

Arquitectura integrada en el medio ambiente

MARGARITA DE LUXÁN GARCÍA DE DIEGO

Madrid (España), 1996.

Introducción

La arquitectura bioclimática o ecológicamente consciente, no es tanto el resultado de una aplicación de tecnologías especiales, como del sostenimiento de una lógica dirigida hacia la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales, mantenida durante el proceso del proyecto, la obra y la vida del edificio y la utilización por sus habitantes; sin perder, en absoluto, ninguna del resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, etc., presentes en la reconocida como buena arquitectura; creando una nueva jerarquización en los factores determinantes de las soluciones construidas.

La necesidad de crear nuevas alternativas a los modos habituales actuales de producción de los edificios, viene determinada por la evidente y creciente ponderación de los problemas medioambientales que se vienen generando en el ámbito del alojamiento y su directa implicación en el agravamiento de muchos de los reflejados en las ciudades y en el entorno natural.

Por otra parte, los conocimientos sobre ciencias naturales se cuadruplicaron desde 1935 a 1970, y desde 1970 a 1980 se habían acumulado tantos conocimientos nuevos como en el transcurso total de la historia. No hay datos para valorar lo que está sucediendo de 1980 a nuestros días pero resulta claro que las investigaciones han aportado una información en crecimiento exponencial sobre las interacciones entre las actividades humanas y el medio planetario global; parece pues un buen momento para revisar las conexiones entre arquitectura y medio natural.

De la definición de arquitectura, entendida como parte de la tarea de humanizar el entorno, de habilitarlo para la actividad humana, se desprende que en sus actuaciones conlleva una transformación que ha de analizarse y encajarse dentro de un sistema general de sostenibilidad. Aunque en muchas ocasiones la edificación se haya desarrollado sin tener como uno de sus conceptos radicales la integración medioambiental, las condiciones del medio natural le influyen básicamente y depende de la voluntad de la sociedad que la vive y de los profesionales que la construyen, la posibilidad de aprovechar, hacer caso omiso o destruir, las capacidades que el mismo proporciona.

El agravamiento de los problemas mundiales y la urgencia que se va generando al ir cuantificándolos, hace que haya una tendencia social a solicitar soluciones rápidas y claras para el alojamiento, y empiezan a aparecer propuestas que ofertan *la casa ecológica*, con una intención de solución universal; nada menos ecológico que los prototipos universales como resultado de la adecuación medioambiental de la arquitectura. Los distintos climas, la variedad de materiales que la naturaleza tiene en cada zona, las diversas condiciones geográficas,

las distintas culturas del habitar, marcan orientaciones hacia soluciones particulares que habrá que estudiar y desarrollar para cada opción concreta.

Si hay algo claro como conclusión en el campo de las arquitecturas integradas, es su especificidad para cada caso, para cada lugar, para cada ambiente.

Pueden aprovecharse metodologías de análisis y de propuestas de experiencias anteriores o similares que permitan sistematizar unas bases de partida y descubrir factores fundamentales a tener en cuenta, aunque el equilibrio y la jerarquía de decisiones varíe luego específicamente para cada situación incorporando datos particulares que pueden ser determinantes en el diseño; así mismo deben aprovecharse los avances tecnológicos, pero no sin antes valorarlos dentro de cada contexto y de analizar su adecuación o inadecuación a las condiciones y necesidades reales y las consecuencias de su implantación desde una perspectiva global y lógica, al menos con los conocimientos con que hoy se cuenta.

Los problemas

Para descubrir la incidencia de la construcción y el alojamiento en los problemas medioambientales hoy, se debe de analizar por entero el proceso que engloba la edificación.

Habitualmente, al hablar de alojamiento, se valora la adecuación o la consciencia energética de los edificios en función solamente del gasto o ahorro energético en la climatización e iluminación durante su uso, así como la contaminación que produce en su entorno inmediato.

Sin embargo, las relaciones entre edificación y medio ambiente son mucho más extensas y complejas.

Si se analiza la actividad entera que implica una construcción, se habrá de valorar su incidencia medioambiental en todo el proceso:

- Extracción de rocas, minerales y materiales de todo tipo.
- Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de elementos constructivos.
- Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de sistemas y equipos de instalaciones.
- Transportes de materiales, elementos y equipos.
- Puesta en obra, medios y maquinaria.
- Gastos energéticos en climatización e iluminación y contaminación derivada.
- Mantenimiento y uso, agua, residuos y vertidos.
- Reutilización y procedimientos para cambios de uso.
- Derribo y derivaciones del abandono de las edificaciones.

