderas de hoja caduca para crear una reducción de la incidencia solar en verano
- Orientación de los espacios de permanencia a Sur, Este y Oeste
- Sistemas de protección exterior para controlar o eliminar la penetración de los rayos solares en verano en edificios de orientación Este-Oeste
- Eliminar las sombras proyectadas sobre la fachada sur
- Priorizar la iluminación y ventilación naturales
- Reducir los gastos climatización a través del diseño y sistemas energéticos del edificio
- Mejorar los aislamientos
- Eliminar los puentes térmicos
- Utilizar dobles acristalamientos
- Utilizar doble carpintería
- Aislamiento térmico aplicado de forma continua y por el exterior del edificio

Iluminación eficiente

El tema de la iluminación, será un tema analizado por autores como Tirone (2009) o González Díaz (2004). El abordaje de González Díaz (2004) se centra más en las cifras de ahorro energético que las nuevas tecnologías de iluminación conllevan; mientras que Tirone (2009) analiza los beneficios que las nuevas tecnologías de ahorro traen al medio ambiente. El principal criterio extraído de ambos autores es:

- Utilizar lámparas de última tecnología LED o incandescentes.

Electrodomésticos

El tema de los electrodomésticos eficientes será un tema analizado por autores como Tirone (2009) o González Díaz (2004). Ambos autores abordarán el tema desde un punto de vista similar, centrándose en aspectos de gasto, consumo y eficiencia. El principal indicadores extraído de ambos autores es:

- Comprar frigoríficos de clase energética A pretendiendo siempre asegurar la eficiencia energética.

Sistemas de Gestión de Energía y Monitorización continua

El tema de los sistemas de gestión de energía y monitorización continua será un tema analizado por autores como Tirone (2009) o González Díaz (2004). La preocupación de ambos autores por este concepto es debido al alto consumo de las construcciones durante la vida útil de la construcción. El objetivo de ambos es que el usuario del edificio tenga conciencia y conocimiento sobre los datos de consumo, al mismo tiempo que sea más fácil esta gestión de recursos. Ambos concuerdan que la domótica sería una herramienta perfecta para economizar todos los recursos del edificio. Los principales criterios extraído por los diversos autores abordados son:

- Contadores de electricidad y de entalpía, para las energías renovables instaladas en el edificio
- Contadores de consumo de agua para el agua potable fría
- Contadores de consumo de agua caliente doméstica
- Contadores de consumo de agua reciclada
- Sistema de medición de condiciones climáticas exteriores (Temperatura, humedad, radiación solar)
- Sistema de medición de condiciones interiores (Temperatura, humedad, niveles iluminación natural).

PARTE III: ANÁLISIS DE DATOS



- 5. ANÁLISIS DE ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS
 - 5.1 Respuesta al Objetivo 1 en las entrevistas y cuestionarios
 - 5.2 Respuesta al Objetivo 2 en las entrevistas y cuestionarios
 - 5.3 Selección Casos de Estudio
- 6. ANÁLISIS DE DATOS DE LOS CASOS DE ESTUDIO
 - 6.1 Análisis interpretativo de los Casos de Estudio
 - 6.2 Análisis comparativo de datos de los Casos de Estudio

5. ANÁLISIS DE DATOS DE ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS

El análisis fue realizado de una forma individualizada las diferentes respuestas obtenidas de los cuestionarios, con el fin de obtener una respuesta global sobre el tema. El análisis de las entrevistas y cuestionarios responde a los objetivos marcados al inicio de la investigación, se utiliza esta técnica de recogida de información para seleccionar los casos de estudio. Durante el proceso de análisis el nombre de los entrevistados y encuestados aparecen codificados para poder trabajar con ellos de una forma sistemática y anónima. La relación código-entrevistado/ encuestado aparecerá en la ficha de los anexos III.

Cabe destacar que la participación del encuestado C6 y del entrevistado E5 ha sido incompleta, y se han limitado a expresar que ellos se dedican a hacer "Arquitectura". Según los entrevistados, la buena Arquitectura es sostenible por naturaleza y ambos apuntan que no deberían existir etiquetas. Entendemos que ambos participantes no han querido responder para que su obra no haya sido puesta en entredicho o para evitar "etiquetas" como ellos han apuntado. El entrevistado E5, añade varios criterios que aplica a su "Arquitectura" como materiales de construcción de coste reducido aplicados de forma extensiva y elementos vegetales asociados a lo construido, siempre bajo el objetivo de explorar formas de expresión e intentar que su coste sea razonable. Cabe destacar que ambos participantes son bien considerados dentro del ámbito de la arquitectura sostenible gallega, el entrevistado E5 ha sido recientemente galardonado con el premio de diseño de espacios sostenibles en los "I Premios Gallegos de Arquitectura Sostenible"; y el encuestado C6, ha sido mencionado como una buena referencia por el entrevistado E2.

5.1 Respuesta al Objetivo 1 en las entrevistas y cuestionarios

El primer objetivo de esta disertación es identificar indicadores que definan sostenibilidad en la arquitectura; por lo tanto en los cuestionarios y entrevistas (pregunta 2), se invitará a los participantes a que definan arquitectura sostenible. De la definición de estos, se establecerán los principales indicadores que definan arquitectura sostenible. Estos son los resultados obtenidos de la pregunta 2:

Tabla 3: Respuesta al Obj.1 de las entrevistas y encuestas

Obj 1- Pregunta 2	¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5
Materiales											
Energía											
Confort											
Impacto Ambiental											
Salud											
Aprovechamiento Recu.											
Bioclimatismo											
Respeto a la persona											
Inercia											
Orientación											
Construcción Primitiva											
Criterios Intervención											
Adecuación entorno											
Arquitectura tradicional											
Min.Cont											
Min.Residuos											
Bioconstrucción											
Nuevos procesos											
Nuevas herramientas											
Costes reducidos											
Recuperar o rehabilitar											
Permacultura											
Respeto al medio ambiente											

Como se puede observar, no existe una definición clara de lo que es la arquitectura sostenible, pero se observa que ciertos términos utilizados se repiten con mayor frecuencia, y por lo tanto, ayudarán a crear una definición de arquitectura sostenible. Con un 45,5% los diversos encuestados y entrevistados coinciden que los materiales son un indicador que define a la arquitectura sostenible. Con un 36,4% de los participantes coinciden en que energía es otro de los principales indicadores que define a la arquitectura sostenible. Por otro lado, impacto ambiental, aprovechamiento del material, aprovechamiento de recursos, salud, bioclimatismo y confort son otros de los indicadores en cuales los entrevistados y encuestados coinciden apuntándolos como los principales indicadores de sostenibilidad con un 18,2%.

Los materiales son el principal indicador que extraemos de los resultados de las entrevistas y los cuestionarios. Es un tema mencionado por múltiples participantes. El participante C3 afirma que la arquitectura tradicional es un buen ejemplo, donde debería mirarse la arquitectura sostenible, ya que esta aprovechaba al máximo los materiales existentes en el entorno. Respecto del aprovechamiento del material también hace mención el entrevistado E3, confirma que se debería trabajar con materiales locales. Por otro lado, el participante C4 apunta que la arquitectura sostenible debería utilizar materiales ecológicos, sostenibles y que no afecten a la salud de los ocupantes. Los materiales utilizados en la construcción deberían ser los adecuados al clima y el lugar, asevera el entrevistado E1. El participante E5 sostiene que lleva tiempo experimentando con materiales de construcción de bajo coste.

El tema de la energía es mencionado por diversos participantes. El encuestado C5 confirma que una construcción debe ser energéticamente eficiente, mientras que, el entrevistado E3 sostiene que una construcción sostenible debería centrarse en la obtención de energías (sol, agua, viento, entre otras). Mientras que el entrevistado E1 afirma que las condiciones de confort, deberían ser conseguidas con la menor cantidad de energía posible.

El impacto ambiental es mencionado por los participantes C1 y el E2, como uno de los principales temas de la arquitectura sostenible. El encuestado C1 indica que una construcción sostenible es aquella que minimiza el impacto al medio ambiente, teniendo en cuenta los frentes posibles en los que somos capaces de intervenir. El entrevistado E2 afirma que una construcción sostenible es aquella que puede "estar" y "desaparecer" sin dejar huella, por lo tanto entendemos que hace mención al impacto ambiental que producen las construcciones.

Los participantes C3 y E3, han señalado que el aprovechamiento de recursos es uno de los temas que definen a la arquitectura sostenible. La E3 sostiene que la arquitectura sostenible permite recuperar o rehabilitar, además de trabajar con lo local (materiales y personas, entre otros). Por otro lado, la encuestada C3 señala a la arquitectura tradicional como un buen ejemplo, ya que estas aprovechaban al máximo los materiales y recursos existente en el entorno.

La salud, mencionada por los encuestados C4 y C5, es otro de los principales temas de la arquitectura sostenible. El encuestado C4 indica que las energías tienen una influencia en la salud, y estas se deberían analizar. El encuestado C5 señala que los espacios creados por la arquitectura sostenible deberían ser saludables físicamente y psicológicamente.

Respecto al bioclimatismo, son los encuestados C4 y C5, los que mencionan a este como un tema central de la arquitectura sostenible. El encuestado C4 sostiene que la creación de espacios saludables físicamente y psicológicamente para los usuarios se consigue mediante el bioclimatismo y la bioconstrucción. Por otro lado, el encuestado C4 indica que una construcción sostenible, debería crear condiciones bioclimáticas (humedad, temperatura, orientación, energías alternativas, entre otros).

El confort es otro de los principales temas de la arquitectura sostenible. El encuestado C4 señala que: *"los edificios tienen que respirar, sin que ello afecte a la temperatura de confort del edificio"*. Por otro lado, el entrevistado E1 sostiene que el mantenimiento del confort de los usuarios debería ser conseguido con la menor cantidad de energía posible.

5.2 Respuesta al Objetivo 2, en las entrevistas y cuestionarios

El objetivo 2 consiste en definir criterios de construcción y proyecto de arquitectura sostenible en Galicia. La respuesta a este objetivo se obtiene a partir del análisis de la pregunta 3 que invita a los entrevistados y encuestados a definir criterios de construcción y proyecto de arquitectura sostenible de la pregunta 4, que trata del tema de los mayores problemas de la construcción y proyecto de arquitectura sostenible, y de la pregunta 5, que invita a analizar la situación de Galicia referentemente al área de la arquitectura sostenible. Por lo tanto, ambas preguntas serán analizadas de una forma individual.

Análisis a la pregunta 3

En este apartado serán analizados los resultados obtenidos en la pregunta 3, donde eran pedidos a los diferentes entrevistados y encuestados los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible. Este apartado será la primera parte de la respuesta al objetivo 2. Estos son los resultados obtenidos:

Tabla 4: Respuesta al Obj.2 en las entrevistas y encuestas

Obj 2a-Pregunta3	¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5
Materiales											
Orientación											
Salud											
Energía											
Aprov. Recur.											
Bioclimatism											
Sist. constr.											
Diseño											
Sentido Com.											
Inercia											
Ímp. ambient.											
Aislamiento											
Ventilación											
Min. Residuos											
Min. Contami.											
Adec. entorno											
Cost. manten.											
Conoc. local											
Interp. local											
Valor. riguros.											
An. Ciclo vida											

Del análisis de la respuesta a la pregunta 3 se obtiene que los materiales son el principal criterio escogido por los participantes con un 36,4%. Otros de los principales criterios mencionados por los entrevistados y encuestados son orientación, salud y energía, con un 27,3% si hablamos de arquitectura sostenible. Otros criterios en los que los participantes coinciden en señalar que son importantes para la arquitectura sostenible son: aprovechamiento de recursos, bioclimatismo y sistemas constructivos con un 18,2%.

Los materiales son el principal criterio señalado por los profesionales consultados. Los encuestados C2 y C4 señalan que el proyecto sostenible debería utilizar materiales ecológicos, naturales o sostenibles. El participante C3 sostiene que se debería aprovechar los materiales y recursos del entorno, reduciendo el impacto ambiental, minimizando la huella de carbono en los sistemas

constructivos y materiales empleados. Por otro lado, el entrevistado E1 indica que los materiales y técnicas constructivas deberían ser adecuadas al lugar.

Los encuestados C1, C2 y C3 señalan que la orientación es esencial en el proyecto sostenible.

La salud es señalada como uno de los principales criterios de la arquitectura por los participantes C4, C5 y E4. El encuestado C4 afirma que los materiales y la energía no deberían afectar a la salud de los ocupantes, mientras que el encuestado C5 indica que los espacios deberían de ser saludables física y psicológicamente saludables.

Los participantes C1, C4 y C5 señalan a la energía como uno de los principales criterios que se deberían seguir en todo proyecto sostenible. El encuestado C1 sostiene que deberían tenerse en cuenta todas las medidas de producción energética. El encuestado C4 indica que las energías deberían de ser saludables, teniendo especial atención a las energías telúricas, y cómo afectan estas a los animales y a las plantas. Por otro lado, el encuestado C5 puntualiza que todas las edificaciones deberían ser eficientes energéticamente.

En lo referente al aprovechamiento de recursos, el entrevistado E3 afirma que el único y principal criterio que debe seguir el proyecto sostenible debería ser el aprovechamiento de los recursos del lugar (energéticos, humanos o materiales). El encuestado C3 señala que, con un buen aprovechamiento de recursos del entorno, se lograría reducir el impacto ambiental, al mismo tiempo minimizando la huella de carbono en los sistemas constructivos y materiales empleados.

El bioclimatismo es señalado por los participantes E4 y C5 como uno de los principales criterios del proyecto sostenible.

Por último, los sistemas constructivos son señalados por los participantes C2 y E1 como esenciales en todo proyecto sostenible. El entrevistado E1 afirma que las técnicas constructivas deberían ser adecuadas al lugar.

Análisis a la pregunta 4

En este apartado se analizará el tema de los mayores problemas de la construcción y proyecto de arquitectura sostenible, serán analizadas las respuestas a la pregunta 4. Responderá a la segunda parte del objetivo 2.

Tabla 5: Respuesta a la pregunta 4 en las entrevistas y encuestas

O2b-Pregunta 4	¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5
Economicos.											
Desconocimiento											
Usuario											
Falta formación											
Demanda											
Carencia Diseño											
Detalles construct.											
Ignorancia materia											
Domótica											
Iluminación											
Mala prensa											
Intereses creados											
Mater.proveedores											
Falta experiencia											
Referencia											
Enfrent. Novedad											
Empresas especial.											
Sensibilización											
Criterios											

Como se observa, del análisis de la pregunta 4: Los motivos económicos, el desconocimiento, los usuarios y la falta de formación, son los principales problemas que los entrevistados se han encontrado a la hora de ejecutar proyectos de arquitectura sostenible con un 27,3%. Otro de los principales problemas señalados es la falta de demanda con un 18,2%.

En lo referente a motivos económicos, el participante E2 sostiene que el presupuesto es uno de los principales problemas que nos encontramos en la práctica del proyecto sostenible, ya que la propiedad tiende a mostrar su interés. El encuestado C1 indica que siempre son criterios económicos los que suponen un problema a la hora de ejecutar los proyectos sostenibles, mientras que el encuestado C3 señala que existen limitantes económicos como la iluminación y la domótica para realizar el proyecto sostenible.

El desconocimiento es señalado como otro de los principales problemas para la arquitectura sostenible en Galicia. El entrevistado E3 sostiene que existe un gran desconocimiento de la gente, las empresas y especialistas de estas formas de construir. El encuestado C1 afirma que existe un ligero desconocimiento de los sistemas a utilizar por parte de agentes de la construcción (promotores y constructores en mayor medida). Por otro lado, el encuestado C4 indica que el no entendimiento por parte del usuario del tema, con una mala prensa tendenciosa añadida por parte de intereses creados, es el principal problema de la ejecución del proyecto sostenible.

Los participantes C1, C5 y E4 afirman que el usuario es otro de los principales problemas que nos. El encuestado C5 sostiene que existe una escasa concienciación por parte del usuario; al igual que el encuestado C5, E4 señala que existe mucha falta de sensibilización y formación respecto del usuario.

La falta de formación es referenciada por los participantes C5, E2 y E4. El encuestado C5 indica que son necesarios técnicos, oficios y proveedores con suficiente formación.

Para profesionales como E3 y E4, la falta de demanda es uno de los principales problemas de ejecución del proyecto sostenible. Según el encuestado E3, poco a poco comienza a mostrarse un mayor interés en el proyecto sostenible. El participante E4 sostiene que es necesario encontrarse con un cliente que sepa lo que demanda, para poder realizar el proyecto sostenible.

Análisis a la pregunta 5

En este apartado se analizará la situación de Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible mediante los datos obtenidos en la pregunta 5, este apartado será la tercera y última parte a la respuesta del objetivo 2. Estos son los resultados obtenidos.

Tabla 6: Respuesta a la pregunta 5 en las entrevistas y encuestas

O2c-Pregunta 5	¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5
Blogs											
Const.trad.gallega											
Situación precaria											
Rehabilitación											
Iniciando											
Puesto destacado											
Trabajo en red											
Cooperativismo											
Recuper. Rural											
Calidad Vida											
Atrasados con Esp											
Muy atras.con EU											
Falta técnicos											
Falta oficios											
Falta proveedores											
Preo.reduc.costes											
Preoc.ahorra + ecol											
Preoc. Generalizada											
Galicia sostenible											
Gran Riqueza natur											
Proyect.ecológico											
Mejor SXX- SXXI											
Aplic.conoc.bioconst											
Mal conocimiento											
Gente											

Del análisis de la respuesta a la pregunta 5, se obtiene que los blogs son la principal herramienta de difusión de la arquitectura sostenible en Galicia con un 27,3% de los profesionales consultados. Otra situación de gran importancia es que la construcción tradicional gallega es un gran referente para la arquitectura sostenible en Galicia con un 18,2%, al igual que la rehabilitación con un 18,2%. Otros entrevistados y encuestados (18,2%) sostienen que a pesar de todo, la arquitectura sostenible en Galicia está comenzando a dar sus primeros pasos.

La principal respuesta obtenida preguntando a los profesionales referente a la situación actual que vive Galicia en cuanto a la arquitectura sostenible fue "Blogs". El encuestado C4 afirma que en Galicia se lleva trabajando en red desde el año 1995 (*economíasolidaria.org*). El entrevistado E4 es el creador del blog de difusión *Bioconstruirme.com* y señala que es la mejor forma de transmitir y difundir experiencias realizadas por los distintos especialistas del área de la arquitectura sostenible. El entrevistado E3 afirma que existen diversos blogs de difusión: *Autoconstructores* y *Bioconstruirme*.

Otra de las respuestas más recurrentes ha sido la construcción tradicional gallega. El encuestado C5 apunta que la arquitectura tradicional gallega es la base de la arquitectura sostenible. El entrevistado E4 sostiene que la construcción tradicional gallega es muy sabia, y por lo tanto debemos aprender mucho para el futuro, aplicando lo nuevo que sabemos sobre bioconstrucción.

La rehabilitación es referenciada por los encuestados C3 y C4 como uno de los elementos más importantes en la situación actual de la arquitectura sostenible en Galicia. El encuestado C3 afirma que actualmente existe un repunte en la rehabilitación, por tanto, estamos aprovechando gran parte de los recursos originales de esa arquitectura, como es la orientación y parte de los materiales primigenios. Esto implica entonces, que nuestra comunidad está en un puesto importante en este campo. El encuestado C4 señala que se está trabajando sobre proyectos globales de desarrollo sostenible como recuperación del rural, de la calidad de vida y de la rehabilitación.

Los participantes C2 y E2 afirman que actualmente se están dando los primeros pasos hacia el proyecto sostenible.

5.3 Selección Casos de Estudio

A través de la técnica entrevista y cuestionario se seleccionarán los diferentes Casos de Estudio. Estas obras son escogidas mediante la respuesta del entrevistado y encuestado, tras responder con mayor exactitud a un conjunto de criterios que les definen como arquitectura sostenible (pregunta 3). Para ello se puntuaran las respuestas de los participantes numéricamente según el número de participantes que señalen al mismo criterio, es decir, si un criterio se repite 4 veces, obtendrá una puntuación de 4 valores, para 3 – 3, y así sucesivamente. Como en la pregunta se han pedido 3 criterios, y muchos participantes han señalado más, se ha seleccionado por participante sus 3 criterios mejor valorados. Se escogerán aquellos participantes que obtengan 6 o más valores.

De los participantes escogidos se seleccionará la obra; esta será obtenida a través de la respuesta a la pregunta 1 (en el caso de contestar afirmativamente) o de la respuesta a la pregunta 6 (en el caso de contestar negativamente a la pregunta 1).

Tabla 7: Selección de Casos de Estudio

PREGUNTA 3 ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?												
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5	Valores
Materiales												4
Orientación												3
Salud												3
Energía												3
Aprov Recur												2
Bioclimatism												2
Sst.constr												2
Diseño												1
Sentido Com												1
Inercia												1
Imp.ambient												1
Asiamento												1
Ventilación												1
Min.Residuos												1
Min.Contami												1
Adec.entorno												1
Cost.manten.												1
Conoc.local												1
Interp.local												1
Valbr.riguros.												1
An.Ciclo vida												1
Valores	7 Valores	9 Valores	9 Valores	10 Valores	8 Valores	0 Valores	6 Valores	3 Valores	2 Valores	6 Valores	0 Valores	
PREGUNTA 1 ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?												
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5	
	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	"No"	"No"	
	Lombao	n/D	Rio Avia	San Martiño	n/D			Tomño	Ferreira Pantón		C.S.Toén	
PREGUNTA 6 ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?												
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	E1	E2	E3	E4	E5	
	Si	Si		No	Si		No	Si	Si	Si		
	n/D	n/D			n/D			n/D	Esc. Baidor	As Corceirzas		
	Si		Si	Si						Si		

Por lo tanto, tras el proceso de selección de caso de estudio, observamos que los encuestados C1 (7 valores), C2 y C3 (9 valores), C4 (10 valores) y C5 (8 Valores) y los entrevistados E1 y E4 (6 Valores), son los que han pasado el corte de 6 valores establecido previamente. Una vez escogidos estos participantes, procedemos a la selección de los casos de estudio. En la pregunta 1, los participantes C1, C3 y C4 señalan que han realizado proyectos de arquitectura sostenible y citan a una obra propia como un ejemplo donde han conseguido buenos resultados. Los participantes C2 y C5 afirman que han realizado proyectos de arquitectura sostenible pero no señalan a una obra propia, mientras que los participantes E1 y E4, sostienen que no han realizado ninguna obra sostenible. En la pregunta 6, los participantes seleccionados que no han señalado ninguna obra propia, se les pregunta si conocen algún buen ejemplo de arquitectura sostenible en Galicia. Los

participantes C2, C5 y E4 afirman que conocen buenos ejemplos de arquitectura sostenible en Galicia; pero únicamente E4 señala un ejemplo como destacado. Por lo tanto, tras este proceso de selección, los Casos de Estudio seleccionados son:

- Vivienda "Lombao", en Ames, del participante C1.
- Instalaciones Sanitarias "Armadillo", en el entorno natural del río Avia (Leiro), del participante C3.
- Cooperativa de Viviendas "San Martiño", en Pontevedra, del participante C5.
- Centro de Educación Ambiental "As Corcerizas", en San Mamede, del participante E4.

6. ANÁLISIS DE DATOS DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Ludke e André (1986) citados por Benavente (1993) afirman que los casos de estudio pretenden retratar la realidad de forma completa y profunda. En la presentación de los resultados el investigador busca revelar la multiplicidad de dimensiones que existen en un determinado problema o situación. Al mismo tiempo los casos de estudio usan variedad de fuentes de información; el investigador utiliza una variedad de datos recogidos de diversas maneras, para poder cruzar información, confirmar o rechazar hipótesis, descubrir nuevos datos y formular hipótesis alternativas.

Un caso de estudio no constituye una muestra representativa de algo. Pero los procesos analizados pueden ser transpuestos para otras situaciones, como las necesarias reestructuraciones de adaptación al contexto. La generalización naturalista consiste en la integración, en el caso de estudio, del conocimiento experiencial del sujeto, esto es, el sujeto intenta asociar datos encontrados en el estudio con datos que son frutos de sus experiencias personales (Ludke & André, 1986 citado por Benavente, 1993). Por lo tanto, el tipo de investigación escogida será el multicaso de estudio, en el que los investigadores estudian varias situaciones semejantes, pero en diferentes contextos. El objetivo puede ser el intento de generalización de determinados aspectos o puede ser la comparación de situaciones para evidenciar la diversidad y los contrastes a partir de un estudio original (Bogdane & Biklen, 1982 citado por Benavente, 1993).

Se realizarán fichas donde se adensarán los datos obtenidos de las fuentes consultadas. El objetivo es recoger en un documento único las diferentes informaciones que se encuentran sobre los distintos casos de estudio, con el fin de facilitar el análisis de éstos. Las fichas y formularios que serán elaborados son:

Ficha identificativa: Se recogen informaciones necesarias para que el caso de estudio sea reconocido. En estas fichas se adensarán diversas informaciones como localización, colaboradores, fecha del proyecto, entre otras. También se recogerán diferentes diseños e imágenes de la vivienda para dar a conocer nuestro caso de estudio (ver Anexo IV).