Al relacionar cada una de estas fases con los principales problemas medioambientales actuales, se descubre la verdadera extensión de las repercusiones derivadas de la construcción:

Cuadro 1:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Mundiales										
Cambio Climático e invernadero		x	x	x	x	x	x		x	x
Agotamiento del ozono		x	x			x	x	x		
Deforestación	x	x			x	x	x			
Pérdida de biodiversidad	x									
Contaminación mares		x	x	x		x		x	x	
Gasto recursos no renovables	x	x	x	x	x	x	x			
Locales										
Contaminación atmosférica	x	x	x	x	x	x	x			
Contaminación aguas continentales	x	x	x					x	x	
Deterioro del mar y costas		x	x	x		x		x	x	
Residuos tóxicos		x	x		x	x	x	x	x	x
Riesgos industriales		x	x		x					
Erosión y desertización	x			x	x					x
Abuso de recursos renovables						x	x	x	x	
Ocupación suelo con vertidos		x			x			x	x	x

- a** Rocas, industriales, minerales, materiales. **b** Fabricación elementos constructivos.
c Fabricación sistemas, equipo, instalaciones.
d Transporte a obra. **e** Construcción, puesta en obra. **f** Gasto energético climatización.
g Gasto energético iluminación. **h** Mantenimiento, agua, usos varios.
i Reutilización, cambio de uso. **j** Derribo, abandono.

La corrección de muchos de estos problemas desde el campo de la construcción, viene unida a la revisión de procesos de los campos de la minería, la industria, etc., y otros se encuentran indisolublemente ligados a replanteamientos urbanísticos y sociales, pero no por ello han de olvidarse al hacer las valoraciones globales de la arquitectura desde lo sostenible o medioambiental.

El cuadro anterior también serviría como análisis para saber en las muchas direcciones en las que hay que avanzar tanto en investigación como en soluciones aplicadas, para ir hacia la mejora de las propuestas de arquitectura integrada en su medio ambiente.

Por otra parte, la adecuación debe darse en todas las escalas en las que el alojamiento se determina:

- Ordenación del territorio
- Planificación urbanística
- Normativa y diseño urbano
- Composición de los edificios
- Diseño de elementos y sistemas para la edificación
- Materiales de construcción
- Programas de uso y mantenimiento

Ajustando las propuestas a las capacidades de los lugares, yendo de los niveles más amplios a los menores, cada escalón bien resuelto implica mejores posibilidades para las actuaciones del escalón siguiente.

Por ejemplo: si en un lugar frío, se ubica una población en una ladera Norte, donde no llega el sol durante el invierno, en el nivel urbano ya no se podrá resolver la posibilidad de aprovechamiento de energía solar directa; tampoco la edificación tendrá capacidad de usar ese tipo de energía con sistemas pasivos y activos, y sólo quedará la opción de minimizar los problemas procurando conseguir ahorros en el gasto de otros combustibles más contaminantes, pero esto aumentará el consumo global en energía y materiales para la fabricación de los sistemas de calefacción y aislamientos.

Por último, hay que apreciar los problemas derivados de la implantación e importación indiscriminada de modas, tecnologías o normativas que pueden ser lógicas en unos climas y condiciones en donde se han creado, pero son contraproducentes en otros, al encontrarse en situaciones prácticamente contrarias.

Las fuertes presiones del mercado y la publicidad en el campo de climatización de edificios, que tanto se identifica socialmente con la calidad de vida, marcan en estos momentos direcciones de desarrollo contradictorias: por una parte se plantean, y esto es muy positivo, soluciones que valoran el ahorro en energías habituales derivadas de recursos no renovables; por otra parte, y esto es más negativo, se mantienen en el uso de este tipo de combustibles, cerrando muchas veces el paso a otras soluciones más evolucionadas o al uso de energías pasivas o alternativas, con el fin de vender sus stocks de equipos, y de amortizar las inversiones

en fábricas y redes de infraestructuras. Así mismo, las ventajas de fabricar el mayor número posible de elementos repetidos, la economía en origen de soluciones únicas para el mercado mundial y su extensión con fuertes campañas de propaganda, está acabando con la cultura de las adecuaciones climáticas locales, con la *arquidiversidad*, que con sistemas a veces muy sencillos, pasivos y de bajo costo, pero que quizá en estos momentos no tienen un reconocimiento de prestigio social de cómo exponentes de riqueza lograban unos altos grados de confort con consumos mínimos o nulos.

En otro orden de cosas cabe apreciar que la aplicación de normativas urbanísticas que plantean una dicotomía radical entre público y privado, en que lo público en vez de ser de todos no es de nadie, si no lo paga, va acabando en muchos lugares con un uso clásico en los climas suaves en los que los espacios abiertos con vegetación y pavimentos adecuados, en las aceras, calles y plazas, se aprovechaba periódicamente por los habitantes de la ciudad para disfrutar del aire libre, lo que hacía que de algún modo considerasen suyas y cuidasen las pequeñas áreas libres contiguas a las viviendas, con lo que, además, se ampliaba el espacio de utilización real de los alojamientos.