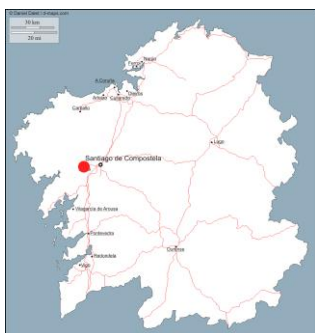
Formulario de datos obtenidos: Recogerá los temas e informaciones de las diferentes fuentes consultadas para el análisis documental de cada caso de estudio. Con este formulario se pretende definir la obra y, al mismo tiempo, analizar de un modo individualizado los diferentes indicadores y criterios que definen la sostenibilidad del caso de estudio (ver Anexo V).

Formularios de Observación directa: Comparan las diferentes informaciones obtenidas a través de las notas de campo, la observación directa y las fichas de inquérito con los datos obtenidos a través de la colección de datos. La observación directa es sistemática, es decir, el observador sabe lo que busca y debe ser objetivo y reconocer posibles errores y eliminar su influencia sobre lo que ve o recoge (ver Anexo VI). A través de la observación directa, se realizarán fichas de inquérito, un documento donde se tratará la información de carácter individual y objetivo que trata aspectos característicos de cada uno de los objetos para el análisis. Las fichas actúan como documentos donde son anotados los datos recogidos, específicos para cada situación (ver Anexo VII).

Análisis interpretativa de los casos de estudio: En este apartado se pretende interpretar los datos obtenidos de las diferentes fuentes de información, que se adensan en el formulario de datos obtenidos de la colección de datos, de la observación directa y de las fichas de inquérito. Una vez realizado el análisis interpretativo, se realizará un análisis comparativo de los casos de estudio, respondiendo siempre a los objetivos marcados al inicio de la investigación.

6.1 Análisis interpretativo de los Casos de Estudio

6.1.1 Caso de Estudio I: Vivienda "Lombao" en Ames. Santiago (A Coruña)



Datos de la obra

Nombre de la obra: Vivienda Lombao	Localización: Lugar Souteán. Ames	Arquitecto: Carlos Bóveda Casado
Arquitecto técnico: María Fernández Blancafort	Colaborador: Domingo Alberto Mirando Prol	Clientes: Alonso Barreiro Caxade
Fecha Fin Obra: Junio 2010	Superficie Construída: 315,91m ²	Principales materiales: Pizarra, Termoarcilla

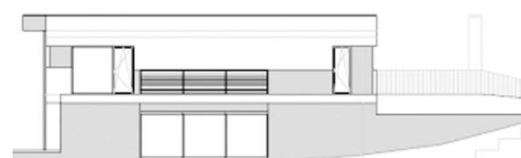


Sección longitudinal



Alzado Frontal

0 2



Alzado Este de la vivienda

Descripción de la obra

La vivienda diseñada por el Arquitecto Carlos Bóveda Casado se ubica en el extrarradio de Santiago de Compostela, en el ayuntamiento de Ames, rodeado de viviendas de nueva creación. El proyecto data del año 2010 y cuenta con una superficie construida de 315,91 m².

Con una notable pendiente en su eje longitudinal, coincidente con el eje Este-Oeste, bien comunicada y perfectamente soleada. Se encuentra rodeada de viviendas unifamiliares de reciente construcción. Con respecto al programa, se decide articular la vivienda alrededor de un gran salón comedor desarrollado en altura, procurando el contacto visual entre todos los espacios. La planta superior se vuelca a esta doble altura, mientras que la planta baja pivota alrededor de este espacio. La vivienda se adapta a la topografía de la parcela, disponiendo la sucesión de espacios desarrollados en el programa. Se da importancia a la adaptación e integración en la parcela, a través de vincular los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante su uso.

El proyecto incorpora medidas pasivas de ahorro energético, como el correcto diseño de la envolvente térmica del edificio. La orientación al sur de los huecos para la mayor captación posible de radiación solar. Se considera indispensable, en este lugar y para el uso de esta vivienda, la búsqueda de la mayor inercia térmica posible. Esto supone que necesitamos gran masa en el cerramiento de una sola hoja de termoarcilla de 19 cm de espesor con 6 cm de poliestireno por el exterior. Se eliminan puentes térmicos y se fomenta el ahorro energético pasivo, ya que la calefacción calentará los muros de la vivienda, y serán estos los que disipen este calor solo hacia el interior de la vivienda. En la situación de verano, la vivienda ésta pensada para la refrigeración natural mediante la ventilación cruzada de sus espacios.

Las medidas activas de ahorro energético también son consideradas en el proyecto, ya que el 100% de A.C.S. (agua caliente sanitaria) y calefacción se obtiene por fuentes renovables mediante una caldera de biomasa forestal la que alimenta el sistema. Sus emisiones de CO₂ están consideradas como 0, ya que es el ciclo de la madera el que limpia la atmósfera.

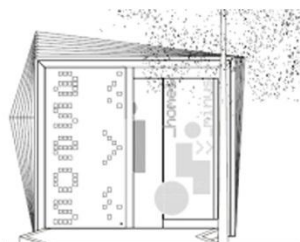
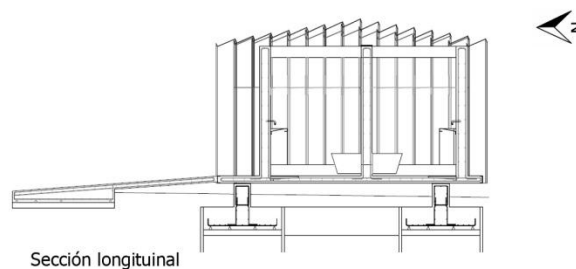
Otra de las grandes medidas que marca el proyecto es la importancia del uso de materiales reciclables o reciclaje de los desechos de otras actividades industriales. En este caso se decide proteger nuestro sistema de aislamiento térmico (débil al impacto) con unos gabiones rellenos de escombros de cantera. Estos escombros acabarían en vertederos descontrolados. En este proyecto se utilizan 148 toneladas para proteger la "piel", contener el terreno y dar un interesante acabado estético. Se usan también materiales reciclados como el polipropileno del forjado sanitario y canalizaciones; y otros reciclables como el acero.

6.1.2 Caso de Estudio II: Instalaciones Sanitarias "Armadillo", en el entorno natural del río Avia. Leiro (Ourense)

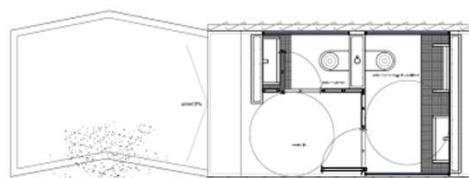


Datos de la obra

Nombre de la obra: Armadillo	Localización: O Salgueiral. Leiro (Ourense)	Arquitectos: Otero Vázquez / López Muíños
Arquitecto técnico: Luis Ángel López Gómez	Colaborador: Construcciones Metálicas Talleres La Florida	Cliente: Concello de Leiro (Ourense)
Fecha Fin Obra: Diciembre 2010	Superficie Construída: 10,7 m ²	Materiales principales: Hormigón, Acero cortén



Alzado Frontal



Planta Instalaciones Sanitarias



Descripción de la obra

En el paseo fluvial del Avia, a su paso por Leiro (Ourense), se construyen unos aseos de uso público en el enclave natural del Salgueiral, una zona con gran afluencia turística, así como paso obligado de una ruta de senderismo. La premisa básica de la intervención será la integración con la naturaleza y la relación armónica con cierto contraste entre la pieza a ejecutar y el entorno. Se intenta que esta pequeña edificación actúe como elemento escultórico funcional, a las orillas del río Avia. Este proyecto es planteado por los arquitectos Juan José Otero Vázquez y Cecilia López Muíños en el año 2010. El proyecto cuenta con una superficie construída de 10,7 m².

El reto a la hora de planificar la ejecución fue estandarizar el proceso de construcción debido al reducido plazo de ejecución de dos meses. Se planificó la realización de la carcasa de acero corten en taller simultáneamente a la construcción "in situ" de los testeros y cimentación en hormigón armado.

La estructura funciona como cerramiento, formada por una sucesión de escamas anulares que funcionan como pórticos autosustentables. Los testeros de hormigón armado arriostran la envolvente de acero evitando su deformación. La cimentación está formada por un sistema de pozos de cimentación de hormigón ciclópeo, zapatas aisladas y un anillo de atado, de hormigón armado.

Los factores que han condicionado la ubicación de la construcción, han sido la iluminación natural, soleamiento y la evacuación de las aguas fluviales en caso de crecidas, ya que la edificación se encuentra en área inundable. La piel permeable del módulo de aseos facilita su funcionamiento bioclimático. Se concibe como un elemento prefabricado fácilmente implantable, debido a la existencia de servicios de infraestructuras urbanas.

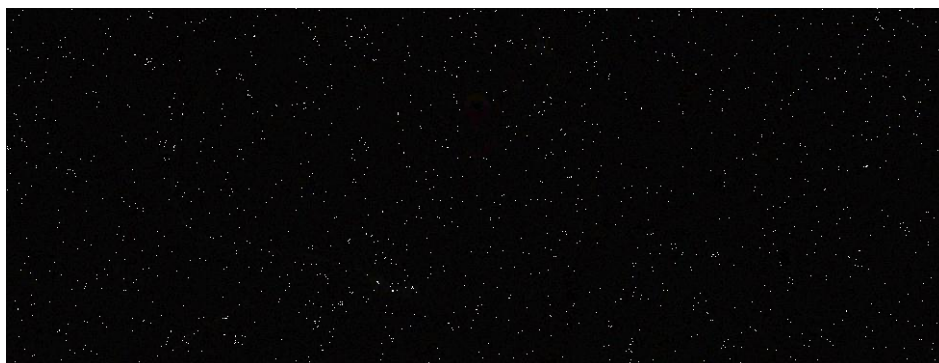
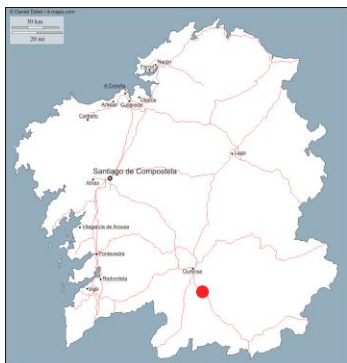
En el proyecto se mantienen los árboles del entorno, conservándose incluso uno situado en la rampa de acceso a los aseos, por lo tanto se quiebra la pieza de acceso. Se consigue que la actuación abrace al árbol, y que éste pase a formar parte del propio edificio.

El edificio se trata de la inserción de un elemento infinitesimal, en relación a un entorno natural exuberante, y con una gran verticalidad. Textura y geometría son aliados para dotar de cierta singularidad a la intervención, en un juego de escalas desigual.

La piel garantiza la seguridad ante actos vandálicos. A modo de armadura, la coraza de elementos anulares compactos separados, conjuga la permeabilidad y la resistencia a través de la geometría variable. Se opta por acabados automantenibles, como el acero corten, y muros de hormigón visto tratados con resinas epoxi transparentes, hidrofugantes y antigraffitis.

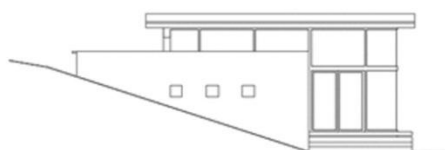
La luz será un material más, estudiándose en un sentido bidireccional, desde el interior al exterior y viceversa. La luz funciona como el follaje de los árboles, que regula su entrada. La iluminación interior se realiza únicamente con luminarias LED de bajo consumo, bañando los paramentos tangencialmente. La lectura nocturna del edificio es la de un elemento linterna que se integra en el paisaje del Salgueiral, con los intersticios entre las branquia a modo de hilos verticales de luz.

6.1.3 Caso de Estudio III: Centro de Educación Ambiental "As Corcerizas", en San Mamede (Ourense).

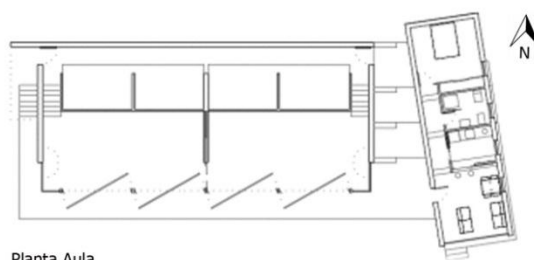


Datos de la obra

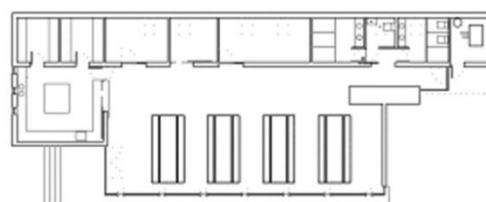
Nombre de la obra: As Corcerizas	Localización: Serra San Mamede (Ourense)	Arquitectos: Recuna y Mendizábal
Arquitecto técnico: Juan Avia	Colaborador: Amigos da Terra	Cliente: Concello de Vilar de Barrio
Fecha Fin Obra: Año 2002	Superficie Construída: 473,80 m ²	Materiales principales: Madera, Pizarra, Termoarcilla,



Sección transversal



Planta Aula



Planta Comedor

0 2

Descripción de la obra

Siguiendo la filosofía de Amigos da Terra, se diseñó un centro con un importante matiz diferencial entre el resto de los equipamientos de educación ambiental gallegos, puesto que se ha apostado a que el propio equipamiento, constituya en si mismo un recurso educativo ejemplar, siendo coherente e incorporando en su construcción aquellos principios que servirán de base al proyecto educativo, y que a su vez sean coherentes con los principios de una asociación ecologista con una profunda componente de compromiso social. El proyecto es diseñado por los arquitectos Ana Recuna Carrasco e Ignacio Mendizábal Herrero.

El proyecto de "As Corcerizas" es un proyecto pionero en Galicia (2002) y por lo tanto el planeamiento arrastró infinidad de dificultades prácticas, puesto que se carecían de ejemplos próximos que pudieran servir como referencia. Optimizar el funcionamiento del centro de educación ambiental hasta llegar a la realidad de hoy, ha supuesto tanto esfuerzo y tiempo como su propia construcción. "As Corcerizas" se presenta como un centro de educación ambiental concebido siguiendo una perspectiva de coherencia y sostenibilidad desde su planificación, construcción, gestión y uso.

El equipamiento consta de: dos edificios de nueva creación, el comedor y el aula, (que serán los estudiados, hecho según modelos de arquitectura bioclimática y bajo criterios y materiales de bioconstrucción); un albergue de 40 plazas rehabilitado también siguiendo la misma perspectiva; y el centro de gestión energética, la "casa das enerxías", donde se controla el almacenamiento mediante baterías estacionarias y la distribución de la energía generada de las distintas fuentes renovables con las que contamos.

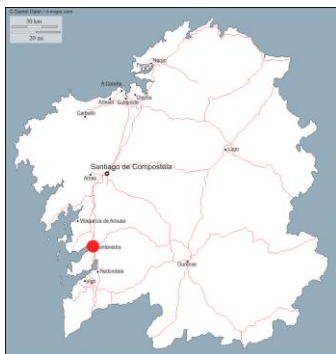
Uno de los criterios utilizados seguidos en el proyecto es la bioconstrucción, es decir, que la forma de construir que incorpora materiales saludables y respetuosos con el medio en todos los momentos de su ciclo de vida (producción, utilización, eliminación), y que incorpora sistemas productivos eficientes y ahorradores de energía.

Al mismo tiempo, "As Corcerizas" es un ejemplo de gestión energética sostenible, apostando por la eficiencia, el uso racional y la autosuficiencia a partir de fuentes de energía limpia, inagotable, renovable y la diversificación de la producción a pequeña escala, atendiendo a los recursos naturales de los que disponemos en el entorno: enerxía solar, eólica hidráulica e biomasa.

Según en palabras de la Asociación de Amigos da Terra: *"Reducir es la primera alternativa para una gestión racional de los residuos, seguida de reutilizar y reciclar. Pero las dos "R" prioritarias que se deben aplicar antes de las tres anteriores son las de Reflexionar sobre nuestro comportamiento responsable con la problemática ecosocial de los residuos y la de Rechazar todo aquel producto al que no se le pueda aplicar el resto de las "R"*. En "As Corcerizas" se siguen las 5 "R" y para la gestión de los residuos orgánicos utilizamos dos sistemas: Compostaje y Depuración de las aguas con un filtro de plantas acuáticas.

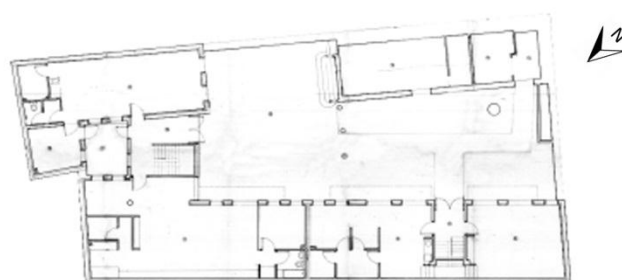
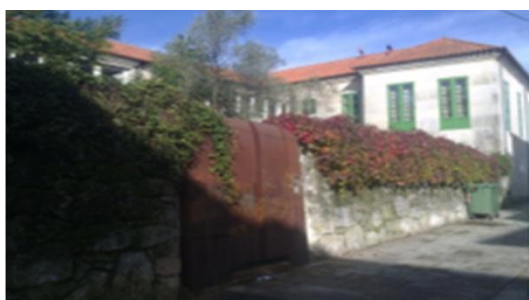
En "As Corcerizas" las comidas son preparadas, en medida de lo posible, con alimentos procedentes de la agricultura ecológica local y comercio justo. De esta forma, a parte de servir como ejemplo y demostración de viabilidad, resulta un apoyo para el desenvolvimiento de las pequeñas explotaciones de la zona. Una vez más, la experiencia vivida es la mejor herramienta para sensibilizar y concienciar de la necesidad de cambiar nuestros hábitos alimentarios para el bien de nuestra salud, del medio ambiente y de la prosperidad del rural gallego. Según la Filosofía de Amigos da Terra, una alimentación sostenible, además de ser saludable para nosotros, debe respetar el medio en el que todos convivimos en sociedad.

6.1.4 Caso de Estudio IV: Cooperativa de viviendas "San Martiño", en Pontevedra.

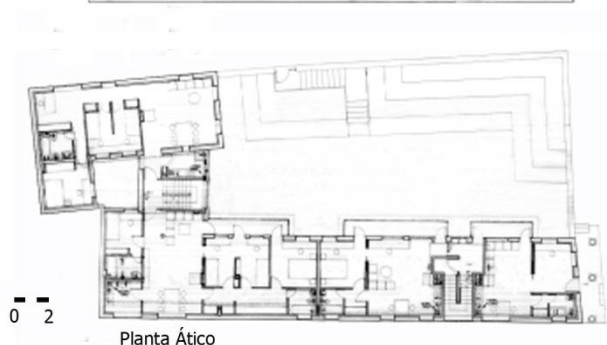


DATOS DE LA OBRA

Nombre de la obra: San Martiño	Localización: Pontevedra	Arquitectos: Anónimo
Arquitecto técnico: Paco Garcés	Colaborador: Red Verde Construcción	Cliente: Cooperativa "San Martiño"
Fecha Fin Obra: Año 1996	Superficie Construída: 1520,25 m ²	Materiales principales: Granito, madera



Sección Rúa Isabel



0 2

Planta Ático

Descripción de la obra:

El proyecto de la Cooperativa de viviendas "San Martiño" consta de viviendas y oficinas, está situado en pleno corazón del Casco Histórico de la ciudad de Pontevedra, próximo a la Basílica de Santa María a Maior. El proyecto nació de la mano de la cooperativa que lleva su mismo nombre y ha pasado por numerosas dificultades desde que fue proyectado, hasta que finalmente es construido en el año 1996. El autor del proyecto desea mostrar su anonimato.

Rodeado por el legado arquitectónico de la ciudad de Pontevedra, la cooperativa de viviendas se ubica en una antigua finca urbana. Se pretende la integración urbana del proyecto, por lo tanto, se recupera parte de la ruina correspondiente con el alzado de la calle Isabel II, que formaba parte de la memoria colectiva del lugar, y se conserva el antiguo muro que rodeaba la parcela. Piedra, madera y acero cortén son los materiales que más presencia tienen en la imagen del edificio. El bloque de viviendas forma una "L" que se abre a sur para poder aprovechar de una forma pasiva la energía solar. El edificio crea un semi-sótano abierto a un patio y a través de este patio como se logra iluminar a estas viviendas. Galerías o ventanas Velux son pequeños elementos que permiten aprovechar un mayor rendimiento de la energía solar pasiva. Estas medidas suponen un ahorro energético significativo.

El proyecto se centra en el análisis de las energías (radón, telúricas, etc.), si estas son saludables o no, y cómo afectan a los ocupantes de los edificios. El edificio se encuentra encima de una línea de hartmann, por lo tanto, se presta mucha atención a la intersección entre esta línea con las líneas de agua, ya que la intersección de ambas puede producir efectos nocivos para la salud de los ocupantes, ya sean plantas, animales o personas. El granito y su radioactividad serán estudiados, ya que habitualmente son focos emisores de gas radón.

Otro de los principales aspectos en los que se centra el proyecto, es en el uso de materiales ecológicos, sostenibles y que no afectan a la salud de los ocupantes. Todos los materiales utilizados en este proyecto responden a estos criterios, ya que desde la piedra de granito utilizada, la madera utilizada para carpintería o vigas, o las pinturas y tintas utilizadas para el tratamiento de la madera y la piedra, pueden considerarse ecológicos, sostenibles y salubres.

La reutilización y el reciclaje de recursos será muy importante en este proyecto. Respecto a la reutilización, el proyecto incorpora en el muro piedra de la antigua construcción de la finca. Las antiguas columnas de la ruina sirven como elemento ornamental del patio o se reutilizan azulejos de distintas viviendas próximas en ruinas. El reciclado es un punto importante ya que se ha creado una sala destinada a la recogida selectiva de este material. El proyecto incorpora acero cortén en algunos puntos; este material es reciclable y por lo tanto, es un punto que aborda medidas de reducción de impacto ambiental.

Las condiciones bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación y energías alternativas son otro punto abordado en el proyecto, ya que es muy importante asegurar las condiciones de confort para el ocupante. La apertura al sur del edificio siempre está buscando una eficiencia energética así, como la ventilación cruzada que son aspectos que crean condiciones bioclimáticas en el interior del edificio. Un buen diseño de la envolvente ayuda a conseguir buenos grados de humedad en el interior (20+ 7+ 10) permitiendo que el edificio respire. El proyecto incorpora la bomba de calor que asegura un uso de energías alternativas basado en la eficiencia y bajas emisiones de CO₂ a la atmósfera, que crean condiciones de temperatura ideales para el confort humano.

6.1.5 Indicadores y Criterios

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra (Caso de Estudio I)

Los principales indicadores de arquitectura sostenible extraídos del análisis son Medidas Pasivas de Ahorro Energético, Medidas Activas de Ahorro Energético y Reciclaje

Criterios de proyecto de arquitectura sostenible (Caso de Estudio I)

Adaptación e integración a la parcela:

Nos encontramos con una parcela soleada y bien comunicada, con una notable pendiente en su eje longitudinal (Este-Oeste). La vivienda se adapta a la topografía de la parcela, disponiendo la sucesión de espacios desarrollados en el programa. Se da mucha importancia a la adaptación e integración en la parcela a través de vincular los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante su uso.

Respecto al programa, este se articula alrededor de un gran salón comedor desarrollado en altura procurando contacto visual entre todos los espacios. La planta superior se vuelca a esta doble altura, mientras que la planta inferior pivota alrededor de este espacio.

Medidas pasivas de ahorro energético:

Las medidas pasivas de ahorro energético en este proyecto pasan por la apertura de la casa al sur y huecos pequeños al norte. Otra de las principales medidas es la ventilación cruzada, una medida que facilita la refrigeración del espacio. El aislamiento térmico de la envolvente es exterior, lo que posibilita una inercia térmica donde no existan puentes térmicos y que se traduce en un ahorro energético máximo.

La fachada del edificio contará con una sola hoja con base en fábrica de termoarcilla de 19 cm y aislamiento de 6 cm por el exterior. La calefacción calentará los muros y estos disiparán calor sólo hacia el interior de la casa.

Medidas activas de ahorro energético:

En cuanto a la producción de energía, el 100% de la energía producida para A.C.S. y Calefacción es generada por fuentes renovables (Biomasa forestal) lo que supone 0 emisiones de CO₂. Al mismo tiempo la vivienda obtiene la máxima calificación energética tipo A.

Para la construcción de este proyecto se han reutilizado 148 toneladas de escombros de cantera de pizarra debido al bajo coste de transporte, evitando así su deposición en un vertedero, por lo tanto, esta medida se considera una estrategia para conseguir la sostenibilidad del proyecto. El autor en la memoria descriptiva del proyecto nombra esta medida como reciclaje pero, sin embargo, es una medida de reutilización ya que se le está dando un nuevo uso al material. Los escombros de pizarra servirán también como medida de contención de tierras, acabado estético de la vivienda y como pavimento. En el proyecto se utilizan materiales reciclados como el polipropileno del forjado y canalizaciones o materiales reciclables como el acero.

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra (Caso de Estudio II)

Los principales indicadores extraídos del análisis documental son: Integración en el Medio, Ausencia de Mantenimiento, Luz, Funcionamiento Bioclimático y Estandarización y Prefabricación.

Criterios de proyecto de arquitectura sostenible (Caso de Estudio II)

Integración en el medio:

La integración en el medio del proyecto pasa por el respeto al entorno, en él se mantienen todos los árboles, incluido uno situado en la rampa de accesos, para lo cual esta pieza de acceso se quiebra y pasa a formar parte del edificio como un elemento más. La "adaptación anfibia" del edificio (planteando una branquia abierta para facilitar el paso de las aguas del río) asegura la integración del proyecto en el medio, ya que se encuentra en un área inundable.

Ausencia de mantenimiento:

Los testeros de hormigón armado arriostran la envolvente de acero evitando que esta se deforme. Se utiliza el acero corten porque tiene acabados automantenibles. Al mismo tiempo, los testeros de hormigón armado visto, actúan como carcasa protectora, que garantiza seguridad ante actos vandálicos. Estos son tratados con resinas epoxi transparentes, hidrofugantes y antigraffitis. La tabiquería interior está separada del suelo y del techo para evitar posibles inundaciones. El único mantenimiento necesario está el interior del edificio.

Luz:

Pese a encontrarse en una zona arbolada, la permeabilidad del edificio facilita una iluminación de buena calidad en el interior del edificio, cuando las horas del día lo permiten. La iluminación interior se realiza únicamente con luminarias LED de bajo consumo, lo que asegura un ahorro energético muy importante. La luz adquiere un sentido bidireccional, desde el interior al exterior y viceversa. La lectura nocturna del edificio es la de un elemento linterna que se integra con el paisaje, con los intersticios entre las branquias a modo de hilos verticales de luz.

Funcionamiento bioclimático:

La Piel permeable del edificio facilita el funcionamiento bioclimático, asegurando ventilación natural y búsqueda de soleamiento. Al mismo tiempo, el montaje de anillos paralelos con variaciones y plegados variables ayuda a facilitar la ventilación, la iluminación natural y la evacuación de aguas. Otro aspecto que asegura un funcionamiento bioclimático de la construcción es la geometría en Z de cada pórtico que facilita la recogida y evacuación de aguas pluviales de forma natural.

Estandarización y prefabricación:

La estandarización del proceso de construcción permitió una rápida ejecución de la obra, siendo realizado en taller el plegado de las chapas en Z que conforman los diferentes pórticos y la carcasa de acero cortén. El elemento prefabricado en taller es fácilmente implantable (debido a la existencia de infraestructuras urbanas); la pieza se traslada al lugar y se monta rápidamente mediante grúa. Paralelamente a la ejecución de la pieza prefabricada se ejecuta la construcción "in situ" de los testeros y cimentación en hormigón armado.

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra (Caso de Estudio III)

Los principales indicadores de arquitectura sostenible extraídos del análisis documental son: Bioconstrucción, Energías Alternativas y Gestión de Residuos.

Criterios de proyecto de arquitectura sostenible (Caso de Estudio III)

Bioconstrucción:

El proyecto de "As Corcerizas" asegura la bioconstrucción a través de dos criterios fundamentales: El bioclimatismo y la integración en el entorno y empleo de materiales de producción local.

En cuanto al bioclimatismo, ha sido muy importante la elección del lugar de construcción, integrado en su entorno y minimizando el impacto paisajístico: bosque de hoja perenne cara el norte (pinos) y caduca cara el sur (castaños). La orientación del proyecto es la adecuada para aprovechar la energía solar pasiva aunque no es completamente sur, ya que existe una línea de agua próxima, se evita el desmonte, el impacto y se pretende una integración mayor en la naturaleza. Se plantea una pala para minimizar el impacto de sur en verano. La distribución de los espacios interiores es consecuente a su utilización.

La integración en el entorno y empleo de materiales de producción local es otro de los principales criterios que se adaptan a la definición de bioconstrucción. El proyecto incorpora el uso respetuoso de los materiales en todo momento del ciclo de vida (maderas procedentes de talas sostenibles, pavimento de barro natural de la zona, pizarras de la zona), además de materiales saludables y biocompatibles (aceites naturales para proteger la madera, pinturas ecológicas sobre un tablero de papel reciclado y tiza, aislantes naturales como el corcho empleado en las paredes, cemento blanco y cal hidráulica, entre otros). Al mismo tiempo el proyecto utiliza la cubierta vegetal en el tejado como regulador térmico natural. Se utiliza el hormigón en masa para el relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras y para el muro de cimentación de la fachada norte, que está enterrada para buscar la integración en el entorno y minimizar los efectos del norte; estos son los únicos lugares donde no se cumplen las reglas de bioconstrucción. Los efectos del muro de cimentación de la fachada norte son negativos, ya que tienen humedades y pudren la madera, haciendo que esta tenga que ser sustituida, y, por lo tanto, no respeta el ciclo de vida completo. En el proyecto se incorpora el concepto de autoconstrucción, como recurso educativo.

Energías Alternativas:

El proyecto pretende un uso eficiente, racional y autosuficiente a partir de fuentes de energía limpia, inagotable, renovable y diversificada a pequeña escala, siempre optimizando los recursos naturales que se disponen en el entorno: Energía solar, energía eólica, energía hidráulica, biomasa. Todas estas fuentes serán centralizadas y gestionadas desde "A casa das enerxías", donde las baterías acumulan energía necesaria para un eficiente funcionamiento energético, que servirán de suministro para el albergue. La larga distancia en la que se encuentra "A casa das enerxías" y el aula y el comedor (300m) hacen que no todas las energías puedan ser gerenciadas desde ésta. Por lo tanto, se plantea una segunda caldera de biomasa para dar suministro a estos edificios.

En el proyecto inicial la calefacción planteada para el aula y el comedor era a través de "A casa das enerxías" y unos tubos de aceites protegidos con cemento que recorrían los 300 metros, pero finalmente esta idea fue desechada. Por lo tanto, al no existir una alternativa en el proyecto de calefacción "eficiente", se optó por termoventiladores.

La energía solar es aprovechada a través de módulos fotovoltaicos que proporcionan 6Kw de electricidad y con paneles térmicos para agua caliente sanitaria.

La energía eólica es aprovechada a través de un pequeño aerogenerador adaptado a las condiciones del lugar, capaz de generar 5 Kw de energía eléctrica.

La energía hidráulica es aprovechada a través de una microturbina con el uso de un pequeño embalse, que produce de media 6 Kw de energía eléctrica.

La biomasa es gestionada a través de una cadera policombustible, que abastece al albergue y caldera de pellets al comedor y al aula, proporcionando agua caliente para uso sanitario y para la calefacción.

Gestión de residuos:

En "As corcerizas" la gestión de los residuos orgánicos utilizará dos sistemas: Compostaje y Depuración de las aguas con un filtro de plantas acuáticas.

La materia orgánica producida en el edificio será separada en origen y con ella haremos directamente compost, abono orgánico obtenido a partir de la descomposición controlada de la materia orgánica por los organismos descomponedores (bacterias, hongos) y por pequeños animales como los gusanos y escarabajos. La fracción compostable de los residuos es, con frecuencia, uno de los más contaminantes del flujo de residuos urbanos, y su desviación de los vertederos e incineradoras puede contribuir significativamente a alcanzar los objetivos locales de reciclaje.

La Depuración de las aguas con un filtro de plantas acuáticas se basa en la utilización de plantas acuáticas de la familia de las macrófitas (espadainas, juncos, lirios amarillos o platanarias), que de forma natural se encuentran enraizadas en el terreno, pero aquí se transforman en flotantes. Al flotar, las plantas forman un tapiz de raíces que ocupa toda la balsa, forzando a que todo el agua circule por esta esponja de raíces. Gracias al oxígeno que inyecta las hojas de las propias plantas, las raíces crean a su alrededor un ambiente oxigenado que favorece la unión de unas bacterias microbianas. Estas son las que absorben y se nutren de las cargas contaminantes y de la materia orgánica, devolviendo el agua limpia al medio.

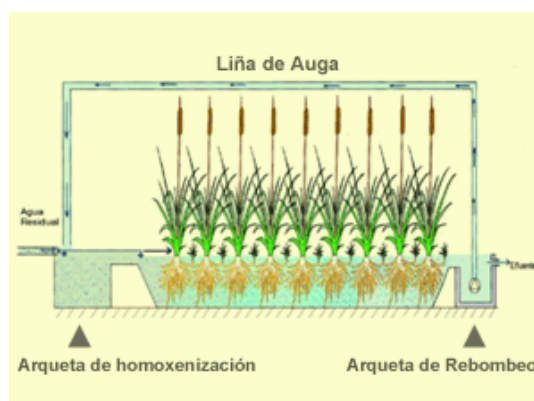


Fig. 2 Esquema depuración de aguas

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra (Caso de Estudio IV)

Los principales indicadores extraídos del análisis documental son: Análisis de las energías, Uso de Materiales Ecológicos, Sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes, Reutilización y el Reciclado de Recursos y Condiciones Bioclimáticas.

Criterios de proyecto de arquitectura sostenible: (Caso de Estudio IV)

Análisis de las energías saludables:

En el proyecto es muy importante conocer cómo afectan las energías al ocupante del edificio (radón, telúricas, entre otras). Para analizar las energías telúricas se estudia el paso de las líneas de hartmann y de las líneas de agua. De la intersección de ambas se evita la construcción, ya que son consideradas como zonas geopatógenas y pueden producir efectos nocivos para la salud de los ocupantes, ya sean plantas, animales o personas. Como se conoce, el granito es un material que desprende gases radioactivos, por lo tanto, es muy importante conocer las cantidades de radón que este contiene y si estas no son perjudiciales para la salud del ocupante.

Uso de materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes:

Todos los materiales usados en el proyecto siguen un criterio riguroso de selección, siendo todos ecológicos y sostenibles, centrando la atención a que no afecten a la salud. Por lo tanto, el proyecto incorpora granito de canteras de la zona (teniendo atención a su radioactividad) y de carpinterías de madera en todo el edificio. Se utilizarán pinturas ecológicas, al igual que los tratamientos de la piedra y la madera. La madera utilizada en el proyecto es autóctona gallega, reduciendo altos costes de transporte. La fontanería del edificio estará realizada en polipropileno, evitando así el uso de materiales nocivos para el medioambiente como el PVC. El único punto del proyecto donde no se cumple el uso de materiales ecológicos y sostenibles es en el uso de la cimentación y los muros de contención de tierra, asociado a problemas técnicos de la construcción.

Reutilización y reciclado de recursos:

El proyecto incorpora el concepto de reutilización y de reciclado de recursos. En lo referido a la reutilización de recursos, se observa en el proyecto que gran parte del material utilizado es reutilizado de antiguas construcciones de la zona, como la de piedra de la ruina preexistente que sirve para la construcción del muro de cerramiento de la parcela, las columnas ornamentales del patio o los azulejos de las viviendas (rescatados de ruinas próximas). El reciclado es otro punto importante del proyecto ya que se incorpora una zona de recogida selectiva de material reciclable, sin embargo, este punto nunca se ha logrado poner en funcionamiento. Condiciones bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación, energías alternativas:

Crear unas condiciones bioclimáticas en el edificio es uno de los principales objetivos; para ello el edificio se abre al sur, para poder así aprovechar de una forma pasiva la energía solar. El uso de galerías y velux ayuda a optimizar esta medida. Al mismo tiempo, un buen diseño de la envolvente del edificio asegura una buena inercia térmica y una mejora de las condiciones de humedad y temperatura. El edificio es capaz de respirar gracias a la ventilación cruzada. Para asegurar una buena temperatura de confort y la producción de A.C.S., el edificio usa una bomba de calor como energía alternativa, eficiente y de bajas emisiones de CO₂.

6.2 Análisis comparativo de datos los Casos de Estudio

6.2.1 Indicadores

La siguiente tabla corresponde a los principales indicadores extraídos de las diferentes fuentes de análisis documental.

Tabla 8: Indicadores Casos de Estudio

Indicadores	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Integración en el medio				
Ahorro energético				
Gestión Residuos				
Bioclimatismo				
Bioconstrucción				
Salud				
Mantenimiento				
Estandarización y prefabricación				

Como se puede observar, existen indicadores comunes en todos los casos de estudio analizados como: Integración en el medio, Ahorro Energético y Gestión de Residuos. Otros indicadores que aparecen repetidos son: Bioclimatismo, Bioconstrucción y Salud. Otros de los indicadores tratados son: Estandarización y Prefabricación y Mantenimiento.

6.2.2 Criterios

Integración en el Medio

Tabla 9: Criterios de Integración en el Medio

Integración en el medio	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Minimizar el impacto paisajístico				
Vincular los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante su uso				
Mantener de la naturaleza existente				
Procurar el contacto visual entre todos los espacios.				
Lectura nocturna del edificio				
Recuperación y rehabilitación ruina urbana				

En lo referente a la Integración en el Medio, a pesar de todos los proyectos ubicados en lugares y espacios complementemente diferentes, observamos que todos los casos de estudios responden a criterios de integración en el medio. Los criterios son completamente diversos, y siempre dependen de donde se encuentren ubicados; así encontramos criterios de integración en el medio natural: minimización del impacto paisajístico (As Corcerizas y Armadillo), mantenimiento de la naturaleza existente y lectura nocturna del edificio (Armadillo). Criterios de integración en el medio de viviendas de nueva creación: Procura del contacto visual de todos los espacios (Lombao) y vinculación de los espacios exteriores con sus adyacentes interiores (Lombao y Corcerizas). Por último, integración en el medio urbano: Recuperación y rehabilitación de ruina urbana (San Martiño). Por lo tanto, se observa que no existe un criterio común seguido por los casos de estudio seleccionados, sino que cada proyecto se adapta a las características del local donde se encuentre.

Ahorro energético

Tabla 10: Criterios de Ahorro Energético

Ahorro energético	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Apuesta por la eficiencia, uso racional y autosuficiencia a partir de fuentes de energía limpia, inagotable, renovable				
Uso de Biomasa forestal para A.C.S. y calefacción				
Centralización y gestión de las fuentes en un lugar donde las baterías acumulan la energía				
Iluminación interior realizada con luminarias LED de bajo consumo				
Atención a los recursos naturales que se disponen en el entorno (energía solar, eólica, hidráulica y biomasa)				
Uso bomba de calor como energía alternativa, eficiente y de bajas emisiones de CO2				
Energía solar módulos fotovoltaicos y con paneles térmicos para agua caliente sanitaria				
Energía hidráulica, microturbina hidráulica, con pequeño embalse.				
Energía eólica, generador adaptado a las condiciones de lugar.				
Diversificación de la producción a pequeña escala				

El ahorro energético es otro de los indicadores abordados por todos los casos de estudio. El principal criterio seguido por los casos de estudio analizados (a excepción de Armadillo) es la apuesta por la eficiencia, uso racional y "autosuficiencia" a partir de fuentes de energía limpia, inagotable y renovable. En referencia al uso de fuentes de energía limpia, inagotable y renovable, se apuesta por el uso de la biomasa forestal para el uso de la calefacción y A.C.S. en Lombao y As Corcerizas y por el uso de bomba de calor en San Martiño. As Corcerizas, además de la apuesta por la biomasa, se centra en la diversificación de la producción a pequeña escala, lo que supone una apuesta por la obtención de energía a través de diferentes tipos de fuentes limpias, inagotables y renovables como la energía solar, la energía hidráulica y la energía eólica.

Se apuestan por medidas eficientes de energía como el ahorro energético, que supone el uso de luminarias LED de bajo consumo en el proyecto de Armadillo.

Gestión de residuos

Tabla 11: Criterios de Gestión de Residuos

Gestión Residuos	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Uso de materiales reciclados				
Uso de materiales reciclables				
Reutilización de materiales				
Uso Gabiones de patente "casera" reduciendo el coste				
Separación de la materia orgánica en origen para compost.				
Depuración de las aguas con un filtro de plantas acuáticas macrófitas				
Zona de recogida selectiva de material reciclable				

Otro de los indicadores que aparecen referenciados en los casos de estudio, es la gestión de residuos. El principal criterio observado es el uso de materiales reciclados como el uso de polipropileno (Lombao, Armadillo, As Corcerizas). Otro de los criterios a utilizar es el uso de materiales reciclables como el uso del acero en Armadillo y San Martiño o el uso de tubería de cobre en As Corcerizas.

La reutilización de materiales es un tema frecuente, como por ejemplo el uso de escombros de la cantera de pizarra (Lombao) o la reutilización de las piedras y azulejos de ruínas próximas (San Martiño).

Otro de los aspectos abordados en los diferentes casos de estudio es la gestión de residuos generados por el uso de la edificación. Así se plantea en As Corcerizas un sistema de depuración para aguas residuales con un filtro de plantas acuáticas macrófitas y el uso del compostaje de la materia orgánica. En San Martiño se crea una zona de recogida selectiva de residuos (zona de reciclado). Otra medida de gestión de residuos es la utilización de gabiones de patente casera en Lombao, en donde se reutilizará diferente material utilizado en el proceso de construcción.

Bioclimatismo

Tabla 12: Criterios de Bioclimatismo

Bioclimatismo	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Crear ventilación cruzada (refrigeración)				
Orientación adecuada de la distribución de los espacios interiores según su utilización				
Orientar adecuadamente para aprovechar la energía solar pasiva				
Abrir la casa al sur y huecos pequeños al norte (diseño y orientación de los huecos)				
Creación barreras verdes				
Elegir el lugar de construcción según factores bioclimáticos				
Enterrar a norte para minimizar su impacto				
Permeabilidad del edificio para iluminación natural				
Recogida y evacuación de aguas pluviales de forma natural.				
Facilitar ventilación, iluminación natural y evacuación de aguas				
Ventilación natural y búsqueda de soleamiento gracias a la permeabilidad del edificio				
Iluminación natural, soleamiento y evacuación de aguas pluviales.				
Uso de galerías y velux para aprovechamiento solar pasivo				
Aislar térmicamente por el exterior (inercia térmica máxima, 0 puentes térmicos, ahorro energético máximo)				
Buen diseño de la envolvente				

El bioclimatismo es último de los indicadores obtenidos a través del análisis que se observan en todos los casos de estudio. En obras como Armadillo, San Martiño o As Corcerizas se habla de bioclimatismo o condiciones bioclimáticas, mientras que en Lombao no se aborda este tema; sin embargo, se observan numerosas medidas similares y por lo tanto incluimos a Lombao como una obra que sigue criterios bioclimáticos.

Se observan diferentes criterios que son comunes a todos los casos de estudio como la creación de ventilación cruzada para la refrigeración, o la orientación adecuada para aprovechar la energía solar pasiva y la adecuada distribución de los espacios interiores según su utilización. En referencia a la orientación se observa que Lombao, As Corcerizas y San Martiño abren la construcción a sur y abren pequeños huecos a norte para poder aprovechar la energía solar pasiva.

Otro de los principales criterios bioclimáticos utilizados es la creación de barreras verdes (Armadillo, As Corcerizas y San Martiño) como filtro para regular la incidencia solar. Se utiliza con frecuencia árbol de hoja caduca a sur para permitir el paso de la luz en invierno y como filtro para el paso de la luz en verano.

La elección del lugar de construcción según los criterios bioclimáticos fue un criterio seguido por Armadillo y As Corcerizas, debido a que se encuentran en un entorno natural y la posibilidad de escoger el lugar de construcción ofrece más posibilidades que San Martiño y Lombao.

En lo referente al aprovechamiento energético pasivo, un buen aislamiento térmico exterior lo que supone inercia térmica máxima, 0 puentes térmicos y ahorro energético máximo (Lombao), y un buen diseño de la envolvente que permita respirar al edificio (San Martiño) son unas medidas que nos ayudarán a crear condiciones bioclimáticas en el interior del edificio. Otra medida es el uso de galerías o ventanas velux, que ayuda a optimizar el aprovechamiento solar pasivo (San Martiño) o enterrar la fachada norte para así poder minimizar su impacto.

Armadillo crea un edificio con una piel capaz de asegurar la ventilación natural y la búsqueda de soleamiento, al mismo tiempo, el montaje de anillos paralelos con variaciones y plegados variables ayuda a facilitar la ventilación, la iluminación natural y la evacuación de aguas. Otro aspecto, que asegura un funcionamiento bioclimático de la construcción, es la geometría en Z de cada pódico que facilita la recogida y evacuación de aguas pluviales de forma natural.

Bioconstrucción

Tabla 13: Criterios de Bioconstrucción

Bioconstrucción	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Emplear materiales de producción local				
Uso de pinturas ecológicas				
Uso respetuoso de los materiales en todo momento del ciclo de vida				
Tratamiento de la madera con productos naturales				
Uso madera local				
Uso de carpintería de madera				
Uso de termoarcilla				
Uso de pavimento de barro natural de la zona				
Uso de maderas procedentes de talas sostenibles				
Uso de cubierta vegetal en el tejado como regulador térmico.				
Impermeabilizante de origen natural para la piedra				
Uso de granito de canteras de la zona				

La bioconstrucción es un tema de gran importancia en el análisis de los datos, ya que observamos que es abordado en diferentes casos de estudio como Lombao, As Corcerizas y San Martiño. En As Corcerizas es un tema muy importante; en San Martiño no se hace referencia directa a bioconstrucción, pero si al uso de materiales ecológicos, sostenibles y que no afecten a la salud de los ocupantes, un tema recurrente si hablamos de bioconstrucción. La vivienda Lombao utiliza material de bajo impacto ambiental como es la termoarcilla, por lo tanto, es un criterio de bioconstrucción.

Existen numerosos criterios como el empleo de materiales (piedra, madera) de producción local, el uso de materiales respetuosos con el ciclo de vida, uso de pinturas y barnices y de origen natural y ecológico o el uso de carpintería de madera que son comunes en As Corcerizas y San Martiño. El uso de la termoarcilla es un criterio común en Lombao y As Corcerizas.

Los proyectos incorporan además diferentes criterios de bioconstrucción. As Corcerizas incorpora el uso de pavimento con barro natural de la zona, maderas procedentes de talas sostenibles y el uso de cubierta vegetal como regulador térmico. San Martiño por su lado incorpora el uso de granito de canteras próximas y uso de impermeabilizantes de origen natural para la piedra.

Salud

Tabla 14: Criterios de Salud

Salud	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Uso de materiales saludables y biocompatibles				
Uso de materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes				
Control de la humedad entre 60-70%				
Temperatura de Confort 19 °C				
Permitir la respiración del edificio				
Análisis de las líneas de hartmann y las líneas de agua				
Estudio de la radioactividad del granito				

La salud es un tema abordado en As Corcerizas y San Martiño. En ambos casos de estudio se habla sobre el uso de materiales saludables y biocompatibles que no afecten a la salud de los ocupantes. Por otro lado, el abordaje de San Martiño sobre este tema es más amplio y trata sobre el control de la humedad (menos de 60% de humedad - catarros; más de 70% - problemas reumáticos), sobre la temperatura de confort (19° para poder estar más activo) o la respiración del edificio. También es importante el estudio de la radiotividad del granito y el análisis de la líneas de hartmann y las líneas de aguas (zonas geopatógenas), para asegurar las condiciones de salud.

Mantenimiento

Tabla 15: Criterios de Mantenimiento

Mantenimiento	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Uso de testeros de hormigón armado para evitar deformación de la envolvente de acero				
Garantiza la seguridad ante actos vandálicos con carcasa protectora				
Acabados automantenibles (acero corten)				
Tratados con resinas epoxi transparentes, hidrofugantes y antigraffiti de muros de hormigón visto				
Uso Gabiones de rellenos de pizarra para utilización como piel protectora del aislamiento exterior (débil al impacto)				

El mantenimiento será un criterio que se observa en Armadillo y Lombao. El criterio seguido por Lombao para asegurar el mantenimiento, es el uso de gabiones rellenos de pizarra para proteger el aislamiento exterior en las zonas débiles al impacto. En Armadillo se observan más criterios que aseguran el mantenimiento del edificio como el uso de testeros de hormigón armado, que evitan la deformación de la envolvente de acero, la garantizar de seguridad ante actos vandálicos con la carcasa protectora, acabados automantenibles en acero cortén o el tratamiento con resinas epoxi transparentes, hidrofugantes y antigraffiti de los muros de hormigón visto.