La prohibición de la estancia continuada en los espacios públicos, sin el abono de la concesión correspondiente al ayuntamiento; la prioridad conferida al automóvil; la contaminación atmosférica, y las malas condiciones ambientales generadas por el tratamiento exclusivamente *pétreo* del diseño duro de las zonas abiertas, raramente pensadas para el confort del ciudadano (que suelen recalentarse durante el día en verano, en los meses que más pueden disfrutarse), basado en una defensa de dichos proyectos duros ante la supuesta degradación por uso, o por un planteamiento puramente visual de los mismos, que procura incluso impedir la permanencia en ellos, son contrasentidos que minan la habitabilidad de la ciudad y fuerzan a una huida hacia los espacios naturales, cada vez más presionados por los ciudadanos que buscan en ellos cualidades que bien podrían encontrar en su entorno urbano más próximo.

Posibilidades de adecuación a la sostenibilidad en España

Al hablar de los problemas generados a lo largo del proceso de edificación, se indicaba que había correspondencias directas en la corrección de los mismos en las primeras fases de la cadena constructiva, con las que aparecerán tratadas en los campos de las actividades industriales.

- La obtención y extracción de materiales para la construcción que aproximadamente representan el cincuenta por ciento de los totales, se encuentran ligadas a revisiones necesarias desde la minería y la industria.
- La que debe darse en la fabricación de elementos constructivos, sistemas y equipos, avanzará en paralelo a las mejoras en los procedimientos industriales, y sus resultados son imprescindibles para una valoración global del gasto energético en la edificación.

Para apreciar su importancia, y a falta de muchos datos precisos, cabe comentar como ejemplo, que la energía gastada en la fabricación de los elementos básicos, sin equipos de insta-

laciones, de una vivienda de 75m² útiles, convencional, en bloque de tres plantas, del nivel correspondiente a las exigidas para la vivienda de promoción pública en España en los años ochenta, representa el equivalente al consumo en calefacción de la misma vivienda durante aproximadamente 45 años en el área de Madrid y 51 en el área de Barcelona¹.

- La que deviene del transporte a obra depende del aprovechamiento de materiales y elaboraciones del entorno, del tipo de transporte y de las distancias de recorrido a las que se vean obligados.
- La adecuación y reorganización que cabe irse planteando en la puesta en obra, implica la apreciación de las mejoras en rendimientos de maquinarias y su diseño, y un mayor cuidado en el tratamiento provisional y temporal de las condiciones naturales del entorno afectado.
- Las fases siguientes: las que habitualmente se ligan a la edificación, son también determinantes; no podemos olvidar que el mantenimiento de los edificios representa el 33 % de la energía gastada, de la que el 12,5 % del consumo total en España corresponde a las viviendas, lo que equivale al 40 % del consumo por habitante; que el consumo eléctrico de las viviendas absorbe el 70 % del producido; y que el 50 % de la contaminación que sufrimos, deriva del alojamiento².

Ya que estas fases: consumo por climatización, por iluminación y por usos diversos, son tan importantes, merecen unos comentarios más extensos.

Continuamente se comparan los niveles de gasto energético en el alojamiento en España con los del resto de la Europa más avanzada, ya que consumimos aproximadamente la mitad, y se dan razones para aumentar necesariamente el gasto hasta igualarnos; pero si se hace un análisis comparativo, y se plantean criterios de sostenibilidad no quedan tan claras estas afirmaciones.

La muy diversa configuración geográfica y climática española, impide sacar datos únicos que puedan aplicarse a todo el territorio, pero se puede establecer una comparación básica entre las condiciones medias españolas entorno al paralelo 40.LN. y las medias del cinturón europeo que engloba las principales capitales europeas; París, Londres, Berlín, en torno al paralelo 50.LN.

Estas condiciones de partida, muy distintas, permiten según los datos de la Comisión de la Comunidad Europea, que la contribución solar en los edificios respecto a la capacidad calorífica necesaria medida en porcentaje, sea del sesenta al setenta por ciento en España y del veinte al treinta por ciento en las zonas europeas con las que seguimos estableciendo esta comparación.

Dado que en esa Europa más fría que la nuestra, y de la que suele llegarnos la mayoría de la información y productos, deben hacer frente a un 80 %-70 % de gastos, con consumo de

¹Fuente: Ricardo Tendero, *Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente*, ETS de Arquitectura de Madrid.

²Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 1993.

energías no solares, es decir con mayoría de combustibles no renovables y contaminantes, es lógico que la inmensa mayoría de su esfuerzo se dirija, preferentemente al ahorro de energía convencional, buscando en la construcción soluciones con un alto grado de aislamiento y poca inercia térmica; lo que inmediatamente se refleja en investigación y normativas consecuentes.

Nuestro caso, y el del resto de la Europa Sur, es bien diferente; deberíamos de centrarnos prioritariamente en conseguir, con la edificación adecuada, ese 60 %-70 % de aporte solar, no contaminante, al que es evidente se puede llegar, según las valoraciones realizadas por el Instituto de Energías Renovables, a través del proyecto Monitor de la Comunidad Europea, que ha permitido medir el comportamiento de edificios construidos en España con planteamientos de aprovechamiento solar, y que llegan en algunos casos hasta ahorros energéticos del 87 % sobre edificios convencionales.

Cuadro 2:

CONDICIONES MEDIAS ESPAÑOLAS		CONDICIONES MEDIAS EUROPEAS 50° LN	
Temperatura med. anual	14°C	Temperatura med. anual	9°C
Temperatura med. enero	7°C	Temperatura med. enero	2°C
Temperatura med. julio	23°C	Temperatura med. julio	17°C
Horas recorrido solar diciembre	9h.	Horas recorrido solar diciembre	7h.
Radiación med. glob. diaria anual	4,4 KWh/m ²	Radiación med. glob. diaria anual	2,7 KWh/m ²
Radiación med. glob. diaria enero	2,0 KWh/m ²	Radiación med. glob. diaria enero	0,6 KWh/m ²
Radiación med. glob. diaria julio	7,2 KWh/m ²	Radiación med. glob. diaria julio	5,0 KWh/m ²

Fuente: *Atlas Climático de España*, Instituto Nacional de Meteorología. Comisión de la Comunidad Europea.

Realizado un estudio sobre los datos climáticos de todas las capitales de provincia españolas como ejemplos de todo el territorio, a la búsqueda de estrategias de climatización, se puede observar lo siguiente:

- En el mes más frío del invierno, enero en casi toda España, los edificios en el cincuenta por ciento de las capitales españolas se podrían calefactar suficientemente con energía solar activa y pasiva durante todo el día; el restante cincuenta por ciento necesitaría calefacción convencional, durante la noche sobre todo, ya que en las horas medias del día podría resolverlas con aportes solares.
- En un mes medio de invierno, en unas zonas es más frío noviembre y en otras marzo, el noventa por ciento de las capitales españolas se podrían calefactar hasta alcanzar condiciones de confort durante todo el día con aportes solares con sistemas pasivos y activos; y en el ochenta por ciento bastaría con soluciones pasivas durante las horas centrales del día.

Con unas condiciones de contorno adecuadas y según nuestros datos climáticos de partida, en todo caso, podríamos minimizar radicalmente los aportes de calefacción con energías convencionales.

- En los meses más calientes, julio en el interior y agosto en la costa, se podría entrar en condiciones de confort en las edificaciones por medio de ventilación en las zonas

más húmedas, el 26 % de las capitales; en otro 56 % se conseguiría si los edificios tuvieran alta masa térmica que fuera capaz de mantener, en el interior de los edificios, las temperaturas nocturnas durante el día, aprovechando la oscilación de temperaturas media diaria entre las máximas de las horas del mediodía y las mínimas nocturnas, que en estos meses llega a ser de 16^oC. a 23^oC. en las zonas interiores de la península.

Es decir, muy pocas capitales necesitarían consumir energía en aire acondicionado con unas buenas condiciones de masa e inercia térmica en las construcciones³.

La Norma Básica de Edificación española, respecto a condiciones térmicas en los edificios, vigente desde 1979, (NBE-CT-79), única a nivel estatal, se orienta fundamentalmente a evitar las pérdidas de calefacción exigiendo el aislamiento de los edificios según zonas y tipos de energía convencionales. No tiene en cuenta la posibilidad de aportes o ganancias solares. Esta normativa ha sido enriquecida, y ajustada con mayores adecuaciones climáticas, en algunas CCAA, encontrándose en periodo de revisión.

La aplicación de esta normativa, referida sólo a pérdidas y gastos en calefacción, y la aplicación indiscriminada de sistemas derivados de climas fríos, ha orientado la construcción hacia modelos con un grado de aislamiento cada vez más alto pero poca inercia térmica, abandonando otros tipos de construcción anteriormente habituales, lo que está abocando, cada vez más, a problemas de sobrecalentamiento.

Según datos del Ministerio de Industria, la venta y uso de aparatos de aire acondicionado hacen que se desplacen al verano los momentos de mayor demanda de electricidad que tradicionalmente se presentaban durante el invierno, agravando el consumo de energías contaminantes, en general innecesario si se planteasen unas buenas condiciones pasivas de refrigeración natural.