Estandarización y prefabricación

Tabla 16: Criterios de estandarización y prefabricación

Estandarización y prefabricación	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Uso de piezas estandarizadas y pre-fabricadas				
Fácil implantación del elemento (debido a la existencia de servicios de infraestructuras urbanas)				
Ejecución de la envolvente mediante el uso de piezas de chapa plegadas en Z para formación de pórticos				
Traslado al lugar y montaje mediante grúa (rapidez de montaje)				

La estandarización y la prefabricación será uno de los criterios de sostenibilidad que se observa en Armadillo. El uso de piezas estandarizadas y pre-fabricadas, la fácil implantación del elemento prefabricado (debido a la existencia de servicios de infraestructuras urbanas) o el traslado al lugar y montaje mediante grúa y la ejecución de la envolvente mediante el uso de piezas de chapas plegadas en Z para la formación de pórticos son los principales criterios que ayudan a la rapidez de montaje y ejecución del proyecto que supone la estandarización y la prefabricación.

6.2.3 Parámetros

Tabla 3: Tabla de Parámetros

Parámetros	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Ahorro energía				
Integración				
Ventilación cruzada				
Bioclimatismo				
Energía solar pasiva				
CO2				
Orientación				
Sur				
A.C.S				
Gestión energética				
Barreras verdes				
Polipropileno				
Energ. Renovable				
Energías limpias				
Hormigón				
Piedra				
Contención del terreno				
Escombros Canteras				
Sistemas eficientes				
Acero Cortén				
Biomasa				
Barnices naturales				
Bioconstrucción				
Calefacción				
Envolvente Edificio				
Materiales reciclables				
Implantación				
Transporte				
Termoarcilla				
Rehabilitado				
Pizarra				
Piel envolvente				
Pinturas ecológicas				
Ciclo de vida				
Lineas hartmann				
Lineas de agua				
Mantenimiento				
Materiales ecológicos				
Materiales sostenibles				
Materiales saludables				
Materiales biocompatibles				
Madera local				
Energías Telúricas				
Reciclaje				
Reutilización				
Reducción coste				
Salud				
Temperatura				
Aislamiento				
Almacenamiento				
Autosuficiencia				
Baterías				
Bomba de calor				
Casa das Enerxías				
Compostaje				
Cubierta vegetal				
Calif. energética A				
Const. Sostenible				
Confort				
Depuración aguas				
Distribución				
Diversificación producción				
Ecologista				
Energía solar				
Energía eólica				
Energía hidráulica				
Estandarización				
Gaviones				
Galerías				
Granito				
Humedad				
Impacto ambiental				
Inercia térmica				
Luz				
Materiales reciclados				
Materia orgánica				
Madera talas sostenibles				
Macrófitas flotantes				
Patio				
Proyecto educativo				
Producción Local				
Prosperidad				
Pérdidas energéticas				
Prefabricación				
Puente térmico				
Radioactividad				
Radón				
Regulador térmico				
Residuos vertederos				
Semi-sotano				
Sostenibilidad				
Velux				

■ Datos obtenidos Análisis

■ Datos obtenidos Observación

En esta tabla se han recogido los principales parámetros obtenidos del análisis documental y de la observación directa. Según la RAE: "*Un parámetro es un dato fijo que se considera en el estudio o análisis de una cuestión*" (1986, p. 986), en este caso estudiaremos los datos relacionados con la sostenibilidad que se repiten con mayor frecuencia. Como se puede ver, el ahorro de energía, la integración, la ventilación cruzada, el bioclimatismo, la energía solar pasiva, la emisiones de CO₂ y la orientación son los principales parámetros observados en la totalidad de los casos de estudio.

Se observa que parámetros como orientación o bioclimatismo, son temas frecuentemente utilizados en la teoría pero, pero, a pesar de que estos no estar referenciados en el análisis documental, se pueden apreciar en la práctica de todos los casos estudiados. Por otro lado CO₂ es un parámetro que no se observa con tanta frecuencia en el análisis documental, sin embargo, se nota que en términos prácticos es una preocupación habitual. Se observa que la reducción del CO₂ se centra en la reducción del transporte de materiales y en el uso de energías que no dependen de combustibles fósiles. En lo referente a la orientación, todos los proyectos buscan la optimización de la energía solar pasiva como fuente de calor y luz natural; la mayoría de los proyectos buscan la energía solar que la orientación sur ofrece al edificio.

Otros de los principales parámetros encontrados (75%) son: Sur, A.C.S., Gestión Energética, Barreras Verdes, Polipropileno, Energías Renovables, Energía Limpia, Hormigón, Piedra, Contención del Terreno, Sistemas Eficientes.

La gestión energética, las energías renovables son parámetros que habitualmente aparecen referenciados en el análisis documental, sin embargo, también se puede apreciar en la observación directa como parámetros utilizados. Por otro lado A.C.S., polipropileno, sistemas eficientes o escombros de cantera son parámetros que son más habituales en práctica que en el análisis documental.

El consumo de A.C.S. y calefacción aparecen frecuentemente ligados al uso de energías renovables y limpias como la biomasa o la bomba de calor, ya que la producción de A.C.S. y calefacción suponen el consumo de las dos terceras partes del gasto doméstico en España (Gonzalez Díaz, 2004). Otro de los principales parámetros observados es el uso del polipropileno como material reciclable, que se utilizará para las canalizaciones domésticas. El uso de materiales reciclables supondrá una reducción de escombros destinados a los vertederos; también la reutilización de materiales como los escombros de las canteras ayudarán a reducir los RCD's.

Otro de los principales parámetros observados es el uso del hormigón como sistema de cimentación o contención del terreno. Este parámetro puede llamar mucho la atención, si consideramos que la industria de producción de cemento aporta el 5% de las emisiones globales de CO₂ (Kruse, 2004). El uso de cemento para la cimentación está asociado a la solución de problemas técnicos, en la mayoría de los casos sirve como medida de contención del terreno. La contención del terreno es uno de los principales problemas que observamos en los casos analizados. En casos como As Corcerizas y San Martiño, el cemento es el material destinado a contener el terreno, sin embargo, Lombao ofrece un sistema novedoso de contención del terreno, como el uso de gaviones rellenos de escombros de cantera de pizarra, lo que a priori representa una medida de menor impacto ambiental que el uso de hormigón.

El principal material utilizado en la construcción es la piedra, siempre de origen local como el granito o la pizarra, lo que supone un menor coste de transporte y una menor emisión de CO₂. Esta medida supondrá una medida sostenible dentro de la definición de Edwards (2005) de utilizar fuentes locales de abastecimiento de materiales pesados. Otro de los principales materiales pesados utilizados fue la madera, sin embargo, no toda la madera procede de fuentes locales de producción. En As Corcerizas se incorpora el uso de madera procedente de talas sostenibles y al mismo tiempo

se combina con el uso de madera local. Otro parámetro observado son las barreras verdes: filtro natural que permite regular la entrada de luz dentro de los edificios.

Acero cortén, biomasa, barnices naturales, bioconstrucción, calefacción, envolvente del edificio, materiales reciclables, implantación, transporte, termoarcilla, rehabilitado, pizarra, piel envolvente, pinturas ecológicas, ciclo de vida, líneas de hartmann, líneas de agua, mantenimiento, materiales ecológicos, materiales sostenibles, materiales saludables, materiales biocompatibles, madera local, energías telúricas, reciclaje, reutilización, reducción de coste, salud y temperatura son otros de los parámetros que se repiten con mayor frecuencia en el análisis de los casos de estudio (50%). Algunos parámetros como: bioconstrucción, rehabilitado, ciclo de vida, líneas de hartmann, líneas de agua, mantenimiento, materiales biocompatibles, energías telúricas, reciclaje o reutilización no han sido observados en el análisis documental, sin embargo, una vez realizada la observación directa, se han localizado estos parámetros.

Los materiales son uno de los principales parámetros que tienen mayor preocupación y relevancia, si hablamos de lo que es arquitectura sostenible. Se observa en los casos analizados que existe una gran diversidad de materiales: ecológicos de origen natural como la madera, materiales saludables y que no afecten a la salud como la pizarra, materiales biocompatibles o reciclables como el acero cortén. Además, se puede observar que existe una preocupación en utilizar productos como barnices naturales o pinturas ecológicas que ayudan a reducir la contaminación del planeta. En general se podría decir que existen prácticas de bioconstrucción en Lombao, As Corcerizas y San Martiño, ya que son realizados con materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables, o extraíbles mediante procesos sencillos y de bajo coste como materiales de origen vegetal y biocompatibles. El uso de acero no es considerada una medida de bajo impacto ambiental, ya que la industria del acero es considerada uno de los principales focos de emisión contaminantes del planeta, sin embargo, este material tiene una alta capacidad de reciclado, lo que hace que sea un material estable y pueda ser aprovechado por generaciones futuras.

En casos de estudio como Lombao y San Martiño se habla sobre la temperatura de confort, la que nunca sería posible sin un correcto diseño de la envolvente. La salud es otro de los parámetros que aparece con mayor frecuencia cuando se habla de As Corcerizas y San Martiño, donde el uso de productos y materiales que no afectan a la salud es uno de los principales objetivos. Otros parámetros referidos a la salud son las energías telúricas, por lo tanto, se tiene mucho cuidado a la hora de implantar el edificio, ya que el cruzamiento de las líneas de hartmann y las líneas de agua es conocido como zona geopatógica, y por lo tanto, zona con concentración de radón.

También se observa que parámetros obtenidos como diversificación de obtención de energía a través de fuentes de energía renovable (solar, eólica, hidráulica) no son muy habituales, ya que únicamente se opta por estos en el proyecto de As Corcerizas. En los otros casos de estudio se opta por la centralización y el uso de la energía producida por la caldera de biomasa. En último lugar cabe destacar que la depuración de aguas solamente es abordada en el proyecto de As Corcerizas, pero teniendo en cuenta la importancia del agua en la práctica de la sostenibilidad consideramos que debería tenerse aún más en cuenta a la hora de realizar el proyecto de arquitectura sostenible.

PARTE IV: CONSIDERACIONES FINALES



- 7. CORRELACIÓN ENTRE DATOS ANALIZADOS Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
 - 7.1 Indicadores
 - 7.2 Criterios
- 8. CONCLUSIONES
 - 8.1 Introducción
 - 8.2 Objetivo 1: Indicadores
 - 8.3 Objetivo 2: Criterios
 - 8.4 Otras contribuciones

7. CORRELACIÓN ENTRE DATOS ANALIZADOS Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se aborda la correlación del análisis de datos de las entrevistas y cuestionarios, y de los casos de estudio con la fundamentación teórica con el análisis de datos de las entrevistas y cuestionarios y los casos de estudio. De la correlación de los datos analizados, se analizará la situación relativa a la arquitectura sostenible en Galicia.

Para facilitar el análisis conjunto de la fundamentación teórica y las diferentes técnicas de recogida de información se realizará triangulación de los datos. Tanto la fundamentación teórica como el análisis de los datos responderán a los objetivos marcados al inicio de la investigación, por lo tanto, el capítulo se divide en dos partes: Indicadores y Criterios.

7.1 Indicadores

7.1.1 Entrevistas y Cuestionarios con Fundamentación teórica

En este apartado se procede a la correlación de la fundamentación teórica de autores estudiados nombradamente Tirone (2009), Cofaigh (2007), Randall (1999), Edwards (2005) o Solanas (2006); con el análisis de las entrevistas y los cuestionarios realizados a 11 profesionales del área de la arquitectura sostenible en Galicia. Es muy importante recordar que los datos obtenidos del análisis de las entrevistas y cuestionarios han sido muy dispersos y por lo tanto, se ha referido como datos relevantes aquellos que aparecen repetidos durante el proceso de análisis. A pesar de la dispersión de los datos, estos logran asentarse sobre la definición de arquitectura sostenible establecida en la fundamentación teórica.

El primero y principal de los indicadores obtenidos de la fundamentación teórica es la salud. Este no es un tema muy recurrente dentro del análisis de las entrevistas y cuestionarios ya que únicamente los encuestados C4 y C5 recurren al término de salud para definir a la arquitectura sostenible, mientras que algunos autores nombradamente Tirone (2009), Cofaigh (2007), Randall (1999), Edwards (2005) o Torgal & Jalili (2010) muestran gran interés en este aspecto. Autores como Edwards (2005) afirman que la prioridad ahora mismo no es la eficiencia energética a cualquier precio, pero si la creación de soluciones más holísticas, que introduzcan los sistemas naturales, y, por lo tanto, saludables en la ecuación.

Al igual que la salud, el confort es un tema poco referido dentro del análisis de las entrevistas y los cuestionarios, ya que únicamente es referido por los participantes C4 y E1. Algunos autores como Edwards (2005) incorporan el tema del confort dentro del tema de la salud. Sin embargo, otros autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Fordham (1999) abordan el tema del confort como un indicador de sostenibilidad independiente. Cofaigh (2007) afirma que el confort ambiental y la calidad del aire interior son los factores más relevantes para salvaguardar la salud y el bienestar de las personas.

Se puede afirmar que los temas de la salud y del confort son temas escasamente abordados dentro de la consulta a profesionales, en comparación con la importancia que

tienen dentro de la fundamentación teórica. Autores como Tirone (2009) afirman que la dimensión ambiental es abordada desde dos perspectivas distintas; la primera describe los conceptos y medidas de la construcción que son menos cuantificables porque es difícil, con los medios a nuestra disposición, medir los beneficios resultantes, a pesar de saber que existen y que son extremadamente relevantes; la segunda describe aquellos conceptos y medidas en que el desempeño energético-ambiental es más fácil de cuantificar. Tras esta afirmación podemos justificar el escaso análisis en las entrevistas y cuestionarios de temas como la salud y el confort por tratarse de conceptos y medidas poco cuantificables. Sin embargo, se hayan abordado en profundidad aspectos como análisis del ciclo de vida del material y economía energética que son medidas más fáciles de cuantificar.

El ciclo de vida del material es otro de los principales indicadores obtenidos en el análisis de la fundamentación teórica. Este indicador es estudiado por autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007), Roaf (2007), Edwards (2005) o Paniagua (2011), entre otros. Aspectos como elección de material señalado por los profesionales C3, C4, E1, E3 y E5, impacto ambiental apuntado por C1 y E2 o el aprovechamiento de recursos recogido por C3 y E3, son algunos de los términos que los entrevistados y encuestados han escogido para definir a la arquitectura sostenible y que son abordados por los autores dentro de la fundamentación teórica. Los indicadores señalados por los entrevistados y encuestados logran asentarse sobre el capítulo de ciclo de vida del material abordado en la fundamentación teórica.

El último de los principales indicadores extraídos de la fundamentación teórica es la economía energética, que es un tema ampliamente abordado por autores como Edwards (2005), González Díaz (2004) o Roaf (2007), entre otros. La energía es uno de los principales indicadores extraídos del análisis documental: este indicador es señalado por los entrevistados y encuestados C4, C5, E1 y E3, por lo tanto, se observa que es uno de las principales preocupaciones si hablamos de arquitectura sostenible. En otro lugar, otro de los principales indicadores extraídos del análisis de las entrevistas y cuestionarios es el bioclimatismo; este es señalado por C4 y C5. Este se incluye dentro del apartado de economía energética ya que es un tema abordado dentro del apartado de diseño pasivo de la fundamentación teórica.

Como ya se ha afirmado anteriormente, el análisis de las entrevistas y cuestionarios revela que temas como el análisis del ciclo de vida del material y economía energética son los principales aspectos abordados para los profesionales de la arquitectura sostenible en Galicia. Se entiende que estos sean los indicadores más referidos dentro del análisis, ya que las medidas y conceptos que ayuden a respetar el ciclo de vida del material y la economía energética son prácticas más fácilmente cuantificables y por lo tanto de mayor relevancia dentro de la experiencia empírica de los profesionales analizados.

7.1.2 Casos de Estudio con Fundamentación teórica

En este apartado se procederá a la correlación de la fundamentación teórica de autores estudiados como Tirone (2009), Cofaigh (2007), Randall (1999), Edwards (2005), entre otros, con el análisis de los casos de estudio analizados como Lombao, Armadillo, As Corcerizas y San Martiño. Del análisis de la correlación de la fundamentación teórica con los casos de estudio, se obtendrá respuesta a las diferencias entre los indicadores

mostrados en la práctica de la arquitectura sostenible en Galicia y los indicadores obtenidos en la fundamentación teórica. Se puede observar que en el análisis de los casos de estudio, existen otros indicadores que forman parte de la interpretación propia del arquitecto como la integración en el medio. Esto muestra que la teoría es parte fundamental del proyecto sostenible, no obstante, existe una componente interpretativa que influye en la práctica.

El principal indicador de la fundamentación teórica, como ya se ha afirmado, es la salud. Este es un tema tratado por autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007), Randall (1999), Edwards (2005) o Torgal & Jalili (2010). A pesar de ello, este indicador no es un tema muy abordado en los casos de estudio, ya que únicamente en el caso de As Corcerizas y San Martiño aparece referenciado dentro del análisis documental. La difícil demostración de la contribución para la salud de las diferentes decisiones de proyecto, dificulta la demostración empírica de este indicador.

El confort, como ya se ha afirmado, es otro de los principales indicadores de la arquitectura sostenible abordado. Algunos autores como Edwards (2005) incorporan el tema del confort dentro del tema de la salud. Sin embargo otros autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Fordham (1999) abordan el tema del confort como un indicador de sostenibilidad independiente. A pesar de ello el tema del confort no aparece referenciado dentro del análisis documental. Uno de los principales motivos, es debido al abordaje del tema del confort dentro del tema de la salud como en el caso de estudio de San Martiño. La dificultad que se encuentra para demostrar la contribución de las decisiones del proyecto sobre el confort puede ser otro motivo que justifique que el tema del confort no se aborde dentro de la práctica de arquitectura sostenible.

El ciclo de vida del material es otro de los principales indicadores tratados en los autores de la fundamentación teórica como Tirone (2009), Cofaigh (2007), Roaf (2007), Edwards (2005) o Paniagua (2011), entre otros. Este apartado es ampliamente abordado por todos los casos de estudio. La gestión de residuos abordado en todos los casos de estudio o la bioconstrucción (si entendemos la bioconstrucción como un sistema de edificación realizado con materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables) tratado en Lombao, As Corcerizas y San Martiño; son ampliamente abordados dentro de la fundamentación teórica.

En último lugar, la economía energética es abordada ampliamente por todos los casos de estudio. Todos los proyectos utilizan medidas de ahorro energético y medidas de diseño bioclimático (entendiendo bioclimatismo como diseño de edificios, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles, para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía) que son abordadas dentro del capítulo de economía energética ampliamente abordada por autores como Edwards (2005), González Díaz (2004) Tirone (2009) o Roaf (2007), entre otros.

El análisis de los casos de estudio muestra indicadores que no son abordados en la fundamentación teórica; el más relevante de ellos es la integración en el medio, un indicador que es señalado por todos los casos de estudio que muestra la importancia de adaptar el edificio en su entorno físico. Otro de los indicadores señalados es el mantenimiento que tiene muy en cuenta el tiempo de vida de los componentes y de la prefabricación como forma de uso racional de recursos.

7.2 Criterios

7.2.1 Entrevistas y Cuestionarios con Fundamentación teórica

Los criterios obtenidos en las entrevistas y los cuestionarios corresponden al análisis de la fundamentación teórica, con la pregunta 3 de las entrevistas y cuestionarios, donde era pedido a los participantes que respondiesen cuales eran los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto de arquitectura sostenible. Un punto importante de abordar en este apartado son las respuestas obtenidas de dicho análisis; en estas se observa que muchas de ellas corresponden con los indicadores mostrados en la pregunta 2 (¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?) y por lo tanto, existe una confusión terminológica entre indicadores y criterios por parte de los entrevistados y encuestados. Una vez aclarado este punto, se procede a la correlación de los datos obtenidos.

En términos de salud se observa que los criterios obtenidos de las entrevistas y cuestionarios, son abordados de una forma muy general y únicamente se refieren a la necesidad de asegurar la salubridad de las construcciones señalado por C4 y C5, la minimización de contaminantes, señalado por C5 o la ventilación natural apuntado por C1. A pesar de que todos los criterios obtenidos están desarrollados dentro de la fundamentación de diversos teóricos: Tirone (2009), Cofaigh (2007), Randall (1999), Edwards (2005) o Torgal & Jalili (2010), el tema de la salud es un tema escasamente abordado en las entrevistas y cuestionarios.

En cuanto al confort, ninguno de los criterios obtenidos de las entrevistas y los cuestionarios hace referencia a los criterios de confort dentro de la fundamentación teórica. Diversos autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Fordham (1999) aportan numerosas medidas que ayudan a asegurar el confort dentro del proyecto de arquitectura sostenible.

El Ciclo de Vida del material, es junto a la Economía energética, el principal tema abordado en el análisis de entrevistas y encuestas. El principal criterio obtenido es el material y su elección, este es señalado por C2, C3, C4 y E1. El tema es ampliamente abordado dentro de la fundamentación teórica por autores como Edwards (2005), Cofaigh (2007) o Tirone (2009). Otros de los principales criterios obtenidos en el análisis son el aprovechamiento de recursos, señalado por C3 y E3 y la minimización de recursos, apuntada por C5. Estos puntos están reflejados en la fundamentación teórica por autores como Paniagua (2011), Edwards (2005) o Tirone (2009) en el apartado de impacto ambiental y fin del ciclo de vida. El impacto ambiental, señalado por C3 y la minimización de contaminantes, apuntada por C5, son otros de los criterios obtenidos en el análisis de las entrevistas y cuestionarios y que son abordados por teóricos como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Solanas (2006). Otro criterio de gran importancia es la valoración del coste del mantenimiento, señalada por E1 y que será abordado por Edwards (2005) o Cofaigh (2007) dentro del tema de análisis del ciclo de vida. Autores como Cofaigh (2007) afirman que para determinar el verdadero impacto ambiental de un edificio, el análisis puede realizarse de forma que refleje la importancia relativa de los distintos elementos y procesos del edificio y las prioridades para reducir los impactos ambientales, lo que se conoce como análisis del ciclo de vida. Por lo tanto, todas las medidas recogidas, tanto del análisis de las entrevistas y cuestionarios, como de la fundamentación teórica, ayudan a reducir el impacto ambiental originado por las construcciones.

En términos de Economía Energética, se observa que los principales criterios señalados por los entrevistados y encuestados muestran preocupación en criterios de diseño pasivo como orientación, señalada por C1, C2 y C3; bioclimatismo referido por C5 y E3; inercia, apuntada por C3; o aislamiento, señalado por C1. Estos criterios son abordados por autores como Tirone (2009) o González Díaz (2004). Otros de los principales criterios abordados dentro del análisis de entrevistas y cuestionarios es la reducción de energía. Este tema es abordado en la fundamentación teórica por autores como Edwards (2005), González Díaz (2004) o Tirone (2009) en apartados como iluminación eficiente, electrodomésticos eficientes o sistemas de gestión de energía y monitorización continua. La importancia de la elección del sistema constructivo adecuado es otro de los criterios extraídos del análisis de las entrevistas y cuestionarios que abordan autores como Roaf (2007), Randall (1999) o González Díaz (2004) dentro del apartado de la energía de la construcción.

Existen también otros criterios extraídos del análisis de las entrevistas y los cuestionarios que no están reflejados dentro de la fundamentación teórica. Estos criterios como el conocimiento e interpretación del local, señalado por E2, no deben considerarse menos importantes que los anteriores, ya que son también parte del proyecto sostenible. Tal y como afirma Tirone (2009b), en el proyecto de arquitectura sostenible es esencial un abordaje integrado, que contemple el impacto del medio edificado sobre los ecosistemas y sobre la biodiversidad. Otros criterios extraídos, y que todos arquitectos deben seguir en cualquier proyecto, son la valoración rigurosa de cualquier decisión del proyecto, señalada por E2 y el uso del sentido común, apuntado por E4.

7.2.2 Casos de Estudio con Fundamentación Teórica

En este apartado se aborda la correlación de los criterios obtenidos del análisis de los casos de estudio con los criterios obtenidos de la fundamentación teórica. De esta correlación se obtiene respuesta a las diferencias entre los criterios utilizados en la práctica de arquitectura sostenible en Galicia y los criterios obtenidos en la fundamentación teórica.

Salud

El área de la salud no es un tema muy abordado dentro de los casos de estudio si se compara con el amplio estudio de autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007), Randall (1999), Edwards (2005) o Torgal & Jalili (2010). Únicamente en los casos de estudio de As Corcerizas y San Martiño se hace referencia a criterios que afectan directamente a la salud, sin embargo se observa con la correlación de datos que en todos los casos de estudio analizados se utilizan criterios que ayudan a incrementar la calidad de vida de las construcciones.

Uno de los principales temas de la salud es asegurar la **calidad del aire interior**. Este tema es ampliamente estudiado por autores como Tirone (2009) o Cofaigh (2007). Tirone (2009) afirma que mantener una buena calidad del aire interior es asegurar una buena ventilación natural, a través la cual, es posible no solo mejorar la calidad del aire interior, sino también, regular el confort térmico en ese espacio. Se observa que en todos los casos de estudio analizados se cumple el criterio de ventilación natural cruzada. La creación de barreras verdes como en Armadillo, As Corcerizas y San Martiño ayuda a reducir la contaminación procedente del exterior. Permitir la respiración del edificio es uno de los criterios seguidos en San Martiño que ayudan a mejorar la calidad del aire interior.

En cuanto a los **materiales tóxicos**, se observa As Corcerizas y San Martiño que muestran gran importancia en la utilización de materiales saludables, biocompatibles, ecológicos y que no afecten a la salud de los ocupantes. Sin embargo, la fundamentación teórica abordada por autores como Cofaigh (2007), Torgal & Jalali (2010) o Tirone (2009) no es tan rigurosa con la elección de los materiales. La fundamentación teórica especifica que se deben utilizar los materiales que menos perjudiquen a la salud. Otro de los aspectos en el que se aprecian criterios que muestren importancia en términos de salud es el estudio de la radioactividad del granito que se aborda en San Martiño que es ampliamente planteado por autores como Torgal & Jalali (2010).

La **luz natural** es un tema analizado por autores como Randall (1999) o Cofaigh (2007) que únicamente es abordado dentro del caso de estudio de Armadillo. Sin embargo este hace referencia a aspectos más energéticos que de salud. Una vez establecida la correlación de los datos, se observa que todos los proyectos son capaces de aportar luz natural a todas las estancias, y por lo tanto, se cumple un criterio de gran importancia, que ayuda a incrementar la calidad de vida de los ocupantes del edificio.

El **ruido** es un tema abordado por Randall (1999) o Cofaigh (2007) que no es tratado en ninguno de los casos de estudio, sin embargo, se observa que en proyectos como Armadillo, As Corcerizas y San Martiño, utilizan la creación de barreras verdes como medida que ayudará a reducir la contaminación del ruido exterior en el interior del edificio.

Un criterio de gran importancia en la salud observado en As Corcerizas y en San Martiño es el análisis de las energías telúricas, que pueden ser perjudiciales para todos los ocupantes del interior del edificio, a pesar de ser observadas dentro del análisis de entrevistas y cuestionarios, no aparecen referenciadas dentro de la fundamentación teórica.

La mayor parte de los criterios no son recogidos del análisis de los casos de estudio, sino que son observados a través de la correlación de los datos. La difícil cuantificación de los beneficios que traen los criterios de la salud en el ocupante son motivos por los que no son muy frecuentes las referencias a aspectos de la salud dentro de los casos de estudio.

Confort

El **confort** es uno de los principales temas abordado por autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Fordham (1999). Según Tirone (2009), el confort ambiental es una importante contribución para la salud y el bienestar. El tema del confort únicamente es referido en el caso de estudio de San Martiño, en él que puede observar varios criterios de **confort térmico** que contribuyen ampliamente con la salud como el control de la humedad entre 60 y 70% (menos de 60% de humedad - catarros; más de 70% - problemas reumáticos) y la diferencia de un grado de temperatura (sin que ello perjudique al confort) de 20°C a 19°C, puede ayudar a reducir enfermedades porque ayuda a mantener al ocupante más activo. El tema del confort no consigue separarse totalmente de la salud; autores como Cofaigh (2007) afirman que el confort ambiental y la calidad del aire interior son los factores más relevantes para salvaguardar la salud y el bienestar de las personas.

Existen más criterios observados que ayudan a aumentar el confort en las edificaciones, proyectos como Lombao, ayudarán a crear un **confort visual** mediante la vinculación visual de todos los espacios interiores y exteriores o **confort espacial** mediante la vinculación de los espacios exteriores con sus adyacentes interiores. A pesar de ser un tema ampliamente abordado en la fundamentación teórica por autores como Tirone (2009), Cofaigh (2007) o Fordham (1999), medir los beneficios del confort resulta complicado, por lo tanto, entendemos que la estrategia de los autores de los casos de estudio es evitar las referencias a un tema en el que la práctica empírica es diferente de la práctica teórica.

Economía energética

El tema de la economía energética es uno de los principales temas abordados dentro de los casos de estudio. Se observa que los arquitectos optan por medidas que contribuyen a economizar la energía. De un modo general, los Casos de Estudio muestran gran importancia en aspectos de diseño pasivo y ahorro energético.

En referencia a **energías renovables**, un tema ampliamente abordado por autores como Edwards (2005) y González Díaz (2004), observamos que Lombao, con el uso de la caldera de biomasa y As Corcerizas, con el uso de energía solar, energía eólica, energía hidráulica y caldera de biomasa son unos buenos ejemplos de obtención de energía a través de fuentes renovables y limpias. La energía hidráulica y la biomasa no han sido temas abordados dentro de la fundamentación teórica pero uno de los criterios esenciales expuesto en este tema ha sido el fomento y maximización del uso de energías renovables y la exploración del uso de energías renovables. Tal y como afirma Edwards (2005), existen numerosas fuentes de energía renovables que no han sido abordadas y numerosas fuentes de energías renovable por explorar. El exitoso rendimiento que ofrecen estos tipos de fuentes de energía en los casos de estudio nombrados, generará una mayor confianza en estas fuentes en el futuro.

Otro de los temas abordados dentro del análisis de los casos de estudio es la **energía de construcción**. Autores como González Díaz (2004), Roaf (2007) o Randall (1999) abordan este tema en profundidad. Uno de los principales criterios utilizados es reducir, reciclar y recuperar para disminuir los gastos energéticos ambientales; este criterio es seguido en Lombao, As Corcerizas y San Martiño y es ampliamente abordado por González Díaz (2004). Armadillo incorpora un criterio de gran importancia dentro de la fundamentación teórica como es la utilización de sistemas constructivos recuperables desmontables, de montaje seco, o al menos reciclables (González Díaz, 2004). Este concepto se logrará mediante la estandarización y prefabricación de las piezas que constituyen la carcasa del proyecto. El reciclado y la recuperación son medidas adoptadas por los casos de estudio que ayudan a economizar el consumo de energía. La utilización de sistemas de montaje prefabricados y estandarizados, servirá para economizar el consumo de energía durante la construcción ya que se adaptará a un proceso industrializado y eficiente.

El **diseño pasivo** es el tema más abordado dentro de los casos de estudio analizados en referencia a economía energética. Algunos de los autores que muestran mayor interés en estos aspectos son Tirone (2009) y Ganzález Díaz (2004). Los criterios obtenidos del análisis de los casos de estudio se encuentran abordados dentro del apartado de bioclimatismo, ya que es el término más empleado para designar a las medidas de diseño pasivo. Criterios seguidos en todos los casos de estudio como la creación ventilación cruzada para ayudar a refrigerar, orientación adecuada de los

espacios interiores según su utilización y para el aprovechamiento de la energía solar pasiva son temas abordados en profundidad en la fundamentación teórica, lo que San Martiño aprovecha utilizando galerías y ventanas velux para aprovechar con eficacia la energía solar pasiva. Otro criterio como la utilización de barreras verdes para controlar la penetración solar es utilizado en Armadillo, As Corcerizas y San Martiño. Existen otros criterios como un buen diseño de la envolvente para evitar los puentes térmicos como en Lombao, o la apertura del edificio a sur y pequeños huecos a norte, seguidas en Lombao, As Corcerizas y San Martiño, que ayudarán a reducir los gastos de climatización y por lo tanto, a fomentar la economía energética. El uso de cubierta vegetal en As Corcerizas es un buen ejemplo de aislamiento ecológico que ayudará a mantener un equilibrio de temperatura dentro del edificio.

El tema de la **iluminación eficiente** es un tema únicamente referido en Armadillo; donde se incorporan luminarias LED para reducir el consumo eléctrico. Este tema es ampliamente abordado por autores como Tirone (2009) o Ganzález Díaz (2004). González Díaz (2004) afirma que una iluminación eficiente comienza por potenciar una iluminación natural hasta donde sea arquitectónicamente posible. Pero si ello no es suficiente, se recomienda el uso de equipos de consumo eficiente, estas pueden conseguir un ahorro del gasto del 82%. Por otro lado, Tirone (2009) afirma que consecuentemente al uso de lámparas eficientes, se reducirán las emisiones de CO₂ para la atmósfera en el sector doméstico. Hay que recordar que las luminarias LED son una invención muy reciente y muchos de los proyectos son anteriores a la invención de este tipo de lámparas, por lo tanto, no es una medida utilizada en todos los proyectos.

Los **electrodomésticos eficientes** son otra de las principales preocupaciones tanto en la fundamentación teórica de autores como Tirone (2009) o Ganzález Díaz (2004), como en los casos de estudio de Lombao, As Corcerizas y San Martiño. Estos casos de estudio incorporan electrodomésticos eficientes que permitan asegurar la eficiencia energética. Esta medida supone una medida activa de ahorro energético considerable.

Los **sistemas de gestión de energía y monitorización** continua es un tema que únicamente es abordado en As Corcerizas, ya que desde "A casa das enerxías" se puede gestionar la producción de energía. En el resto de casos de estudio no existe ninguna medida para este tema. Autores como González Díaz (2004) afirman que todavía es una tecnología que está en pleno desarrollo y su instalación es muy costosa. Por lo tanto, es un criterio de proyecto poco empleado en la actualidad.

Ciclo de Vida del material

El ciclo de vida del material es otro de los temas a los que más se hace referencia en los criterios obtenidos del análisis de los casos de estudio. Se puede observar que todos los casos analizados se adoptan medidas para respetar el ciclo de vida del material. Este tema es abordado por autores como Roaf (2007), Cofaigh (2007), Tirone (2009), Solanas (2006), Edwards (2005) o Paniagua (2011), entre otros.

El **impacto ambiental** es uno de los principales puntos de abordaje de autores teóricos como Cofaigh (2007), Tirone (2009) o Solanas (2006). Criterios como la conservación de la naturaleza existente, adoptada en Armadillo, la integración de los hábitats naturales en los procesos de desenvolvimiento del proyecto arquitectónico, adoptada en As Corcerizas, la reutilización de recursos, adoptada en Lombao o la especificación de los materiales bajo una perspectiva ecológica, adoptado en San Martiño, son algunos de los criterios analizados en los casos de estudio que abordan el impacto ambiental. Se

observa que la principal preocupación dentro del tema de impacto ambiental es la conservación de la naturaleza y el aprovechamiento de los recursos. Un criterio incorporado por As Corcerizas que ayuda a reducir las presiones ambientales es la depuración de aguas residuales a través de plantas macrófitas.

Otro de los principales temas referidos en la fundamentación teórica por autores como Roaf (2007) o Edwards (2005) es la **energía incorporada**. Este tema es abordado por Lombao, As Corcerizas y San Martiño en referencia al tema de la utilización de fuentes locales de abastecimiento de materiales pesados como madera, granito y pizarra. Por lo tanto, la utilización de fuentes locales de material pesado justifica una elección sostenible en los proyectos anteriormente citados.

El **análisis del ciclo de vida del material** es otro de los temas que mayor importancia tiene dentro del apartado de ciclo de vida del material. Autores como Edwards (2005) o Cofaigh (2007), entre otros, estudian en profundidad este tema. El análisis del ciclo de vida dentro de los casos de estudio es ampliamente abordado. Uno de los principales criterios que se observa en As Corcerizas y San Martiño es la aplicación de criterio ecológicos desde el inicio. Edwards (2005) afirma que el ACV considera todos los factores ecológicos a lo largo del tiempo. Otro de los criterios que también es analizado en la fundamentación teórica y que se observa en el análisis de los casos de estudio es maximizar la durabilidad. Cofaigh (2007) afirma que en el CCV tiene en cuenta los costes de manutención a lo largo de la vida útil del edificio. En casos de estudio como Lombao se asegura la durabilidad mediante el uso de gaviones de pizarra para proteger zonas débiles al impacto y en Armadillo, el uso de carcasa ante actos vandálicos y acabados automantenibles, son algunos buenos ejemplos de criterios que se pretenden utilizar para ayudar al mantenimiento del edificio, y por lo tanto, a maximizar su durabilidad. El uso de materiales eco-eficientes, abordado por autores como Edwards (2005) o Cofaigh (2007), es otro criterio seguido por Lombao, As Corcerizas y San Martiño. En último lugar Armadillo cumple con otro criterio tratado que es la posibilidad de sustituir las partes, ya que el sistema constructivo de este edificio posibilita esta acción. Como se puede observar, dependiendo de la elección del material, se aplican unos criterios u otros con fin de reducir el coste del ciclo de vida del material, ya sea a través de la maximización de la durabilidad de la construcción y su posible desmontaje o la utilización de materiales bajo la perspectiva ecológica para minimizar los costes del impacto medio ambiental.

En último lugar, el **fin del ciclo de vida** es abordado por autores como Edwards (2005), Paniagua (2011) o Tirone (2009). En los casos de estudio, el fin del ciclo de vida es una de las principales áreas de abordaje, ya que en todos se cumple al menos un criterio sobre este tema. Edwards (2005) afirma que todas las formas de construcción tienen posibilidades de reciclaje, reutilización o reducción de residuos. Es preferible la reutilización al reciclado, debido al gasto de energía para la adecuación de los materiales, y es preferible reciclar a descartar, opción que debe ser comprendida como último recurso, pues la capacidad de los vertederos cada vez es menor, los impuestos sobre los residuos aumentan y la producción de metano y otros gases emitidos en estos locales contribuye para el calentamiento global. Proyectos como San Martiño incorporan el criterio de recuperación y rehabilitación, San Martiño y Lombao utilizan materiales reutilizados, As Corcerizas trata el tema de la gestión de la materia orgánica en origen para compostaje para reducir los residuos operados durante la vida útil en los vertederos y Armadillo trata el tema de materiales reciclables y el fácil desmontaje de la edificación después de la vida útil.

Otros criterios

En los casos de estudio únicamente nos encontramos con criterios aportados por Armadillo como lectura nocturna del edificio, recogida y evacuación de las aguas pluviales de forma natural, fácil implantación del elemento debido a la existencia de servicios e infraestructuras urbanas y traslado al lugar y montaje mediante grúas que no aparecen referenciados por la fundamentación teórica. Sin embargo, se puede apreciar que estos datos corresponden más a parámetros de proyecto que a criterios, ya que estos son determinados por la situación, las características de la zona de estudio o el clima. Por lo tanto, se aprecia una confusión terminológica entre parámetros y criterios.

8. CONCLUSIONES

8.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es centrarse en los resultados generales de esta disertación. Durante el proceso de investigación se ha dado respuesta al objetivo 1, "Identificar indicadores que definan arquitectura sostenible" y al objetivo 2, "Definir criterios de proyecto de arquitectura sostenible en Galicia". Esto fue posible por la revisión de la literatura (cap.4), como en el análisis de las entrevistas y cuestionarios (cap.5) y casos de estudio (cap.6). En el capítulo 7 se establece la correlación de las respuestas a los objetivos entre la fundamentación teórica y los datos obtenidos a partir del análisis de las entrevistas y cuestionarios y los casos de estudio. Este último capítulo se ocupa de las principales conclusiones de la disertación, los objetivos marcados al inicio de la investigación y define la contribución fundamental de la investigación para el conocimiento.

8.2 Objetivo 1: Indicadores

En términos generales se puede afirmar que la definición obtenida sobre la arquitectura sostenible en Galicia, logra asentarse sobre las bases dentro del campo teórico. Muchos de los indicadores analizados coinciden con los indicadores que definen a la arquitectura sostenible en la actualidad. Sin embargo, en casos prácticos, existen otros indicadores que forman parte de la interpretación propia del arquitecto como el caso de la integración en el medio. Esto muestra que la teoría es parte fundamental del proyecto sostenible, no obstante, existe una componente interpretativa que influye en la práctica.

El tema de la salud es un tema que en términos prácticos es muy poco abordado y siempre de una forma muy general y en comparación con el abordaje teórico el abordaje práctico es muy leve. El principal motivo del escaso abordaje que sufre el tema de la salud es dado por la dificultad con la que los profesionales se encuentran al medir los beneficios resultantes de incluir a la salud dentro de la ecuación de sostenibilidad.

El confort es otro de los temas que es escasamente abordado dentro del campo de la práctica, al igual que el tema de la salud, el motivo del escaso abordaje del tema del confort es debido a la subjetividad de medir los beneficios que el confort trae al proyecto sostenible.

Aspectos como elección de material, impacto ambiental, aprovechamiento de recursos, gestión de residuos o bioconstrucción son algunos de los indicadores señalados por la práctica de arquitectura sostenible para abordar el tema del análisis del ciclo de vida del material. En términos prácticos, es un tema muy recurrente debido a que las medidas y conceptos que ayudan a respetar el ciclo de vida del material son prácticas más fácilmente cuantificables, y por lo tanto, de mayor relevancia dentro de la experiencia empírica.

La economía energética es otro de los temas que revelan su importancia dentro del área disciplinar de la arquitectura sostenible en Galicia. Bioclimatismo y ahorro energético son

indicadores extraídos de la práctica de arquitectura sostenible, que se asientan sobre el indicador de economía energética. Al igual que análisis del ciclo de vida del material, en términos prácticos, es un tema muy recurrente y las medidas y conceptos que ayudan a economizar la energía, son prácticas más fácilmente cuantificables y de mayor relevancia, dentro de la experiencia empírica.

Como se puede observar, la práctica se muestra mayor importancia en aspectos de análisis del ciclo de vida del material, o de economía energética. Temas como la salud y el confort que son escasamente analizados. Aspectos de salud o confort corresponden a conceptos y medidas de la construcción que son menos cuantificables, es decir, con medios disponibles es difícil medir los beneficios resultantes, a pesar de que sabemos que existen y son importantes. Por otro lado, el análisis del ciclo del material y la economía energética son conceptos y medidas que, son más fáciles de medir. Por lo tanto, la práctica de arquitectura sostenible se centrará en aspectos más fáciles de demostrar empíricamente.

8.3 Objetivo 2: Criterios

El abordaje de la correlación de los datos muestra de una forma general que existe una confusión en términos prácticos entre criterios e indicadores (entrevistas y cuestionarios) y criterios y parámetros (casos de estudio). Por lo tanto, el estudio de los criterios analizados, en algunos casos, se aborda de una forma muy general.

Dos conceptos complementarios de los criterios fueron identificados: criterios explícitos, aquellos que reflejan el modo más común de actuar, se elaboran a partir de las situaciones habituales y criterios implícitos, que están basados en los conocimientos y experiencias de un profesional sobre el tema en cuestión, estando, por tanto condicionados por la subjetividad. El primer tipo de criterios corresponde a aspectos y medidas más "cuantificables" y el segundo corresponde a aspectos y medidas "menos cuantificables".

Economía Energética o Ciclo de Vida del Material podrán ser considerados como criterios explícitos, Salud y Confort podrán ser considerados como criterios. La combinación de ambos puede contribuir a un juicio más consistente y objetivo dentro del área de la arquitectura sostenible.

El estudio de correlación muestra que los criterios obtenidos dentro de la práctica son completamente válidos y se asientan sobre la teoría de la arquitectura sostenible. El estudio de la sostenibilidad se asienta desde la perspectiva económica, social y ambiental. Por lo tanto, los criterios obtenidos reflejan la importancia de estos tres factores y se obtendrán criterios sociales (aquellos relacionados con la Salud y Confort), criterios económicos (Economía Energética) y criterios ambientales y de durabilidad (Criterios de Ciclo de Vida de Material).

Criterios en referencia a Salud

El área de la salud es escasamente abordado dentro de la práctica. Sin embargo, se observa diferentes criterios que sirven como salvaguarda en todos los aspectos que afectan a la salud. Como se ha afirmado anteriormente, es difícil cuantificar los

beneficios resultantes a corto plazo, por lo tanto, la práctica del proyecto de arquitectura se centra en otros aspectos que muestren un resultado más fácil de medir.

Los criterios obtenidos tocan temas del campo de la salud como: calidad del aire interior, materiales tóxicos, luz natural y ruido.

En lo referente a medidas que incrementen la calidad del aire interior, se revela que la ventilación natural cruzada es la principal medida seguida en términos prácticos para mejorar la calidad del aire interior. La utilización de barreras verdes en el exterior, para que estas absorban la contaminación, será otro de los criterios que se observen más habitualmente la práctica.

Los criterios referidos a materiales tóxicos muestran mucha preocupación por la minimización de contaminantes. En casos de estudio como As Corcerizas y San Martiño se opta por la utilización de materiales sostenibles, saludables y biocompatibles como criterio para asegurar la eliminación de materiales tóxicos de la construcción. Sin embargo, la teoría se muestra más flexible a la hora de seleccionar estos materiales y simplemente se pretende la selección de aquellos materiales que sean menos perjudiciales para la salud. Por lo tanto, se considerará que todos los casos prácticos cumplen con el tema de la eliminación de materiales tóxicos por la existencia en Europa de una normativa muy estricta en referencia a materiales contaminantes y nocivos para la salud.

La luz natural es un tema que únicamente es abordado por el caso de estudio de Armadillo. Sin embargo, el tema de la luz natural no está enfocado desde el punto de vista de la salud, sino desde el ahorro energético. A pesar del tema de la luz natural no estar recogido dentro del análisis práctico, se puede apreciar que todos los proyectos muestran preocupación por este aspecto, ya que se prioriza la iluminación natural y se permite su entrada a todas las estancias.

El ruido es el último de los aspectos que se aborda en el tema de la salud. No existen referencias en términos prácticos de medidas para minimizar la contaminación por ruido. Sin embargo, mediante el estudio de la correlación, se observa que el uso de barreras verdes exteriores utilizadas en casos de estudio como Armadillo, As Corcerizas y San Martiño, son medidas que ayudan a reducirlo en el interior de las construcciones.

Criterios en referencia a Confort

El tema del confort es abordado de una manera escasa y general dentro de la práctica de arquitectura sostenible. Únicamente se observa una pequeña referencia dentro del caso de estudio de San Martiño que aborda el tema del confort térmico y como este puede contribuir a la salud del ocupante. Temas como el control de la humedad entre 60 y 70% (menos de 60% de humedad, catarros; más de 70% problemas reumáticos) y la diferencia de un grado de temperatura (sin que ello perjudique el confort) de 20°C a 19°C pueden reducir enfermedades porque ayuda a mantener al ocupante más "activo". El tema del confort no consigue separarse totalmente de la salud, ya que el confort ambiental es señalado como uno de los factores más relevantes para salvaguardar la salud y el bienestar de las personas.

Existen más criterios observados que ayudan a aumentar el confort en las edificaciones; proyectos como Lombao ayudarán a crear un confort visual mediante la vinculación visual de todos los espacios interiores y exteriores, o confort espacial mediante la

vinculación de los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante su uso. A pesar de ser un tema ampliamente abordado en la fundamentación teórica, medir los beneficios del confort resulta complicado. Por lo tanto, se entiende que la estrategia de los autores de los casos de estudio es evitar las referencias a un tema en el que la práctica empírica es diferente de la práctica teórica.

Criterios Ambientales y de Durabilidad (Ciclo de vida del material)

Se observa que el ciclo de vida de material es un tema ampliamente abordado por los casos prácticos. Estos incorporan numerosos criterios en los diferentes aspectos que afectan al campo del ciclo de vida del material. La fácil medición de los efectos, que las decisiones de proyecto traen al medio ambiente, es el principal motivo del abordaje en términos prácticos.

Impacto ambiental, energía incorporada, análisis del ciclo de vida o fin del ciclo de vida son los temas extraídos de los criterios que abordan el tema del Ciclo de Vida del Material.

El impacto ambiental es uno de los temas donde se muestra mayor preocupación. Aprovechamiento de recursos, minimización de recursos, reducción del impacto ambiental y minimización de contaminantes, conservación de la naturaleza, integración de los hábitats, la reutilización de recursos y la perspectiva ecológica, son algunos de los criterios observados en la práctica del proyecto sostenible. Por lo tanto, se observa que la principal preocupación dentro del tema de impacto ambiental es la conservación de la naturaleza y el aprovechamiento de los recursos. El principal objetivo de estos criterios es conservar o minimizar el impacto sobre el paisaje y el ecosistema gallego.

Respecto a la energía incorporada, la principal medida observada es el uso de fuentes locales de materiales pesados. Esta medida es utilizada en casos de estudio como Lombao, As Corcerizas y San Martiño. También la preocupación por los bajos costes del transporte en Armadillo y Lombao son criterios que ayudarán a reducir la energía incorporada derivada del transporte.

En términos prácticos, el análisis de ciclo de vida muestra su principal preocupación en la elección del material. La aplicación de criterios ecológicos desde el inicio del proyecto así como la utilización de materiales ecológicos seguida en As Corcerizas y San Martiño., como la preocupación mostrada por maximizar la durabilidad de la construcción en Armadillo y Lombao, son los principales criterios seguidos en la práctica. Otro criterio adoptado por Armadillo, que respeta el análisis del ciclo de vida del material, es la posibilidad de sustitución de las partes del edificio. Dependiendo de la elección del material, se aplicarán unos criterios u otros con fin de reducir el coste del ciclo de vida del material, ya sea a través de maximizar la durabilidad de la construcción, y su posible desmontaje o la utilización de materiales bajo la perspectiva ecológica, para minimizar los costes del impacto medio-ambiental.