Los aparatos de aire acondicionado, sin normativas urbanísticas específicas que los regulen en su relación con las calles, van convirtiendo las ciudades cálidas en intransitables para los peatones en las horas de calor, ya que no se puede olvidar que la mayoría de estos aparatos, por cada frigoría (-1 Kcal) que consiguen para el interior, vuelcan al exterior 1,43 Kcal.

Todo esto no quiere decir que debamos abandonar las mejoras en los aislamientos o el ahorro energético de energías convencionales, sino que la incidencia de realizar un tipo de edificaciones con capacidades de adecuaciones solares y de refrigeración por aprovechamiento de condiciones naturales, puede ser aún más eficaz e importante dado nuestro clima.

Continuamente se lanzan mensajes que afirman que: «aumentar el consumo de energía en nuestros hogares es garantía del aumento de nuestro bienestar social», animando a igualar, al alza, los niveles de los países comunitarios, pero tras el anterior análisis estas afirmaciones no resultan evidentes.

Habría también que valorar en este sentido, los gastos energéticos domésticos, su incidencia medioambiental, y su necesidad real, ya que, como ejemplo, la presión del mercado puede

³Fuente: Ricardo Tendero, *Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente*, ETS de Arquitectura de Madrid.

conducir a situaciones tan estafalarias como llegar a señalar como imprescindible para el bienestar, el uso generalizado de secadoras, en un país como España, en el que en el noventa por cien de su superficie, la humedad relativa en julio a las 13 horas es del 45 % y en enero del setenta por ciento; con un potencial de evapotranspiración medio anual superior a los setecientos milímetros en este noventa por ciento y superior a los ochocientos en el sesenta por ciento del territorio.

Otro importante tema a plantear, desde la sostenibilidad, es la utilización del agua, tanto a nivel de recogida de la de lluvia en la ciudad y los edificios, como de posible reciclado en el uso doméstico.

Hay que tener en cuenta que en áreas altamente urbanizadas, como la Comunidad de Madrid por ejemplo, el gasto de agua en los edificios representa hasta un sesenta por ciento del total, y con la reutilización a nivel doméstico que podría suponer simplemente el usar el agua saliente de lavabos y duchas o baños para los inodoros se podrían alcanzar ahorros del 33 %, es decir, el veinte por ciento del total en áreas consolidadas.

Las posibilidades de utilizar sistemas de calentamiento solar para el agua, dada la radiación existente, son muy apreciables: la aportación solar con equipos sencillos, puede ser del sesenta al ochenta por ciento, según las zonas.

Respecto a los materiales, conviene estudiar específicamente las mejores opciones en relación a las necesidades de cada lugar, para aprovechar las condiciones positivas del entorno natural, que pueden variar con el tiempo —por ejemplo el uso de madera no convendría en zonas con problemas de deforestación pero podría ser interesante si hubiese una reforestación y se consolidase la masa forestal—, y minimizar, como en todo, el consumo energético complementario, teniendo presente el derivado del transporte.

Modos constructivos y materias que pueden ser recomendables en unas condiciones y escalas, resultan de dudosa adecuación en otros: un caso a comentar podría ser la construcción con tierra; perfectamente apropiada en edificaciones bajas, en zonas como algunas de Palencia, donde el material se encuentra prácticamente a pie de obra, y en donde los problemas de ocupación y precio del suelo no son prioritarios; serían de muy poca clara adecuación para solucionar edificación en altura en una ciudad de densidad alta, o donde hubiese que transportar, con apreciable gasto energético, el gran volumen del material necesario para edificar con él, (aproximadamente 72 m^3 para una vivienda de 100 m^2 , frente a los 19 m^3 que supondría realizarla con un muro habitual de ladrillo con cámara), lo que implicaría la extracción en algún lugar de grandes masas de tierra, resultando además que para la misma superficie útil, se ocuparía un quince por ciento más de superficie construida, lo que podría ser contraproducente en estas ciudades.

La importancia en la elección de los elementos y materiales es fundamental, y tiene una incidencia mucho mayor de lo que se supone generalmente en el comportamiento de adecuación de los edificios y el gasto energético.

Las variaciones pueden ser notables con diferencias aparentemente poco influyentes, por ejemplo: comparando el comportamiento de diversos tipos de forjados puede observarse que

el desfase —el periodo de tiempo entre el momento en el que una forma de radiación incide sobre un elemento y en el que, tras atravesarlo, es cedido al otro lado— puede variar mucho: en un forjado con bovedillas de hormigón será de once horas, en un forjado con bovedillas de poliestireno expandido, será de seis horas; además, la capacidad térmica, o sea, la cantidad de calor que es capaz de acumular 1 m^2 en el caso del primero es de $88,44 \text{ Kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, y en el del segundo de $43,39 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$; es decir diferencias del cien por cien que podrían ser determinantes a la hora de proyectar.