En último lugar, en el tema del fin de ciclo de vida del material, puede observarse una gran preocupación en la reutilización, el reciclado y el reciclaje de materiales. Estas medidas pretenden minimizar el impacto ambiental, que se origina en la extracción de materiales, y reducir los escombros destinados a los vertederos. La rehabilitación de edificios es una de las medidas adoptadas en San Martiño que contribuye de una manera positiva al ciclo de vida del material. Se observa que no se muestra preocupación únicamente en los materiales de construcción, sino que también se muestra

preocupación por los residuos generados por los edificios durante su operación (zonas de reciclado en San Martiño y compostaje y depuración de aguas residuales en As Corcerizas).

Criterios de Economía energética

Los aspectos de economía energética como ya se ha referido, son junto a ciclo de vida de material los principales temas de abordajes debido a la fácil medición del impacto que estas decisiones generan. Se muestran especial importancia en aspectos de diseño pasivo y ahorro energético. Otros temas como energías renovables o sistema constructivo también son abordados.

En referencia a **energías renovables**, existen prácticas exitosas en los casos de estudio como Lombao y As Corcerizas. En As Corcerizas se opta por la diversificación a pequeña escala de fuentes de producción de energía (solar, eólica e hidráulica), mientras que en Lombao y As Corcerizas se opta por el uso de la caldera de biomasa. El exitoso rendimiento que ofrecen estos tipos de fuentes de energía en los casos de estudio nombrados, generará una mayor confianza en esta fuentes de energía en el futuro. Ambos casos se denominan energéticamente independientes.

En todo proyecto sostenible, en que se pretenda una economía energética, es muy importante la elección del **sistema constructivo** adecuado. En casos de estudio como Lombao, As Corcerizas y San Martiño se presta gran atención a la reutilización de los recursos. El reciclado o la recuperación son también medidas adoptadas por los casos de estudio que ayudarán a economizar el consumo de energía. En Armadillo se utilizan sistemas de montaje prefabricados y estandarizados. Este criterio servirá para economizar el consumo de energía durante la construcción ya que se adaptará a un proceso industrializado y eficiente.

Un buen **diseño pasivo** es la principal preocupación en casos prácticos. Un buen diseño puede conseguir hasta un 50% de ahorro energético en el proyecto de arquitectura. Una orientación adecuada que permita aprovechar la energía solar pasiva con un diseño de pequeños huecos a norte, un buen diseño de la envolvente que permita aumentar la inercia térmica del edificio y la eliminación de los puentes térmicos, son los principales criterios extraídos de la práctica que permiten tener un buen desempeño energético. La creación de una ventilación cruzada que permita refrescar en invierno, el uso de la cubierta vegetal que ayude a mantener una buena inercia térmica en el edificio y el uso de barreras verdes a modo filtro para la incidencia solar, son otras de las medidas extraídas de los casos de estudio que ayudan a asegurar un buen diseño pasivo.

El tema de la **iluminación eficiente** es únicamente abordado por el caso de estudio de Armadillo. El uso de luminarias LED de bajo coste supone un ahorro entorno a un décimo el consumo de energía. Además, las luminarias presentan beneficios tales como la facilidad de controlar la cantidad de luz emitida; la longevidad, cincuenta veces superior a las incandescentes convencionales y la dimensión. Habría que recordar que las luminarias LED son una invención muy reciente y muchos de los proyectos son anteriores a la invención de este tipo de lámparas.

El **ahorro energético** es una de las principales preocupaciones. Casos de estudio como Lombao, As Corcerizas y San Martiño buscan la eficiencia energética a través de electrodomésticos eficientes tipo A; lo que supone una medida activa de ahorro energético considerable.

Otro de los temas de la economía energética son los **sistemas de gestión de energía y monitorización continua**. En As Corcerizas se utiliza un sistema de control de producción de la energía lo que le asegura una gestión sobre la energía producida. Sin embargo, el tema de los sistemas de gestión de energía y monitorización continua son una tecnología que está en pleno desarrollo y su instalación es muy costosa.

8.4 Otras contribuciones

A lo largo de la disertación se ha obtenido diferente información relativa a la práctica de arquitectura sostenible en Galicia en la que se da respuesta a los objetivos marcados al inicio de la investigación. Sin embargo, no toda la información obtenida corresponde a la respuesta de los objetivos y por lo tanto se consigue dar respuesta a diferentes puntos de abordaje e interés para el estudio del tema de la arquitectura sostenible en Galicia.

Principales problemas en la ejecución de la construcción sostenible en Galicia

Los limitantes económicos, el desconocimiento, el usuario y la falta de formación de los profesionales y el usuario son los principales en referencia a los problemas para realizar el proyecto de arquitectura sostenible.

Aspectos como la domótica y su elevado precio y los altos costes iniciales de medidas, que pueden traer un beneficio a largo plazo, son los principales limitantes económicos que influyen en la ejecución de proyectos sostenibles en Galicia.

Por otro lado, el desconocimiento por parte de los usuarios y profesionales del beneficio a medio o largo plazo que la arquitectura sostenible trae tanto en aspectos de salud, de bienestar o de ahorro energético y de los beneficios medioambientales, puede ser otro motivo que limita la construcción de proyectos sostenibles.

La falta de formación y experiencia de los oficios y profesionales es otro problema a la hora de aplicar técnicas novedosas en la construcción que la arquitectura sostenible plantea.

Situación de Galicia en referencia a la arquitectura sostenible

En respuesta a la pregunta se obtiene que los blogs, la arquitectura tradicional, la rehabilitación y la iniciación son los principales temas en referencia a la situación de la arquitectura sostenible en Galicia.

Galicia es una fuente de cultura y de tradición, la arquitectura tradicional gallega es una buena prueba de ello. Muchos de los entrevistados muestran que la arquitectura sostenible debería mirarse en la arquitectura tradicional como modelo de conocimiento constructivo empírico. Muchos otros arquitectos señalan que una de las estrategias que deberían realizarse es la recuperación y rehabilitación de toda esta arquitectura como medida de sostenibilidad: Recuperando y rehabilitando estas construcciones populares estaríamos contribuyendo a una reducción del impacto ambiental y del consumo de energía.

Los ejemplos de arquitectura vernácula son el fruto de un lento proceso de ajuste que ha durado centenares y miles de años, destinado a la creación de condiciones de confort

ambiental, utilizando del mejor modo los recursos locales. Este patrimonio, que en gran parte está en abandono, representa una fuentes inagotable de información y sugerencias. Tomando algunos principios inspiradores y revitalizándolos en función de la disponibilidad de nuevos materiales y conocimientos, con el fin de garantizar el bienestar térmico con una notable reducción del empleo de combustibles fósiles, haremos un uso inteligente de este patrimonio. Surgen, sobretodo, principios inspiradores de diseño pasivo y aprovechamiento de la energía solar pasiva.

A pesar de que Galicia tenga un potencial sostenible enorme, muchos de los entrevistados creen que la construcción de arquitectura sostenible aún se está iniciando, seguramente porque hasta el momento no se ha sentido la necesidad de adoptar medidas sostenibles en los proyectos de arquitectura. Urge avanzar de un modo sostenible y, para ello, no se puede abandonar en el camino ninguna buena práctica que ya tengamos aprendida, como son las de las arquitecturas vernáculas. Recuperar y rehabilitar la arquitectura popular y tradicional gallega puede ser una de las mayores medidas de sostenibilidad que se pueden aplicar en Galicia.

Parámetros de proyecto de arquitectura sostenible en Galicia

En este apartado se abordarán alguno de los principales parámetros que aparecen con mayor frecuencia durante el análisis de los casos de estudio y no son lo suficientemente tratados.

El bioclimatismo será un concepto que en términos prácticos se recurrirá con frecuencia para abordar criterios del diseño pasivo. La bioconstrucción es otro de los parámetros que en la práctica es muy recurrido para designar a criterios de construcción con materiales de bajo impacto ambiental, ecológicos y altamente reciclables. Muchas de estas construcciones se aproximan a las utilizadas en los casos de estudio de uso de piedra de origen local (granito y pizarra de canteras próximas). El reiterado uso de estos conceptos en los casos de estudio no significa que el abordaje del proyecto sostenible tenga que ser bioclimático o de bioconstrucción. El proyecto de arquitectura sostenible debe valorar si la aplicación de estas medidas ayudará a conseguir un mayor desempeño ecológico- ambiental.

Otro de los principales parámetros de gran importancia en el proyecto de arquitectura sostenible es la ventilación cruzada. Esta medida ayudará tanto en términos de salud para mejorar la calidad del aire interior en términos de eficiencia energética como medida de refrigeración en verano. El uso de la ventilación cruzada se ha convertido en una medida abordada por todos los casos de estudio para contribuir en áreas como la salud y la eficiencia energética.

La reducción de gastos en calefacción o agua caliente sanitaria son las principales medidas de ahorro energético observadas en los casos de estudio. El principal motivo, de que la mayoría de los casos de estudio se centre en este aspecto, es que la calefacción y el agua caliente sanitaria suponen las dos terceras partes del gasto doméstico en España.

El uso de materiales locales pesados como el granito, la pizarra o la madera, es uno de los principales parámetros observados en la práctica. Esto supone un menor coste de transporte y una menor emisión de CO2 debido a que se reducen los costes por energía incorporada.

8.5 Conclusiones finales

Esta investigación desenvuelve un examen crítico e integral del área disciplinar de la arquitectura sostenible en Galicia. Con un enfoque coherente y sistemático la investigación logra una revisión exhaustiva y crítica de la literatura sobre el tema, una conceptualización de los principales temas implícitos en el campo y una aplicación minuciosa de los métodos de investigación que sirven de principal apoyo para aportar una contribución al conocimiento. El desarrollo de esta disertación es innovador ya que el tema de la arquitectura sostenible en Galicia nunca ha sido analizado anteriormente.

Para alcanzar los objetivos de investigación establecidos, es importante subrayar que el tiempo y los recursos disponibles han sido limitados. Este hecho resulta en el análisis de 4 casos de estudio y la consulta de 11 profesionales del área de la arquitectura sostenible en Galicia, por medio de entrevistas y cuestionarios. Para poder aplicar pragmáticamente los resultados de esta disertación, la investigación futura deberá abordar la combinación de teoría y de práctica.

En esta investigación, la revisión bibliográfica proporcionó la identificación de los elementos que dan respuesta a los objetivos marcados al inicio de la investigación. Estos elementos fueron comparados a través de un riguroso proceso científico con los elementos obtenidos en la consulta a especialistas del tema (entrevistas y cuestionarios) y en los casos de estudio que dan respuesta a los objetivos de la investigación. Este enfoque de la investigación nunca se ha utilizado específicamente para investigar la arquitectura sostenible, por lo tanto, se considera una técnica novedosa y rigurosa de aplicación científica. De la comparación de los elementos logrados se obtiene una respuesta específica a la interpretación de la definición de la arquitectura sostenible y a los principales criterios de proyecto de arquitectura sostenible empleados en Galicia.

De un modo general, esta investigación es una amplia contribución para revelar diferentes soluciones de proyecto de arquitectura sostenible que se practican en Galicia. La aplicación de los criterios e indicadores obtenidos en esta investigación podrán contribuir, en mayor o menor, medida para el éxito de la práctica del proyecto sostenible.

El proyecto de arquitectura sostenible en Galicia muestra mayor interés en aspectos de análisis del ciclo del material y de economía energética que en otros aspectos esenciales para la sostenibilidad como la salud y el confort. El principal motivo de esta afirmación es la relación subjetiva que temas como la salud y confort tienen dentro de la práctica. Temas como análisis del ciclo del material y de economía energética muestran una mayor relación empírica con el proyecto, y por lo tanto, serán los principales temas abordados por los profesionales. La práctica del proyecto sostenible consigue asentarse sobre la base económica, social y ambiental que promueve la sostenibilidad.

No se puede afirmar que la arquitectura sostenible sea un estilo arquitectónico propio, un modelo propio de construcción. La arquitectónica sostenible se reconoce a través de la valoración rigurosa de cómo todas las decisiones de proyecto afectan al medioambiente, a la economía y a la sociedad. La arquitectura más sostenible es aquella que no se construye. Por lo tanto, únicamente se podrá señalar si un proyecto de arquitectura es más o menos sostenible. Las opciones del proyecto que la arquitectura sostenible ofrece son amplias.

Los casos de estudio muestran que Galicia es una fuente de recursos inagotable para poder realizar el proyecto de arquitectura sostenible. Aspectos como el autoabastecimiento de materiales con fuentes locales de producción, la posibilidad de autosuficiencia energética o de construcciones de muy bajo consumo energético, o el uso de materiales naturales que no afecten a la salud de los ocupantes; son algunos de los aspectos que ayudarán a conseguir una arquitectura más sostenible en el futuro.

El ingeniero norteamericano Buckminster Fuller (2003) afirmaba que nunca se puede cambiar las cosas luchando contra la realidad existente. Para cambiar algo, hay que construir un nuevo modelo que haga obsoleto al actual. Esta afirmación manifiesta que para cambiar el futuro de la insostenibilidad, se deberá implantar un modelo lógico que consiga dejar sin validez al anterior. Por lo tanto, para poder realizar el proyecto de arquitectura sostenible, únicamente se necesitará a arquitectos formados y concienciados que sepan valorar las diferentes opciones de proyecto en las que se puedan aplicar distintos criterios que sigan la lógica ambiental.

GLOSARIO



GLOSARIO

A.C.S.: Agua Caliente Sanitaria.

Abono Orgánico: Fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural.

Acero cortén: Tipo de acero realizado con una composición química que hace que su oxidación tenga unas características particulares que protegen la pieza realizada con este material frente a la corrosión atmosférica sin perder prácticamente sus características mecánicas.

Autosuficiencia: Estado en que el abastecimiento de bienes únicamente depende de uno mismo; de modo que no se requiere ayuda, apoyo o interacción externa para la supervivencia.

Barreras verdes: Filtro vegetal que permite regular la incidencia atmosférica.

Bioconstrucción: Sistemas de edificación realizados con materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables, o extraíbles mediante procesos sencillos y de bajo costo como materiales de origen vegetal y biocompatibles.

Bioclimatismo: Diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles, para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

Biomasa: Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Bomba de calor: Máquina térmica que permite transferir energía mediante calor de un ambiente a otro, según se requiera.

Compostaje: Proceso por el cual se obtiene compost (abono orgánico).

Eficiencia energética: Optimización del consumo de energía

Energías telúricas: Conjunto de radiaciones que emanan de la tierra.

Estandarizar: Tipificar, ajustar o adaptar a un tipo, modelo o norma alguna cosa

Depuración aguas: Obtener a partir de aguas negras o mezcladas un agua efluente de mejores características de calidad y cantidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados.

Gas ciudad: Fuente de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros relacionados con el petróleo o depósitos de carbón.

Gaviones: Contenedores de piedras retenidas con malla de alambre.

Hidrofugantes: Impregnación impermeabilizante al agua que se utiliza para tratar soportes minerales, sobre todo las fachadas, pisos o superficies de hormigón.

Hoja caduca: Árboles o arbustos que pierden su follaje durante una parte del año.

Hoja perenne: Árboles o arbustos que mantienen su follaje durante todo el año.

Impermeabilizantes: Sustancias o compuestos químicos que tienen con objetivo detener el agua.

Lineas Hartmann: Red energética que abarca toda la Tierra y que crea radiaciones rectilíneas.

Materiales ecológicos: Aquellos materiales que la naturaleza proporciona.

Materiales biocompatibles: Materiales saludables que son aceptados por todo cuerpo

Materia orgánica: Aquella que forma a partir de residuos de procedencia animal o vegetal.

Macrófitas: Plantas adaptadas a los medios muy húmedos o acuáticos.

Prefabricar: Sistema de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final.

Polipropileno: Polímero termoplástico, parcialmente cristalino, altamente reciclable.

RCD: Residuos Construcción y Demolición.

Reciclado: Proceso o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado, a un ciclo de tratamiento para obtener una materia prima o un nuevo producto.

Reutilizado: Acción de volver a utilizar los bienes o productos.

Termoarcilla: Bloque cerámico de baja densidad y mayor grosor que el ladrillo convencional.

Velux: Ventanas para tejados que permiten obtener una mayor iluminación en el interior del edificio.

ÍNDICE DE IMÁGENES



ÍNDICE DE IMÁGENES

Fig. 1 Esquema Ciclo de Vida	26
Fuente: University of Strathclyde. Glasgow	
Fig. 2 Esquema de depuración de aguas.....	75
Fuente: Amigos da Terra	
Fig. 3 Alzado este de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.4 Vista general de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.5 Vista parcial de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.6 Detalle gaviones de pizarra.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.7 Detalle baranda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.8 Electrodomésticos eficientes.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.9: Vista interior de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.10: Vista general de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.11: Detalle gabiones.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.12: Construcción de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig. 14: Construcción de la vivienda.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.15: Pavimento Pizarra.....	167
Fuente: Carlos Bóveda	
Fig.16: Vista general aseos.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.17: Vista general aseos.....	168
Fuente: Propia del autor	

Fig.18: Vista general aseos.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.19: Vista del entorno.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.20: Lectura nocturna del edificio.....	168
Fuente: Cecilia López Muíños	
Fig.21: Entorno del edificio.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.22: Vista del entorno fluvial.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.23: Puente del rio Avia.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.24: Paseo Fluvial rio Avia.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.25: Vista nocturna del entorno.....	168
Fuente: Cecilia López Muíños	
Fig.26: Alzado edificio.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.27: Armadillo.....	168
Fuente: Propia del autor	
Fig.28: Vista As Corcerizas.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.29: Vista As Corcerizas.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.30: Vista As Corcerizas.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig. 31: Carpintería de madera	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.32: Carpintería de madera.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.33: Interior As Corcerizas.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.34: Construcción As Corcerizas.....	169
Fuente: Amigos da terra	

Fig.35: Integración en el entorno.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.36: Entrada de luz norte.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.37: Humedad muros enterrados.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.38: Humedad muros enterrados.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.39: Interior edificio.....	169
Fuente: Amigos da terra	
Fig.40: Alzado Rúa Isabel II.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.41: Alzado Rúa San Martiño.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.42: Sala reciclado.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.43: San Martiño desde patio interior.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.44: Vista galerías.....	170
Fuente: Ana María Fernández Puentes	
Fig.45: San Martiño desde patio interior.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.46: Cerchas de madera local.....	170
Fuente: Ana María Fernández Puentes	
Fig.47: Ventana Velux.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.48: Interior galería.....	170
Fuente: Ana María Fernández Puentes	
Fig.49: Barreras verdes.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.50: Reutilización de azulejos.....	170
Fuente: Propia del autor	
Fig.51: Carpintería de madera.....	170

ÍNDICE DE TABLAS



ÍNDICE DE TABLAS

Tab.1: Ejemplo método de Identificación palabras clave.....	6
Fuente: Propia del autor	
Tab.2: Identificador de Indicadores.....	19
Fuente: Propia del autor	
Tab.3: Respuesta al Obj.1 de las entrevistas y encuestas.....	55
Fuente: Propia del autor	
Tab.4: Respuesta al Obj.2 de las entrevistas y encuestas.....	57
Fuente: Propia del autor	
Tab.5: Respuesta a la pregunta 4 de las entrevistas y encuestas.....	59
Fuente: Propia del autor	
Tab.6: Respuesta a la pregunta 5 de las entrevistas y encuestas.....	60
Fuente: Propia del autor	
Tab.7: Selección de Casos de Estudio.....	61
Fuente: Propia del autor	
Tab.8: Indicadores de Casos de Estudio.....	77
Fuente: Propia del autor	
Tab.9: Criterios de Integración en el Medio.....	77
Fuente: Propia del autor	
Tab.10: Criterios de Ahorro Energético.....	78
Fuente: Propia del autor	
Tab.11: Criterios de Gestión de Residuos.....	78
Fuente: Propia del autor	
Tab.12: Criterios de Bioclimatismo.....	79
Fuente: Propia del autor	
Tab.13: Criterios de Bioconstrucción.....	80
Fuente: Propia del autor	
Tab.14: Criterios de Salud.....	80
Fuente: Propia del autor	
Tab.15: Criterios de Mantenimiento.....	81
Fuente: Propia del autor	
Tab.16: Criterios de Estandarización y Prefabricación.....	81
Fuente: Propia del autor	

Tab.17: Tabla de Parámetros.....82

Fuente: Propia del autor

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

Benavente, Ana (1993). *Mudar a escola mudar as práticas: um estudo de caso em educação ambiental*. Lisboa: Livraria Escolar Editora.

Buckminster Fuller, Richard (2003). *El capitán etereo y otros escritos*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

Bybee, Roger (1991). *Planet Earth in crisis: how should science educators respond?*. The American Biology Teacher. New York, NY: Tachers College Press.

Camous, Roger & Watson, Donald (1986). *El habitat bioclimático*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.

Cofaigh, Eoin (ed.) (2007). *Un vitruvio ecológico. Principios y práctica del anteproyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili

Correia, Mariana (2009). *Sustentabilidade conceito e desenvolvimento* in Oliveira Fernandes, Eduardo (2009). *Energías renováveis*. Lisboa: Atelier Nunes e Pã, p.69-76.

Correia Guedes, Manuel (ed.) (2011). *Arquitectura Sustentável em Angola. Manual de Boas Práticas*. Lisboa : CPLP.

Cuchí, Alberto (2006). *Las claves de la sostenibilidad in Vivienda y sostenibilidad en España. Vol. 1: unifamiliar*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, p.17-23.

De Garrido (2008). *Análisis de proyectos de arquitectura sostenible: Naturalezas artificiales (2001-2008)*. Aravaca (Madrid): Ed. McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U.

Edwards, Brian (ed.) (2005). *O guia básico para a sustentabilidade*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.

Folch, Ramón (2006). *Prólogo in Vivienda y sostenibilidad en España. Vol. 1: unifamiliar*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, p.9-16.

Foley, Jonathan (2010). *Límites de un planeta sano in Investigación y ciencia*. Junio 2010. Barcelona: Ed. Prensa Científica S.A, p.69-72.

Fordham, Max (1999). *Comfort, heath and enviromental physics in Enviromental design*. New York: Routlegde.

González Díaz, María Jesús (2004). *Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar*. Madrid: S.A.P.T. Publicaciones técnicas S.L.

Groat, Linda & Wang, David (2002). *Architectural research methods*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Hernández, Carlos (2007). *Prólogo a la edición castellana in Un vitruvio ecológico. Principios y práctica del anteproyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, p.6-8.

Lamberts, Roberto (1997). *Eficiência energética na arquitectura*. São Paulo: PW Editores.

- Makstutis, Geoffrey (2010). *Arquitectura: Teoría y práctica*. Barcelona: Blume
- Muela Velasco, Federico (ed.) (2007). *Regional report on the sustainable construction models in Andalusia*. Sevilla: Fundación EOI.
- Oliveira Fernandes, Eduardo (ed.) (2009). *Energías renováveis*. Lisboa: Atelier Nunes e Pã.
- Pacheco, Fernando & Jalali, Said (2010). *A sustentabilidades dos materiais de construção*. Vila Verde: TecMinho.
- Paniagua, José María (2011a). *Catálogo de obras y edificaciones sostenibles en Galicia*. A Coruña: Colexio Oficial Arquitectos Galicia.
- Paniagua, José María (2011b). *Necesidades de ecoinnovación y ecoconstrucción en la edificación*. A Coruña: Colexio Oficial Arquitectos Galicia.
- Paniagua, José María (2011c). *Pautas para le diseño de viviendas sostenibles en Galicia*. A Coruña: Colexio Oficial Arquitectos Galicia.
- Randall, Thomas (ed.) (1999). *Environmental design*. Bungay, Suffolk: Max fordham & Partners.
- Rees, Williams & Wackernagel, Mathis (2001). *Nuestra huella ecológica*. Santiago de Chile: Lom Editorial.
- Roaf, Sue (ed.) (2007). *Ecohouse: A Design Guide*. Oxford: Architectural Press.
- Solanas, Toni (ed.) (2007). *Vivienda y sostenibilidad en España. Vol. 1: unifamiliar*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- Tirone, Livia (2009). *Construção Sustentável*. Lisboa: Tirone Nunes, SA
- Tirone, Livia (2009b). *Passo a passo: rumo a uma construção mais sustentável* in Oliveira Fernandes, Eduardo (2009). *Energías renovables*. Lisboa: Atelier Nunes e Pa, p.58-63.
- Van Lengen, Johan (2004). *Manual do arquiteto descalço*. Portoalegre (Brasil): Livraria do arquiteto.
- Vela Damonte, Jorge (1999). *Guía Metodológica de Programación Curricular Modular para la Educación Superior Tecnológica*. Lima: Universidad César Vallejo
- Vilches, Amparo & Gil-Pérez, Daniel (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- Yin, Robert K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. London: SAGE.
- Zaretsky, Michael (2010). *Precedents in Zero-energy Design*. New York: Routledge.

ENTREVISTAS



ANEXOS

ANEXO I. ENTREVISTAS

DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

ENTREVISTA 1 (Antonio Hernández)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

No he realizado proyectos que se puedan considerar expresamente como arquitectura sostenible. En cualquier caso si que es habitual e nuestros trabajos, y cada vez más, la utilización de técnicas y materiales tradicionales, madera y piedra que en nuestro entorno inmediato se pueden considerar como recursos sostenibles por la proximidad entre la producción y la instalación.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

Considerando las tres etapas de una edificación:

Aquella en que el proyecto se adecúa al entorno físico en el que se encuentra. Los materiales utilizados en la construcción son los adecuados al clima y al lugar y el mantenimiento de las condiciones de confort de los usuarios se consigue con la menor cantidad de energía posible.

En general, aquella arquitectura que consigue sus fines con la mejor relación entre eficiencia e inversión de recursos en la construcción y el mantenimiento del uso previsto.

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Adecuación al entorno físico, materiales y técnicas constructivas adecuadas al lugar y optimización de los costes de mantenimiento.

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

El principal inconveniente para mi es la falta de experiencias contrastadas que garanticen los resultados.

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

Hasta el momento no creo que se pueda considerar como una preocupación generalizada entre los agentes dedicados a la promoción, más allá de reducir los costes de mantenimiento del confort

(calefacción o aire acondicionado), más relacionado con el ahorro económico a medio plazo que con la preocupación del aspecto medioambiental del problema.

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

No concretamente pero es una preocupación que se puede considerar generalizada entre los arquitectos. En todo caso tiene más aplicación en la obra civil por encargo de la administración o en algunas viviendas unifamiliares de autopromoción que en la edificación residencial colectiva donde esta cuestión sigue estando muy poco valorada en general.

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

Muchas Gracias por su colaboración,

Atentamente,

Marcos Corbal Caballé

Curso Arquitectura

Escola Superior Gallaecia, Portugal

Tlf. 00(34) 675661555 Email: marcoscorbal@gmail.com

Vigo, Agosto 2012



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

ENTREVISTA 2 (Javier Vázquez)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Es bastante difícil hacer ARQUITECTURA de verdad. Pero intento aplicar algunos conceptos básicos que, en algún caso, va más allá. El proyecto donde mejores resultados he obtenido ha sido una vivienda en Tomiño, ganadora de un premio ecológico.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

La que puede "estar" y "desaparecer" sin dejar huella.

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Conocimiento e interpretación en el lugar, incluyendo el análisis de los condicionamientos favorables y desfavorables (sol, viento ...)

Valoración "rigurosa" de los beneficios/ perjuicios de las decisiones "sostenibles".

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

El presupuesto, porque en general, la propiedad tiende a mostrar su interés.

La "accesibilidad" a algunos materiales (o disponibilidad fácil).

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

En la Edad de Piedra

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Conozco algún estudio que intenta aplicar aspectos puntuales de sostenibilidad, pero ninguno que lo consiga en su totalidad (o íntegramente). Un buen ejemplo es Alfonso Penela.

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

Me da igual, lo que tú quieras.

Muchas Gracias por su colaboración,

Atentamente,

Marcos Corbal Caballé

Curso Arquitectura

Escola Superior Gallaecia, Portugal

Tlf. 00(34) 675661555 Email: marcoscorbal@gmail.com

Vigo, Agosto 2012



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

ENTREVISTA 3 (Luisa Rainer)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Sí, Vivienda propia en Ferreira de Pantón, rehabilitada

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

Es una arquitectura que te permite recuperar o rehabilitar, una arquitectura que trabaja con lo local (materiales, personas...); una arquitectura centrada en la permacultura, en la obtención de energías (agua viento...), en el aislamiento

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Para mí es solo 1: El máximo aprovechamiento de los recursos del lugar donde se ubica la construcción, ya sean recursos energéticos (sol, agua, viento...), humanos (profesionales, mano de obra, cliente, colaboradores...) o materiales (materiales de la zona, reciclaje...).

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

Lo difícil de tener que enfrentarte a algo nuevo, de llegar a un lugar sin referencias; al principio de todo era la falta de demanda, pero poco a poco empieza a crecer el interés. El desconocimiento de la gente, empresa y especialista de estas nuevas formas de construir

5. ¿En qué situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

Galicia por sí sola es muy sostenible, es una paraíso de riqueza natural y por lo tanto un buen lugar para poner en práctica los principios del proyecto ecológico.

Existen varios blogs de difusión: Autoconstructores y Bioconstruirse

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Estamos realizando también una construcción en balas de paja para una Escuela Baldor en Lugo que brevemente abrirá.

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

No

Muchas Gracias por su colaboración,

Atentamente,

Marcos Corbal Caballé

Curso Arquitectura

Escola Superior Gallaecia, Portugal

Tlf. 00(34) 675661555 Email: marcoscorbal@gmail.com

Vigo, Agosto 2012



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

ENTREVISTA 4 (Carolina Martínez)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

No, realmente mi trabajo es sobre asesoramiento de bio-construcción/ construcción natural para arquitectos/ promotores o autoconstructores. Todos los asesoramientos han sido positivos. He realizado numerosos trabajos de formación. Hemos realizado pequeños alpendres de paja: uno en Celas de Peiro y otro alpendre en Miño. También un pequeño alpendre de paja en el feria de Narón de "enerxías limpas". Pero no los considero obras de arquitectura sostenible, son más bien obras experimentales.

En enero del 2012, se empezó un pequeño grupo de formación de diseño y el proyecto se espera que salga adelante.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

La definición ha perdido su significado, pero podríamos considerar a la arquitectura sostenible como aquella que es respetuosa con el medio ambiente y con la persona

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Salud

Análisis del ciclo de vida

Sentido Común

Cercanía, construcción local, bioclimatismo y principios naturales

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

Encontrarse con personas que demanden lo que quieran

Falta de sensibilización y formación

Amor por el ambiente, as personas y el trabajo

Criterios sociales, ambientales y económicos

5. ¿En qué situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

La construcción tradicional gallega es muy sabia, de la que debemos de aprender mucho para el futuro, aplicando lo nuevo que sabemos sobre bioconstrucción. A pesar de eso, aún queda mucho camino por andar.

Existe un tipo de personas que tienen formación y se piensan que una construcción sostenible es aquella que trata las energías renovables y mucho aislamiento. También existen personas sin formación que no tienen criterio.

El principal condicionante para el avance de Galicia en el concepto de arquitectura sostenible es que mucha gente tiene que querer.

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Si, conozco algunos buenos ejemplos:

As Corcerizas, una obra magnífica que aplica principios de bioclimatismo, materiales ecológicos, carpintería maciza, cubiertas verdes, energía autónoma, biomasa, paneles fotovoltaicos, energía hidráulica...Además la vivienda es autónoma, no está conectada a la red y tiene una batería que e garantiza una independencia para tres días de agua, energía y alimentos. (obra altamente recomendada).

Albergue de Vilarmaior

Casa de Turismo Rural de Casal18 en balas de paja

Módulo bioclimático en Someso en A Coruña

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

Muchas Gracias por su colaboración,



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

ENTREVISTA 5 (Javier Franco)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Dentro de nuestro trabajo hemos realizado diversos proyectos y algunos de ellos los hemos construido. La cuestión de adjetivar la arquitectura como sostenible no lleva un camino muy diferente al de otros apodos o etiquetas que con anterioridad ya han recibido determinadas arquitecturas y que en cuestión de pocos años son reemplazadas por otras nuevas etiquetas, mas en voga según el momento.

La actualidad de las cuestiones ecológicas, medioambientales, de la sostenibilidad, del entorno, etc., han generado que se hable de esto en este momento con mayor intensidad. Dentro de unos años serán otras cosas, otras nociones, y nadie sabrá demasiado bien que era aquello de la arquitectura sostenible.

El Centro de Salud que hemos realizado en Toén ha recibido (ex aequo) el premio de diseño de espacios sostenibles en los "I Premios Gallegos de Arquitectura Sostenible", a raíz de esto el edificio figura en el "Catálogo de obras y edificaciones sostenibles en Galicia". En la memoria de este proyecto, citábamos lo siguiente:

“Una envolvente construida con correas pretensadas de hormigón cobija un pequeño centro de salud, protegido en su interior. Esta envolvente, realizada con un material de uso habitual en la edificación industrial y empleado de formas diversas en el medio rural (postes, cierres...), se presenta de forma estáticamente determinada en el lugar, los entramados definen el volumen del conjunto, conforman los espacios exteriores, filtran y matizan la realidad circundante y tienen la condición de dar soporte a la vegetación plantada que cubrirá en torno al 70% de la superficie del edificio. Esta vegetación forma una capa térmica independiente, su mantenimiento es casi nulo y contribuye térmicamente a suavizar la intensidad del viento, el frío y el calor de esta zona de Ourense”.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

Continuando con la respuesta anterior, la arquitectura, como otras muchas cosas, es buena o mala, no sostenible o insostenible, dicho de otra forma, el mero hecho de clasificar un edificio como "sostenible" no significa en absoluto que se trate de buena arquitectura, al igual que toda la arquitectura pretendidamente "orgánica" no fue o es buena arquitectura. Citando al arquitecto

Alberto T. Estévez, extractándolo de su texto <Arquitecturas genéticas: el nuevo proyectar ecológico-medioambiental y el nuevo proyectar cibernético-digital> :

“Nuevos materiales, nuevas herramientas, nuevos procesos, deben dar necesariamente nuevas arquitecturas... Pero, según en boca de quien, esto puede resultar revolucionario o desastroso, emocionante o despreciable, libertad absoluta o su limitación”.

Nosotros llevamos un tiempo experimentando con materiales de construcción de coste reducido aplicados de forma extensiva y con elementos vegetales asociados a lo construido. Siempre bajo el mismo objetivo, explorar formas de expresión, mejorar lo que tenemos entre manos en cada momento e intentar que su coste sea razonable.

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Por las razones señaladas en los puntos 1 y 2, no contestaremos a las preguntas 4, 5 y 6, simplemente porque consideramos que lo que hacemos no lo realizamos desde el apriorismo de la sostenibilidad y las preguntas están realizadas bajo esa perspectiva.

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?
5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?
6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

Muchas Gracias por su colaboración,

Atentamente,

Marcos Corbal Caballé

Curso Arquitectura

Escola Superior Gallaecia, Portugal

Tlf. 00(34) 675661555 Email: marcoscorbal@gmail.com

Vigo, Agosto 2012

CUESTIONARIOS



ANEXO II. CUESTIONARIOS

DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

CUESTIONARIO 1 (Carlos Bóveda)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Si, Proyecto de vivienda unifamiliar en Lombao. Ames. Los mejores resultados en sistema envolvente térmica, orientación y organización del programa vividero, producción de ACS y calefacción 100% energía renovable, reciclaje de + de 70 toneladas de subproductos de cantera.

Ha habido otros proyectos pero este es el más relevante. adjunto pdf explicativo del proyecto.

1. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

Toda aquella que minimice el impacto al medio ambiente teniendo en cuenta los frentes posibles en los que seamos capaces de intervenir.

2. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Orientación, aislamiento-ventilación, medidas de producción energética.

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

Siempre criterios económicos. En menor medida desconocimiento de los sistemas a utilizar por parte de los agentes de la construcción (promotores y constructores en mayor medida).

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

En una situación muy precaria. La construcción sostenible estaba a principios del siglo XX en Galicia mejor de lo que está ahora, por el uso de elementos tradicionales bioclimáticos como la galería, colocación de cuerdas...; uso de materiales locales (madera, piedra...); energía renovable como la madera (ahora biomasa)...

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Hay muchos intentos, casi todos ellos ya están documentados por prensa especializada en internet o publicaciones físicas. También hay mucha pegatina de bioclimática falsamente colocada sobre auténticas adefesios porque ahora eso vende.

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima? *No*

Muchas Gracias por su colaboración,

Atentamente,

Marcos Corbal Caballé

Curso Arquitectura

Escola Superior Gallaecia, Portugal

Tlf. 00(34) 675661555 Email: marcoscorbal@gmail.com

Vigo, Agosto 2012



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

CUESTIONARIO 2 (Xulio Costas)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

SI XA EXECUTEI VARIOS PROXECTOS.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

A QUE SE AXUSTA AO QUE CONSTRUÍAN OS PRIMEIROS SERES HUMANOS NO NOSO PLANETA.

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

MATERIAIS NATURAIS, SISTEMA CONSTRUCTIVO E DISEÑO-ORIENTACIÓN ADECUADOS.

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

A CARENCIA DE DISEÑOS ADECUADOS , DE DETALLES CONSTRUCTIVOS E A IGNORANCIA DOS MATERIAIS A EMPREGAR.

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

ESTAMOS ESCOMEZANDO A DAR OS PRIMEIROS PASOS DE CEGO.

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

SI VARIOS QUE O INTENTAN FACER

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

NON DAME IGUAL, NON HAI NADA QUE OCULTAR, PARA ISO ISTO É UNHA DISERTACIÓN.



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

CUESTIONARIO 3 (Cecilia López)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Siempre tratamos que todos los proyectos que realizamos sean lo más sostenibles posible.

Tanto por orientación, como por el uso de los materiales, diseño de espacios, etc.

Los buenos resultados se miden por el grado de satisfacción del cliente, y en este caso, en casi todas las viviendas que hemos proyectado, sus usuarios están felices habitándolas.

Pero si nos referimos a resultados tangibles o reconocibles públicamente, hemos ganado el primer premio gallego de arquitectura sostenible con unos aseos en un entorno natural junto al río Avia, a su paso por Leiro, en el corazón del Ribeiro, donde la base de todo el proyecto ha sido una buena orientación, la ventilación natural y un ahorro energético importante, además de tener en cuenta un buen desagüe natural durante las crecidas del río en la época de lluvias, pues está en un entorno inundable.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

Un ejemplo de construcción sostenible es básicamente la arquitectura tradicional, donde se aprovechaban al máximo los materiales y recursos existentes en el entorno, y se basan en una buena orientación y en una buena inercia térmica.

2. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Ya lo he respondido en la pregunta número 2. Aprovechamiento de los materiales y recursos del entorno, reduciendo el impacto ambiental minimizando la huella de carbono en los sistemas constructivos y materiales empleados, una buena orientación y una buena inercia térmica.

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

No hemos encontrado demasiados problemas, pues todo cliente quiere que su proyecto suponga un ahorro energético, y un confort en su vivienda o local, y por tanto sea sostenible. Existen determinados aspectos a la hora de realizar los proyectos, como iluminación y domótica, que todavía son limitantes económicos.

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

Como ya he comentado en la primera pregunta, la arquitectura tradicional es la base de la arquitectura sostenible. Ahora existe un repunte en la rehabilitación, por tanto, estamos aprovechando gran parte de los recursos originales de esa arquitectura, como es la orientación, y parte de los materiales primigenios. Lógicamente, una buena rehabilitación es difícil que no sea sostenible, si se siguen las pautas adecuadas para su reconstrucción. Esto implica entonces, que nuestra comunidad está en un puesto importante en este campo.

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Si. Toda la arquitectura tradicional relacionada con la labranza, hórreos, alpendres, pallozas...

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

No es necesario mantener anónima mi identidad.



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

CUESTIONARIO 4 (Anónimo)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Edificio cooperativa de viviendas SAN MARTIÑO, que da a las calles San Martiño, Isabel II y Pratería Vella de Pontevedra.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

¿Arquitectura sostenible, bioclimática, ecológica o bioconstrucción?. De todas formas, hay tres aspectos fundamentales de este tipo de arquitectura:

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

1-Análisis de las energías, saludables o no, y cómo afectan a los ocupantes de los edificios (telúricas, radón, etc.). Estas energías, sobre todo las telúricas, también afectan a otros animales y a las plantas.

2-Materiales ecológicos, sostenibles y que no afecten a la salud de los ocupantes.

3-Condiciónes bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación, energías alternativas, etc. Los edificios tienen que respirar también, sin que ello afecte a la temperatura de confort del individuo.

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

El no entendimiento por parte del usuario del tema, con una mala prensa tendenciosa añadida, por parte de intereses creados para que la cosa no funcione.

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

Nosotros estamos trabajando en red, dentro de la economía solidaria desde el año 95 (www.economiasolidaria.org). Entendemos nuestra vida como un todo global y creamos cooperativas que cubran todas nuestras necesidades (vivienda, bioconstrucción, agricultura, trabajo, consumo consciente y comunidad, visibilizando el trabajo de las mujeres, lo que supone una concepción del trabajo muy diferente). Son proyectos globales de desarrollo sostenible, sobre

do de recuperación del rural, la calidad de vida y la rehabilitación. En la actualidad, estamos trabajando un catálogo, dentro de la red, de productos que contemplan todo lo antedicho. Este catálogo incluye alimentación, materiales de bioconstrucción, servicios, vivienda, educación y cultura, salud, inserción sociolaboral, ahorro de energía, comercio justo, proyectos, etc.

También estamos en otros foros como GEA, Ecohabitar y la Red Verde de Bioconstrucción, a nivel estatal.

6. *¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?*

A mi edad, estoy metida de lleno en lo antedicho, y no tengo mucho tiempo para ver otros proyectos nuevos que estén haciendo en Galicia.

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

Prefiero el anonimato. Nuestro funcionamiento en red no da lugar a relevancias personales, quizás sí se agradeciera un reconocimiento de lo que llevamos años trabajando.



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

CUESTIONARIO 5 (Miguel Serrano)

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

He intentado aplicar criterios de sostenibilidad en varios proyectos: optimización de soleamiento, materiales más sanos, energías renovables, etc. Pero no hay ninguna obra terminada plenamente satisfactoria.

2. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?

La que construye edificios eficientes energéticamente, minimiza la producción de residuos y contaminantes, y crea espacios saludables física y psicológicamente para sus usuarios. (Bioclimatismo-bioconstrucción)

3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?

Podríamos repetir lo indicado en la pregunta anterior,

4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?

La escasa concienciación de los usuarios, la falta de formación (propia y de los distintos oficios), y la dificultad de encontrar materiales y proveedores fiables.

5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?

Creo que estamos un poco atrasados respecto al resto de España, y más respecto a centro europa. Faltan técnicos, oficios y proveedores con suficiente formación.

6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Si, hay varias profesionales que intentan hacer con sinceridad y humildad una arquitectura mas eficiente y saludable.

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?



DISERTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE "ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN GALICIA"

CUESTIONARIO 6

El siguiente cuestionario corresponde a la ejecución de un proyecto de disertación que trata sobre la arquitectura sostenible en Galicia.

El objetivo del cuestionario es tratar los aspectos abordados en la disertación. Su contribución es indispensable para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

1. ¿Ha realizado proyectos de arquitectura sostenible? En caso afirmativo, ¿Cuál ha sido su proyecto y donde ha conseguido mejores resultados?

Toda Arquitectura debe ser sostenible al igual que debe ser estable o estanca.

Cuando algo se adjetiva, mal vamos. La Arquitectura debe ser Arquitectura y punto pelota.

1. ¿Qué considera usted que es una construcción sostenible?
3. ¿Cuáles considera usted los 3 principales criterios que se deben seguir en todo proyecto sostenible?
4. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que se ha encontrado a la hora de ejecutar el/los proyectos de arquitectura sostenible?
5. ¿En que situación se encuentra Galicia, referentemente a la arquitectura sostenible?
6. ¿Conoce otros casos de estudio de arquitectura sostenible en Galicia?

Después del breve cuestionario, ¿Le gustaría mantener su identidad anónima?

Muchas Gracias por su colaboración,

Atentamente,

Marcos Corbal Caballé

Curso Arquitectura

Escola Superior Gallaecia, Portugal

Tlf. 00(34) 675661555 Email: marcoscorbal@gmail.com

Vigo, Agosto 2012

FORMULARIO DE DATOS OBTENIDOS DE LA COLECCIÓN DE DATOS



ANEXO III. FORMULARIO DE DATOS OBTENIDOS DE LA COLECCIÓN DE DATOS

Formulario de datos obtenidos de la colección de datos (I)

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN_

Tipo de información:

Publicaciones, Artículos, Informes, Fotografías, Cuestionario, Conferencia, Memoria, Plantas, Secciones Constructivas, Esquemas.

Parámetros que surgieron a partir de datos:

A raíz de las respuestas al cuestionario, la lectura de los diferentes artículos, publicaciones, informes, conferencia y memoria; han surgido diferentes temas como: Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.), Ahorro pasivo, Aislamiento, Biomasa, Calefacción, Calificación energética tipo A, Construcción sostenible, Contención del terreno, CO₂, Energías renovables, Envolvente del edificio, Escombros cantera, Gaviones, Inercia térmica, Integración, Implantación, Orientación, Pérdidas energéticas, Piel de protección, Pizarra, Puente térmico, Reducción del coste, Termoarcilla, Temperatura estable, Transporte.

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra:

Adaptación e integración a la parcela, Medidas pasivas de ahorro energético, Medidas activas de ahorro energético, Reciclaje

Criterios de construcción y proyecto de Arquitectura Sostenible:

Adaptación e integración a la parcela: Vincular los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante su uso, Procurar el contacto visual entre todos los espacios.

Medidas pasivas de ahorro energético: Apertura de la casa al sur y huecos pequeños al norte (diseño y orientación de los huecos), Ventilación cruzada (refrigeración), Aislamiento térmico exterior (inercia térmica máxima, 0 puentes térmicos, ahorro energético máximo), Fachada de una sola hoja con base en fábrica de termoarcilla de 19 cm y aislamiento de 6 cm por el exterior, La calefacción calentará los muros y estos disiparán calor sólo hacia el interior de la casa

Medidas activas de ahorro energético: 100% de la energía producida para A.C.S. y Calefacción generada por fuentes renovables (Biomasa forestal), 0 emisiones de CO₂, Calificación energética tipo A.

Reciclaje: Utilización de 148 toneledas de escombros de cantera de pizarra (bajo coste de transporte), Gabiones de patente "casera" reduciendo el coste, Gabiones de rellenos de pizarra para utilización como piel protectora del aislamiento exterior (débil al impacto), medida de contención de tierras, acabo estético de la vivienda y como pavimento, Uso de materiales reciclados como el polipropileno del forjado y canalizaciones, Uso de materiales reciclables como el acero.

Formulario de datos obtenidos de la colección de datos (II)

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN_

Tipo de información:

Publicaciones, Artículos, Web, Informes, Fotografías, Cuestionario, Memoria, Plantas, Alzados, Cortes, Esquemas, Secciones Constructivas

Parámetros que surgieron a partir de datos:

A raíz de las respuestas al cuestionario sobre la obra, la lectura de los diferentes artículos, publicaciones, informes y memoria; han surgido diferentes temas como: Acero cortén, Ahorro energético, Antivandalismo, Árboles hoja caduca, Área inundable, Bioclimatismo, Estandarización, Hormigón, Implantación, Integración, Luz, Mantenimiento, Piel envolvente, Prefabricación, Transporte.

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra:

Integración en el medio, Ausencia de mantenimiento, Luz, "Funcionamiento bioclimático", Estandarización y prefabricación.

Criterios de construcción y proyecto de Arquitectura Sostenible:

Integración en el medio: Mantenimiento de la naturaleza existente, Respeto por el entorno, Factores que han condicionado la ubicación han sido la iluminación natural, soleamiento y evacuación de aguas fluviales.

Ausencia de mantenimiento: Los testeros de hormigón armado, arriostran la envolvente de acero evitando su deformación, Carcasa protectora que garantiza la seguridad ante actos vandálicos, Acabados automantenibles como acero corten y muros de hormigón visto tratados con resinas epoxi transparentes, hidrofugantes y antigraffitis.

Luz: Iluminación interior realizada con luminarias LED de bajo consumo, Lectura nocturna del edificio como elemento linterna que se integra en el bosque, con los intersticios entre las branquias a modo de hilos verticales de luz.

Funcionamiento bioclimático: Piel permeable del edificio facilita el funcionamiento bioclimático asegurando ventilación natural y búsqueda de soleamiento, Montaje de anillos paralelos con variaciones y plegados variables para facilitar la ventilación, la iluminación natural y la evacuación de aguas, Geometría en Z de cada pórtico facilita la recogida y evacuación de aguas pluviales de forma natural.

Estandarización y prefabricación: Estandarizar el proceso de construcción, Elemento prefabricado fácilmente implantable (debido a la existencia de servicios de infraestructuras urbanas), Ejecución de la envolvente mediante el uso de piezas de chapa plegadas en Z para formación de pórticos, Ejecución en taller del plegado de las piezas que conforman los diferentes pórticos, Traslado al lugar y montaje mediante grúa, lo que permite rapidez de montaje.