Otro ejemplo: con una calefacción por suelo radiante, la elección del tipo de pavimento es básica; con la misma instalación y tomando como rendimiento cien por cien la emisión a través de un suelo cerámico o pétreo, el uso de un solado de parquet lo reduciría hasta el ochenta por ciento, y el de moqueta hasta el cuarenta por ciento.

Al acabar con las fases de cambio de uso y de derribo o abandono, es cuando más claramente se marcan las posibilidades de reciclado y reutilización de los materiales.

En la construcción clásica española, el reciclaje y reutilización de materiales fue tradicional; incluso a veces demasiado drástico, siendo a menudo responsable de la desaparición de edificios antiguos de valor apreciable. La elevación en los costos de mano de obra y los tiempos reducidos para economizar la construcción han primado los procesos de derribo con maquinaria sobre los de desmontaje, que permitían el aprovechamiento por piezas, separando los elementos.

El tipo de materiales que suelen constituir la mayor parte del volumen de obra en la construcción habitual en España (hormigón, ladrillos, tejas, madera, etc.) no tienen en sí mismos imposibilidad de ser reciclados y reutilizados para áridos por machaqueo, rellenos, molturados etc.; quizá los más complejos sean los que forman parte de las tabiquerías interiores en los que aparecen capas y uniones con morteros de yeso.

Los elementos metálicos, plásticos, aislantes y demás, sufren los mismos problemas que el resto de los vertidos industriales. En el caso del vidrio, según datos de Cristalería Española, el reciclaje, todavía incipiente de este material, supone actualmente un ahorro del treinta por ciento de energía en la fabricación.

Derivado sobre todo de un desordenado crecimiento turístico, está el caso de obras inconclusas con imposibilidad de no ser nunca acabadas por problemas de ilegalidad urbanística u otros, que perturban gravemente el medio ambiente (un recorrido por las costas mediterráneas españolas es demostrativo de la urgencia con que debe encararse este tema que implica una fuerte contaminación paisajística).

Dar una solución a las edificaciones abandonadas es prioritario: normalmente el reciclaje más radical es la rehabilitación; además las edificaciones tradicionales en España, generalmente con muros de carga o con cerramientos pétreos o cerámicos gruesos, son una buena base para adecuaciones climáticas pasivas.

Una vez comentadas las distintas fases del proceso, se pueden analizar las relaciones entre el medio ambiente y las distintas escalas en las que la edificación se determina.

El cuadro 3 está referido a un ejemplo de arquitectura popular española, analizando las interacciones naturaleza-arquitectura en un conjunto de pueblos ubicados en un valle alicantino:

Para llegar a un diseño arquitectónico integrado en su medio ambiente, y sobre todo para aprovechar positivamente las condiciones del medio natural, hay que tener en cuenta toda una serie de variables que deben ser reflejadas y acogidas en la formalización y adecuación constructiva, siendo relacionadas con las respuestas del diseño.

Cuadro 3: Ejemplo de cuadro resumen de los parámetros medioambientales que intervienen en el diseño en cada escala arquitectónica, Vall de Gallinera

PARÁMETROS AMBIENTALES		ESCALAS				
		a	b	c	d	e
Climáticos	Temperatura	XX	X	XXXXXX	XXXXXXXXXX	XX
	Humedad	XX	X			
	Radiación	X	X	X	XXXX	X
	Viento	XX	XX	X	XXX	
	Publiometría	XX	X	XX	XX	
	Orientación	X	XXX	X	X	
Hidrológicos	Aguas superf.	X	X			
	Aguas subte.	XX				
	Red de drenaje	XX				
	Permeabilidad	X	X			
Geomorfológicos	Litología	X	X			X
	Estructura	X				
	Recursos	X	X			
	Pendiente	X	X	X		
	Unidades morfo.	X				
	Procesos geomorfo.	X	XX			
	Procesos tectónicos	X				
Biológicos	Vegetación natural	X				XX
	Re poblaciones					
	Cultivos	X	X	X		
Ambientales	Paisaje	XX	X	X	X	XX
	Capacidad	X				

a Geográfica (ubicación). b Urbana (trama). c Edilicia (vivienda). d Constructiva. e Materiales.

Objetivos o criterios de sostenibilidad en el alojamiento

La amplitud de las incidencias medioambientales del proceso constructivo, señaladas anteriormente, permiten proponer los objetivos y criterios generales:

- Adecuación de la edificaciones a las condiciones naturales específicas de cada lugar sobre el que se vaya a actuar, y a la relación con la globalidad.

- La adecuación debe darse en todas las escalas, ya que las más amplias van condicionando las siguientes:
 - Ordenación del territorio
 - Planificación urbanística
 - Normativa y diseño urbano
 - Composición de los edificios
 - Diseño de elementos y sistemas
 - Materiales y acabados.
 - Uso y mantenimiento.

Cada escala bien resuelta implica mejores posibilidades para las actuaciones en la escala siguiente.

- Adecuación de todo el proceso que atañe a la edificación, en utilización de materias primas, gastos energéticos y contaminación:
 - Extracción de rocas, minerales y materiales
 - Fabricación de elementos constructivos
 - Fabricación de sistemas y equipos de instalaciones
 - Transportes a obra
 - Construcción, puesta en obra
 - Gastos energéticos en climatización, iluminación
 - Mantenimiento, consumo de agua
 - Reutilización o cambio de uso
 - Derribo, abandono.
- Adecuación de la edificación a las distintas condiciones climáticas estacionales, teniendo en cuenta tanto las situaciones de frío como de calor y entendiendo el medio como un sistema dinámico.
- Agotar todas las soluciones de adecuación climática pasivas, tanto para calentamiento como para refrigeración, antes de implantar sistemas activos.
- Primar los sistemas activos de instalaciones que consuman energías no contaminantes, como la solar, o derivadas de recursos renovables.
- En el caso de utilizar energías convencionales, minimizar el consumo y la contaminación.
- Utilizar materiales reciclables o que no generen residuos tóxicos, teniendo en cuenta las continuas variaciones en los procesos de reciclado que se están produciendo.

Uno de los más drásticos modos de reciclado es la rehabilitación y reutilización de la edificación existente.
- Incrementar la información sobre estas posibilidades y extender su utilización entre los grupos sociales que participan en los procesos de construcción y los usuarios.

Cuadro 4: Variables y elementos a tener en cuenta en el diseño bioclimático

ELEMENTOS ABIÓTICOS	
<p>Relativos al aire</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Soleamiento <ul style="list-style-type: none"> ● Posición ● Radiación ● Turbidez de la atmósfera ● Obstrucciones topográficas ● Obstrucciones geométricas ● Obstrucciones por la edificación ● Vegetación ■ Viento <ul style="list-style-type: none"> ● Dirección ● Frecuencia ● Velocidad ● Cualidad ● Variación ● Obstrucciones o variación por topografía ● Obstrucciones o variación por geometría ● Obstrucciones o variación por edificación ● Obstrucciones o variación por vegetación ■ Humedad <ul style="list-style-type: none"> ● Datos climáticos ● Vegetación ● Relación con grandes masas de agua ● Topografía ● Regimen de lluvias ● Variaciones por condiciones de edificación o industria 	<p>Relativos al agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Distribución <ul style="list-style-type: none"> ● Red de drenaje natural ● Regimen de los cursos de agua ● Reservas del subsuelo ● Zonas inundables ● Zonas húmedas o mal drenadas ● Abastecimientos ■ Caudales ■ Calidades <p>Relativos a la corteza</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Geología <ul style="list-style-type: none"> ● Naturaleza del sustrato ● Litología ■ Geomorfología <ul style="list-style-type: none"> ● Formaciones superficiales ● Textura ● Drenaje ● Topografía, orientación de las pendientes ● Potencia ● Compactación, cementación ● Riesgos ■ Suelos <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidades de usos por tipos ● Potencia ● Textura ● Humedad ● Reacción química ● Contenido y profundidad del humus ■ Procesos <ul style="list-style-type: none"> ● Procesos dinámicos ● Riesgos
ELEMENTOS BIÓTICOS	ELEMENTOS PERCEPTUALES O PAISAJÍSTICOS
<p>Vegetación</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Vegetación ■ Cultivos <p>Fauna</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calidad ■ Fragilidad ■ Emisor-receptos de vistas ■ Color ■ Formas ■ Texturas

Elección de casos

El proceso ligado a la edificación es tan largo y complejo, que sólo un acuerdo social general, y una estrategia aceptada y apoyada por todos, podría adecuarlo hacia la sostenibilidad en todo su desarrollo.

Dado que en España no contamos con una estrategia global, sino con una voluntad incipiente, que va apuntando en iniciativas dispersas, los casos que han ido apareciendo responden a la adecuación de edificios o conjuntos en algunas fases del proceso de construcción.

En el sentido de apreciar una tendencia hacia la sostenibilidad, se puede valorar positivamente el conjunto de políticas alternativas de vivienda en Andalucía, que se ha plasmado en una serie de programas de:

- Actuaciones singulares de vivienda
- Autorehabilitación
- Transformación de la infravivienda
- Mejora de la vivienda rural con implantación de equipos de energías solares
- Experiencias de arquitectura bioclimática que cumplen bastantes de los objetivos y criterios anteriormente comentados, sobre todo los referidos a las fases medias del proceso de la edificación.