Formulario de datos obtenidos de la colección de datos (III)

ANALISIS DE LA INFORMACIÓN_

Tipo de información: Web, Artículos, Fotografías, Cuestionario, Memoria

Parámetros que surgieron a partir de datos: A raíz de las respuestas al cuestionario, la lectura de los diferentes artículos, publicaciones, informes, conferencia y memoria; han surgido diferentes temas como: Abono orgánico, Agua Caliente Sanitaria, Ahorro energía, Almacenamiento, Árboles perenne/caduca, Autosuficiencia, Baterías, Bioclimatismo, Bioconstrucción, Biomasa, Calefacción Casa das enerxías, Ciclo de Vida, Compostaje, Contención del terreno, Cubierta vegetal, Granito, Depuración aguas, Distribución, Diversificación producción, Ecologista, Energía solar pasiva, Energía solar, Energía eólica, Energía hidráulica, Fuentes renovables, Fuentes limpias, Gestión energética, Hormigón, Integración, Impacto paisajístico, Materiales saludables, Materiales biocompatibles, Materia orgánica, Madera talas sostenibles, Macrófitas flotantes, Orientación, Pizarra, Proyecto educativo, Producción local, Prosperidad, Rehabilitación, Reciclaje, Regulador térmico, Residuos vertederos, Salud, Sistemas eficientes, Sostenibilidad, Termoarcilla.

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra:

Bioconstrucción, Energías alternativas y Gestión de residuos

Criterios de construcción y proyecto de Arquitectura Sostenible:

Bioconstrucción: Elección del lugar de construcción según factores bioclimáticos, integrado en su entorno y minimizando el impacto paisajístico: bosque de hoja perenne cara el norte (pinos) y caduca cara el sur (castaños), Orientación adecuada para aprovechar la energía solar pasiva y consecuente distribución de los espacios interiores según su utilización, Edificio enterrado a norte, Integración en el entorno y empleo de materiales de producción local, Uso respetuoso de los materiales en todo momento del ciclo de vida, Maderas procedentes de talas sostenibles, Pavimento de barro natural de la zona, Materiales saludables y biocompatibles: aceites naturales para proteger la madera; pinturas ecológicas sobre un tablero de papel reciclado y tiza; aislantes naturales como el corcho empleado en las paredes; cemento blanco y cal hidráulica, Cubierta vegetal en el tejado como regulador térmico.

Energías alternativas: Apuesta por la eficiencia, uso racional y autosuficiencia a partir de fuentes de energía limpia, inagotable, renovable y la diversificación de la producción a pequeña escala, Atención a los recursos naturales de los que disponemos en el entorno (energía solar, eólica, hidráulica y biomasa, Energía solar módulos fotovoltaicos que proporcionan 6Kw de electricidad y con paneles térmicos para agua caliente sanitaria, Energía eólica a través de un pequeño generador adaptado a las condiciones de lugar, capaz de generar 5Kw de energía eléctrica, Energía hidráulica obtenida a partir de una microturbina hidráulica con el uso de un pequeño embalse, que produce de media 6Kw de energía eléctrica, Biomasa obtenida a través de una caldera policombustible que abastece al albergue y caldera de pellets que abastece comedor y aula, proporcionando agua caliente para el uso sanitario y para calefacción, Centralización y gestión de las fuentes desde la "Casa de las energías" donde las baterías acumulan la energía necesaria para un eficiente funcionamiento energético.

Gestión de residuos: Separación de la materia orgánica en origen para compost, Depuración de las aguas con un filtro de plantas acuáticas utilizando plantas acuáticas de la familia de las macrófitas (juncos, lirios amarillos, platanarias, espadainas) .

Formulario de datos obtenidos de la colección de datos (IV)

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN_

Tipo de información: Filmación, Fotografías, Cuestionario, Memoria

Parámetros que surgieron a partir de datos:

Acero cortén, Ahorro energético, Barnices naturales, Bioclimatismo, Bomba de calor, Confort, Contención de tierras, Diseño pasivo, Eficiencia energética, Emisiones de CO₂, Energía solar, Energías, Energías alternativas, Energías Telúricas, Galerías, Granito, Humedad, Integración, Líneas hartmann, Líneas agua, Madera, Materiales ecológicos, Materiales sostenibles, Orientación, Patio, Piedra, Pinturas ecológicas, Polipropileno, Radioactividad, Radón, Reciclable, Reciclado, Reutilizado, Salud, Semi-sotano, Sur, Temperatura, Velux, Ventilación cruzada

Indicadores que definen sostenibilidad en la obra:

Análisis de las energías (telúricas, radón, etc.), Uso de Materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes, Reutilización y el reciclado de recursos, Condiciones bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación, energías alternativas.

Criterios de construcción y proyecto de Arquitectura Sostenible:

Análisis de las energías: Análisis de las líneas de hartmann y las líneas de agua, Estudio de la radioactividad del granito.

Uso de materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes: Uso de granito de canteras de la zona, Uso de carpintería de madera, Tratamiento de la madera con productos naturales, Uso de pinturas ecológicas, Impermeabilizante de piedra natural, Uso de madera local, Polipropileno para las tuberías.

Reutilización y reciclado de recursos: Reutilización de piedra de la ruína preexistente para el muro de cerramiento de la parcela, Reutilización de materiales de ruínas próximas, Zona de recogida selectiva de material reciclable, Uso de materiales reciclables como acero cortén de los elementos escultóricos.

Condiciones bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación, energías alternativas: Apertura de las viviendas a sur, Uso de galerías y velux, Buen diseño de la envolvente, Permitir la respiración del edificio, Uso bomba de calor como energía alternativa, eficiente y de bajas emisiones de CO₂, Asegurar temperatura de confort.

NOTAS DE CAMPO



ANEXO IV: NOTAS DE CAMPO

ESTUDIO DE CASO (I)

Los principales indicadores de arquitectura sostenible extraídos del análisis documental son Medidas pasivas de ahorro energético, Medidas activas de ahorro energético y Reciclaje. Por lo tanto iremos a observar si estos indicadores se cumplen.

Adaptación e integración a la parcela:

Se observa una parcela soleada y bien comunicada, con una notable pendiente en su eje longitudinal (Este-Oeste). La vivienda se adapta a la topografía de la parcela, disponiendo la sucesión de espacios desarrollados en el programa. Se vinculan los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante el uso.

El programa se articula alrededor de un gran salón comedor desarrollado en altura procurando contacto visual entre todos los espacios. La planta superior se vuelca a esta doble altura, mientras que la planta inferior pivota alrededor de este espacio.

Medidas pasivas de ahorro energético:

Las medidas pasivas de ahorro energético en este proyecto pasan por la apertura de la casa al sur y huecos pequeños al norte. Otra de las principales medidas es la ventilación cruzada, una medida que facilita la refrigeración del espacio. El aislamiento térmico de la envolvente es exterior lo que posibilita una inercia térmica máxima y que no existan puentes térmicos y que se traduce en un ahorro energético máximo.

La fachada del edificio cuenta con una sola hoja con base en fábrica de termoarcilla de 19 cm y aislamiento de 6 cm por el exterior. La calefacción calentará los muros y estos disiparán calor sólo hacia el interior de la casa.

Medidas activas de ahorro energético:

En cuanto a la producción de energía, el 100% de la energía producida para A.C.S. y Calefacción generada por fuentes renovables (Biomasa forestal) lo que supone 0 emisiones de CO₂. Al mismo tiempo la vivienda obtiene la máxima calificación energética tipo A.

Reciclaje o reutilización?

Se observa que el principal punto en el que se habla de reciclaje, realmente es reutilización, ya que se reutilizan 148 toneledas de escombros de cantera de pizarra debido al bajo coste de transporte, evitando así su deposición en un vertedero, por lo tanto esta medida se considera reutilización.

Los gabiones de patente "casera" son rellenos por los escombros de pizarra reutilizados. Los escombros de pizarra servirán también como medida de contención de tierras, acabado estético de la vivienda y como pavimento.

En el proyecto, se utilizan materiales reciclados como el polipropileno del forjado y canalizaciones o se utilizan materiales reciclables como el acero.

ESTUDIO DE CASO (II)

Los principales indicadores de arquitectura sostenible extraídos del análisis documental son Integración en el medio, Ausencia de mantenimiento, Luz, Funcionamiento bioclimático y Estandarización y prefabricación. Por lo tanto iremos a observar si estos indicadores se cumplen.

Integración en el medio:

Se observa que el edificio se erige en una zona arbolada de la marginal de un río, el edificio para por ser una pieza escultórica que acaba por dar servicio y valorizar a una zona del río. La intervención respeta la envolvente y se conserva toda la naturaleza existente, podemos afirmar que existe un encuentro pacífico del servicio y la naturaleza.

Ausencia de mantenimiento:

La forma de trabajar el acero corten y el hormigón, evitan que existan actos vandálicos sobre el edificio. Al mismo tiempo que la pieza esté separada del suelo y su carácter anfibio (branquias) evita inundaciones. El único mantenimiento necesario es en el interior, inevitablemente.

Luz:

Pese a encontrarse en una zona arbolada, la permeabilidad del edificio, permite una iluminación de buena calidad en el interior del edificio. Las luminarias LED, de bajo consumo, aseguran la iluminación cuando las horas del día no consigan iluminar el interior.

Funcionamiento bioclimático:

La "Piel permeable" del edificio facilita la ventilación natural y búsqueda de soleamiento, al mismo tiempo, el montaje de anillos paralelos con variaciones y plegados variables ayuda a facilitar la ventilación, la iluminación natural y la evacuación de aguas. Los pórticos en Z facilitan la recogida de aguas pluviales

Estandarización y prefabricación:

Se observa una cimentación corrida en hormigón sobre la que reposa una carcasa de acero corten, trabajada en taller con medidas estandarizadas. Al mismo tiempo se observa con facilidad que piezas han sido construídas in situ. Se intuye con facilidad el montaje de la pieza

Posible cambio en inodoros

Estaba cerrado

Óxido del acero corten

Muchas Hojas

Pequeño contacto visual con el interior pero sin poner en peligro la privacidad

Orientación eje norte -sur

ESTUDIO DE CASO (III)

Los principales indicadores de arquitectura sostenible extraídos del análisis documental son Bioconstrucción, Energías Alternativas y Gestión de residuos. Por lo tanto iremos a observar si estos indicadores se cumplen.

Bioconstrucción:

Se observa que el edificio está construido con materiales respetuosos con el ciclo de vida, saludables y biocompatibles. Excepto en la fachada norte, que está enterrada para buscar la integración en el entorno y minimizar los efectos del norte. En esta fachada utiliza el hormigón ciclópeo como medida de contención de tierras. Los efectos de esta fachada son negativos ya que tienen humedades y pudren la madera, haciendo que esta tenga que ser sustituida y por lo tanto no respeta el ciclo de vida completo. La medida está intentando ser subsanada con "parches" como un muro de barro y paja que absorba la humedad. El problema puede ser por causa de falta de diseño en la tela asfáltica.

La orientación no es completamente sur, ya que existe una línea de agua próxima, se evita el desmonte, el impacto y se pretende una integración mayor en la naturaleza. Se plantea una pala para minimizar el impacto de sur en verano.

Energías Alternativas:

El proyecto pretende un uso eficiente, racional y autosuficiente a partir de fuentes de energía limpia, inagotable, renovable y diversificada a pequeña escala, siempre optimizando los recursos naturales que se disponen en el entorno: Energía solar, energía eólica, energía hidráulica, biomasa. Se observa que la "casa das enerxías" se encuentra a 300 m del aula y del comedor, por lo tanto no todas las energías pueden ser gerenciadas desde allí. Al mismo tiempo la calefacción planteada por los arquitectos a través de la casa de las energías y unos tubos de aceites protegidos con cemento que recorrían los 300 metros hasta el aula y el comedor, fue desechada. Por lo tanto, al no existir una alternativa en el proyecto de calefacción "eficiente", se optó por termoventiladores. Por lo tanto no pudo ser optimizada la eficiencia del proyecto. La calefacción preferida por la asociación en términos de salud y eficiencia energética es la de muros radiantes.

Gestión de residuos:

El proyecto pretende una gran gestión de los residuos, residuos orgánicos a través del compostaje y residuos de aguas de cocinas, instalaciones sanitarias, etc. A través de un sistema de depuración de aguas a través de un filtro de raíces de plantas acuáticas macrófitas. Existe zona de reciclado.

Problemas con la cubierta vegetal ya que son capas superpuestas de caucho

Se promueve la autoconstrucción

ESTUDIO DE CASO (IV)

Los principales indicadores de arquitectura sostenible extraídos del análisis documental son Análisis de las energías (telúricas, radón, etc.), Uso de Materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes, La reutilización y el reciclado de recursos y Las condiciones bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación, energías alternativas.

Análisis de las energías:

El paso de la energía telúrica es invisible, también las intersecciones entre ambas por lo tanto partimos que su paso está bien medido y por lo tanto el proyecto se centra correctamente en este aspecto. Al igual que la energía telúrica, la radioactividad del granito es invisible y no se disponen medios para medirla, por lo tanto daremos por válido el estudio de la radioactividad.

Uso de materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes:

Todos los materiales usados en el proyecto siguen un criterio riguroso de selección, siendo todos ecológicos y sostenibles, centrando la atención que no afecten a la salud. Consideramos la madera, el granito, el PVC y todas las pinturas y barnices utilizados como ecológicos y sostenibles. Excepto para la cimentación que está realizada en hormigón armado.

Reutilización y reciclado de recursos:

El proyecto incorpora el concepto de reutilización y de reciclado de recursos. En lo referido a la reutilización de recursos, se observa que gran parte del material utilizado es reutilizado de antiguas construcciones de la zona como la de piedra de la ruína preexistente que sirve para la construcción del muro de cerramiento de la parcela, las columnas ornamentales del patio o los azulejos de las viviendas (rescatados de ruinas próximas). El reciclado es otro punto importante ya que se utilizan algunos materiales reciclables como acero cortén de los elementos escultóricos que se encuentran en el proyecto. Sin embargo, la zona destinada al reciclado, nunca se llegó a poner en funcionamiento.

Condiciones bioclimáticas, humedad, temperatura, orientación, energías alternativas:

Se crean unas condiciones bioclimáticas en el edificio mediante la apertura sur del edificio, para poder así aprovechar de una forma pasiva la energía solar, el uso de galerías y velux, ayuda a optimizar esta medida. Al mismo tiempo, el buen diseño de la envolvente del edificio, asegura una buena inercia térmica y una mejora de las condiciones de humedad y temperatura, el edificio es capaz de respirar debido a su diseño

Sin embargo, se está planeando eliminar la bomba de calor e introducir gas ciudad, lo que haría perder una energía alternativa, eficiente y de bajas emisiones de CO2 por un sistema menos eficiente y más contaminante.

Se están desmontando los servicios comunes (lavandería, bombas de calor, jardín y, el reciclaje nunca se logró poner a funcionar)

FICHAS DE INQUÉRITO



ANEXO V: FICHAS DE INQUÉRITO

Crterios

	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Integración en el medio				
Procurar el contacto visual entre todos los espacios.				
Minimizar el impacto paisajístico				
Mantener de la naturaleza existente				
Vincular los espacios exteriores con sus adyacentes interiores mediante su uso				
Lectura nocturna del edificio				
Recuperación y rehabilitación ruina urbana				
Bioclimatismo				
Crear ventilación cruzada (refrigeración)				
Creación barreras verdes				
Orientación adecuada de la distribución de los espacios interiores según su utilización				
Abrir la casa al sur y huecos pequeños al norte (diseño y orientación de los huecos)				
Orientar adecuadamente para aprovechar la energía solar pasiva				
Elegir el lugar de construcción según factores bioclimáticos				
Enterrar a norte para minimizar su impacto				
Permeabilidad del edificio para iluminación natural				
Recogida y evacuación de aguas pluviales de forma natural.				
Facilitar ventilación, iluminación natural y evacuación de aguas				
Ventilación natural y búsqueda de soleamiento gracias a la permeabilidad del edificio				
Iluminación natural, soleamiento y evacuación de aguas fluviales.				
Uso de galerías y velux para aprovechamiento solar pasivo				
Aislar térmicamente por el exterior (inercia térmica máxima, 0 puentes térmicos, ahorro energético máximo)				
Buen diseño de la envolvente				
Bioconstrucción				
Emplear materiales de producción local				
Uso de pinturas ecológicas				
Uso respetuoso de los materiales en todo momento del ciclo de vida				
Tratamiento de la madera con productos naturales				
Uso madera local				
Uso de carpintería de madera				
Fachada de una sola hoja con base en fábrica de termoarcilla de 19 cm y aislamiento de 6 cm por el exterior				
Uso de pavimento de barro natural de la zona				
Uso de maderas procedentes de talas sostenibles				
Uso de cubierta vegetal en el tejado como regulador térmico.				
Impermeabilizante de origen natural para la piedra				
Uso de granito de canteras de la zona				
Ahorro energético				
Apuesta por la eficiencia, uso racional y autosuficiencia a partir de fuentes de energía limpia, inagotable, renovable				
Uso de Biomasa forestal para A.C.S y calefacción				
Centralización y gestión de las fuentes en un lugar donde las baterías acumulan la energía				
Iluminación interior realizada con luminarias LED de bajo consumo				
Atención a los recursos naturales que se disponen en el entorno (energía solar, eólica, hidráulica y biomasa)				
Uso bomba de calor como energía alternativa, eficiente y de bajas emisiones de CO2				
Energía solar módulos fotovoltaicos y con paneles térmicos para agua caliente sanitaria				
Energía hidráulica, microturbina hidráulica, con pequeño embalse.				
Energía eólica, generador adaptado a las condiciones de lugar.				
Diversificación de la producción a pequeña escala				
Gestión Residuos				
Uso de materiales reciclados como el polipropileno				
Uso de materiales reciclables como el acero.				
Reutilización de materiales.				
Uso Gabiones de patente "casera" reduciendo el coste				
Separación de la materia orgánica en origen para compost.				
Depuración de las aguas con un filtro de plantas acuáticas macrófitas				
Zona de recogida selectiva de material reciclable				
Estandarización y prefabricación				
Uso de piezas estandarizadas y pre-fabricadas				
Fácil implantación del elemento (debido a la existencia de servicios de infraestructuras urbanas)				
Ejecución de la envolvente mediante el uso de piezas de chapa plegadas en Z para formación de pórticos				
Traslado al lugar y montaje mediante grúa (rapidez de montaje)				
Mantenimiento				
Uso de testeros de hormigón armado para evitar deformación de la envolvente de acero				
Garantiza la seguridad ante actos vandálicos con carcasa protectora				
Acabados automantenibles (acero corten)				
Tratados con resinas epoxi transparentes, hidrofugantes y antigraffiti de muros de hormigón visto				
Uso Gabiones de rellenos de pizarra para utilización como piel protectora del aislamiento exterior (débil al impacto)				
Salud				
Uso de materiales saludables y biocompatibles				
Uso de materiales ecológicos, sostenibles que no afecten a la salud de los ocupantes				
Control de la humedad entre 60-70%				
Temperatura de Confort 19 °C				
Permitir la respiración del edificio				
Análisis de las líneas de hartmann y las líneas de agua				
Estudio de la radioactividad del granito				

Parámetros

Parámetros	Lombao	Armadillo	Corcerizas	San Martiño
Ahorro energía				
Integración				
Ventilación cruzada				
Bioclimatismo				
Energía solar pasiva				
CO2				
Orientación				
Sur				
A.C.S				
Gestión energética				
Barreras verdes				
Polipropileno				
Energ. Renovable				
Energías limpias				
Hormigón				
Piedra				
Contención del terreno				
Escombros Cantera				
Sistemas eficientes				
Acero Cortén				
Biomasa				
Barnices naturales				
Bioconstrucción				
Calefacción				
Envolvente Edificio				
Materiales reciclables				
Implantación				
Transporte				
Termoarcilla				
Rehabilitado				
Pizarra				
Piel envolvente				
Pinturas ecológicas				
Ciclo de vida				
Lineas hartmann				
Lineas de agua				
Mantenimiento				
Materiales ecológicos				
Materiales sostenibles				
Materiales saludables				
Materiales biocompatibles				
Madera local				
Energías Telúricas				
Reciclaje				
Reutilización				
Reducción coste				
Salud				
Temperatura				
Aislamiento				
Almacenamiento				
Autosuficiencia				
Baterías				
Bomba de calor				
Casa das Enerxías				
Compostaje				
Cubierta vegetal				
Calif. energética A				
Const. Sostenible				
Confort				
Depuración aguas				
Distribución				
Diversificación producción				
Ecologista				
Energía solar				
Energía eólica				
Energía hidráulica				
Estandarización				
Gaviones				
Galerías				
Granito				
Humedad				
Impacto ambiental				
Inercia térmica				
Luz				
Materiales reciclados				
Materia orgánica				
Madera talas sostenibles				
Macrófitas flotantes				
Patio				
Proyecto educativo				
Producción Local				
Prosperidad				
Pérdidas energéticas				
Prefabricación				
Puente térmico				
Radioactividad				
Radón				
Regulador térmico				
Residuos vertederos				
Semi-sotano				
Sostenibilidad				
Velux				

■ Datos obtenidos Análisis

■ Datos obtenidos Observación

FOTOGRAFÍAS





Fig. 3 Alzado este de la vivienda



Fig.4 Vista general de la vivienda



Fig. 5 Vista parcial vivienda



Fig. 6 Detalle gabiones pizarra



Fig.7 Detalle baranda



Fig. 8 Electrodomésticos eficientes



Fig.9 Vista interior vivienda



Fig.10 Vista general de la vivienda

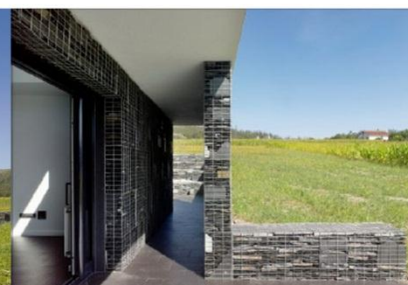


Fig.11 Detalle gabiones



Fig.12 Construcción Vivienda



Fig.13 Construcción vivienda



Fig.14 Pavimento pizarra

ANEXO VI. FOTOGRAFÍAS - ARMADILLO



Fig.16: Vista general aseos



Fig.17: Vista general aseos



Fig.18: Vista general aseos



Fig.19: Vista del entorno



Fig.20: Lectura nocturna del edificio

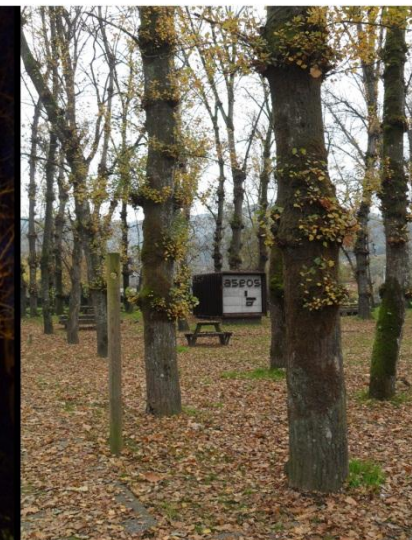


Fig.21: Entorno del edificio



Fig.22: Vista del entorno fluvial

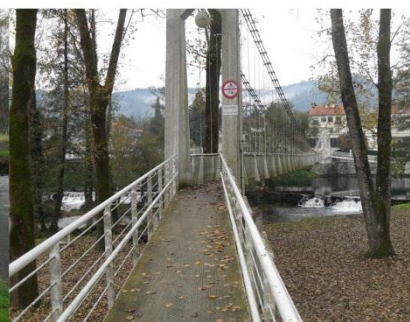


Fig.23: Puente del río Avia



Fig.24: Paseo fluvial del río Avia



Fig.25: Vista nocturna del entorno



Fig.26: Alzado edificio



Fig.27: Armadillo

ANEXO VI. FOTOGRAFÍAS - AS CORCERIZAS



Fig.28: Vista As Corcerizas



Fig.29: Vista As Corcerizas



Fig.30: Vista As Corcerizas



Fig. 31: Carpintería de madera



Fig.32: Carpintería de madera



Fig.33: Interior As Corcerizas



Fig.34: Construcción As Corcerizas



Fig.35: Integración en el entorno

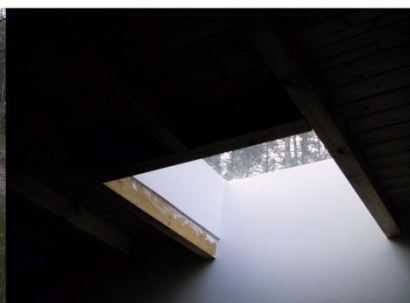


Fig.36: Entrada de luz norte



Fig.37: Humedad muros enterrados



Fig.38: Humedad muros enterrados



Fig.39: Interior edificio

ANEXO VI. FOTOGRAFÍAS – SAN MARTIÑO



Fig.40: Alzado Rúa Isabel II



Fig.41: Alzado Rúa San Martiño



Fig.42: Sala reciclaje



Fig.43: San Martiño desde patio interior



Fig.44: Vista Galerías



Fig.45: San Martiño desde patio interior



Fig.46: Cerchas de madera local



Fig.47: Ventana Velux



Fig.48: Interior galería



Fig.49: Barreras Verdes



Fig.50: Reutilización de azulejos



Fig.51: Carpintería de madera