El resto de los casos que se han presentado como buenas prácticas, responden a la construcción de edificios que buscan mejorar los modos habituales del proceso de proyecto, puesta en obra, consumo de energía doméstica, mantenimiento y gestión.

En ellos puede observarse que cuanto más reducida e independiente es una actuación, más puede ser controlada en todo su proceso, llegando a grados de autonomía e integración medioambiental apreciables; sin embargo, hay prácticas que son sostenibles en pequeñas dosis e insostenibles si se propusieran como solución generalizada en otras condiciones o con otras densidades urbanas.

Ha parecido pues más interesante y didáctico, mostrar distintas opciones y escalas de integración, que reflejen el conjunto de iniciativas y diversos modos de acercarse a los objetivos propuestos.

Es más positivo demostrar que hay posibilidades de mejora en todos los campos, y que deben intentarse sea cual sea el edificio y sus condicionantes, que señalar como ejemplos actuaciones más estrictas, pero que al no ser generalizables, pierdan el carácter de ejemplos a seguir.

Se han seleccionado ejemplos de edificios de varios usos:

- Viviendas aisladas
- Viviendas adosadas
- Viviendas en bloque

- Rehabilitación de vivienda popular
- Rehabilitación de barrios
- Rehabilitación de equipamientos.
- Edificios dotacionales:
 - Centros de salud
 - Centros de enseñanza

En todos los casos se ha tenido en cuenta la participación de usuarios o grupos sociales en el desarrollo de las propuestas.

Observaciones sobre los ejemplos correspondientes a cada grupo acompañan al catálogo.

Conclusiones sobre el análisis de casos

- No hay políticas ni directrices generales que guíen un proceso de sostenibilidad en este campo. Las iniciativas son esporádicas y voluntaristas, tanto desde lo público como desde lo privado.
- Hay muy pocos edificios encargados con condiciones bioclimáticas dado el volumen general de la construcción en España.
- Muchas de las condiciones y normativas actualmente vigentes imposibilitan o entorpecen unas adecuaciones más completas.
- Faltan estudios específicos para las condiciones españolas en cuanto a construcción-clima, lo que hace que las soluciones no sean todo lo integradas que podrían.
- Hay una fuerte presión de introducción de tecnologías *vendibles* no traducidas ni readaptadas para nuestras condiciones climáticas.
- La poca información y difusión sobre estos temas impide el desarrollo de soluciones nuevas; los encargantes sólo quieren experimentar con cosas ya experimentadas en otros sitios.
- El hecho de que las soluciones de adaptación pasivas, que en gran parte de nuestro país son suficientes, no sean espectaculares, las penaliza desde lo publicitario, exhibicionista y vendible como progreso.
- No existen herramientas afinadas de valoración y proyecto para soluciones pasivas desarrolladas para nuestro clima específicamente.
- Aparecen contradicciones entre criterios puramente visuales de restauración y el funcionamiento bioclimático de los edificios históricos.
- Aparecen imposibilidades, también por normativas urbanísticas defasadas o de conservación, para la integración de adecuaciones o tecnologías alternativas en la restauración o reutilización de edificios.
- Hace falta revisar normativas de climatización para nuestras condiciones específicas.
- Hace falta desarrollar soluciones de refrigeración natural o de bajo consumo.

- No hay datos suficientes sobre el comportamiento bioclimático de la mayoría de los materiales de construcción, ni sobre las incidencias de sus procesos de fabricación.

Sin embargo, y aun con todas estas carencias:

- Se observa que pueden encontrarse prácticamente ejemplos reales y positivos de mejora en todas las fases del proceso constructivo.
- Hay modos de adecuación en todas las escalas del alojamiento, y aparecen soluciones interesantes de muchos otros edificios, lo que demuestra la posibilidad de realizar construcciones, energéticamente conscientes al menos, para todo tipo de usos.
- Los ahorros energéticos del consumo en edificios diseñados con pautas bioclimáticas en España, consiguen del cincuenta al ochenta por ciento de ahorro sobre el de los edificios convencionales.
- Dadas las condiciones climáticas de buena parte de nuestro territorio, se pueden conseguir, sin ningún tipo de instalación complementaria en algunos casos y con apoyos mínimos en otros, alojamientos autosuficientes en cuanto a su climatización por medios pasivos.
- La apreciación de estos temas desde el entorno social es creciente y tiende a extenderse, aunque necesita de una información traducida a las condiciones de partida y a las capacidades de nuestro medio natural.