

por que la madera



## Sostenibilidad

“Calidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las suyas propias.” (McDonough, 1992).

El proyecto concebido con relación a los problemas ecológicos de la tierra remite al futuro y, por lo tanto, es tanto un pronóstico como una hipótesis.

## Introducción,

El presente trabajo desarrolla la utilización de la madera como material para la construcción y el por qué de su importancia en la actualidad.

El objetivo principal del trabajo se centra en dar a conocer las características más importantes de la madera, de su relación con el medio ambiente, de las ventajas frente a otros materiales a la hora de elegir con cual construir y de su validez en esta época de crisis energética y medioambiental.

El trabajo se desarrolla en cuatro partes, la primera se refiere al contexto mundial desde el punto de vista medioambiental, la segunda parte desarrolla la situación de los recursos y la crisis energética, la tercera parte del trabajo analiza la arquitectura sostenible, entendida esta como nuevo paradigma de la arquitectura y por último se desarrolla la utilización de la madera como material de construcción.

La elección y el desarrollo de estos temas, tienen como objetivo darnos a conocer que está pasando actualmente, cual es la situación mundial medioambiental, cual es el rol de los arquitectos en este contexto y por último; y principalmente entender la importancia y la validez de utilizar la madera como material para la construcción.

No obstante la elección de desarrollar estos temas en el trabajo, no quiere transmitir ni dar a entender que no existen otros temas de igual o mayor importancia para comprender la situación de la arquitectura y construcción en el contexto mundial actual, si no que para nuestro juicio estos temas fueron los más adecuados para explicar el rol de la construcción en madera actualmente.

# ÍNDICE

---

## 1 COTEXTO

1.1 Situación mundial medio ambiental.....	6
1.2 Construcción y el clima.....	7
1.3 Construcción y el calentamiento de la tierra .....	8

## 2 RECURSOS

2.1 Crisis energética.....	4
2.2 Las energías renovables.....	5

## 3 NUEVO PARADIGMA DE LA ARQUITECTURA

3.1 Sostenibilidad como nuevo paradigma de la arquitectura.....	10
3.2 Estrategias pasivas del diseño arquitectónico.....	11
3.3 Proyectos adaptados al clima y contexto urbano.....	12
3.4 Utilización de nuevas tecnologías.....	13
3.5 Reinterpretación de las técnicas constructivas.....	14
3.6 Utilización de materiales tradicionales y locales.....	15

## 4 LA MADERA

4.1 La madera como material de construcción contemporáneo.....	16
4.2 Técnicas de construcción en madera.....	17
4.3 La producción de la madera.....	18
4.4 Certificación de los procesos de producción.....	19

## 5 EJEMPLOS

5.1 Bibliografía de referencia.....	20
-------------------------------------	----

## 6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía de referencia.....	21
-------------------------------------	----



1 Contexto

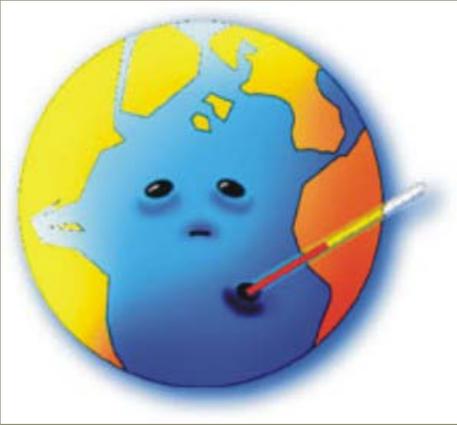
## 1.1 SITUACIÓN MUNDIAL MEDIO AMBIENTAL

Fue en la época del 60, con las primeras protestas sobre el uso masivo de la energía nuclear, cuando el problema ambiental de la sociedad industrial alcanzo un relieve mundial y despertó por primera vez el interés común. La década del 70, signada por la crisis del petróleo y el desabastecimiento de sus combustibles derivados, puso en alerta al mundo entero sobre lo que podía ocurrir si hubiera un freno en la disposición absoluta e indiscriminada de energía que se tuvo hasta entonces. En 1972 el club de Roma publicaba el informe “Los límites del crecimiento” y desde entonces para muchas personas en todo el mundo, ya no fue posible pensar en el desarrollo económico sin tener en cuenta la afectación de los recursos naturales.

La Organización mundial de la salud (OMS) ha calculado, a partir de datos de 2003, que el calentamiento global causa 150.000 muertes humanas cada año. Esto es debido, sobre todo, a variaciones en el nivel del mar que afectan a la producción agrícola, a la escasez de precipitaciones y a la evaporación de las reservas de agua potable. El uso de combustibles fósiles para calefacción, iluminación y ventilación de los edificios es responsable del 50 % del calentamiento global, siendo otra de sus principales causas el transporte (en un 25 %). De ahí la importancia de que exista una interacción entre el proyecto de edificios y el urbanismo. Teniendo en cuenta que la vida útil de un edificio es elevada, resulta evidente que es necesario pensar a largo plazo y estar dispuestos a invertir en tecnologías ecológicas cuyos beneficios se percibirán en el futuro.



Donde primero se pondrán de manifiesto daños medioambientales producidos por las prácticas constructivas actuales es en las ciudades, que sentirán antes sus efectos, como el aumento de las temperaturas, los problemas de salud debidos a la contaminación del aire o del agua, la falta de alimentos y la escasez de energía. Aunque, considerados individualmente, los edificios puedan funcionar de forma aceptable, el paisaje urbano en su conjunto y su relación con el ecosistema mundial entrarán en crisis. Esto se debe a que las ciudades son un cóctel de impactos que genera una cantidad ingente de residuos que cada vez crecen más y más, a la vez que su densidad de población también aumentan progresivamente. En la actualidad, la mitad de los seres humanos habita en zonas urbanas; de ellos, una cuarta parte lo hace en ciudades de más de un millón de habitantes y la mitad en mega ciudades de más de 8 millones de habitantes.



Solo mediante el uso de tecnologías más inteligentes, un mayor respeto por los recursos naturales y el paso de la explotación de recursos no renovables a las prácticas renovables y autosuficientes podrá hacerse frente a esta presión sobre el medio ambiente. La ciudad desempeña un papel clave en este esfuerzo por establecer una relación más simbiótica entre edificios, territorio y naturaleza. Los edificios son una de las piezas de la ciudad y si su proyecto está inspirado en los análisis del ciclo de vida, pueden contribuir de forma importante a la sostenibilidad.

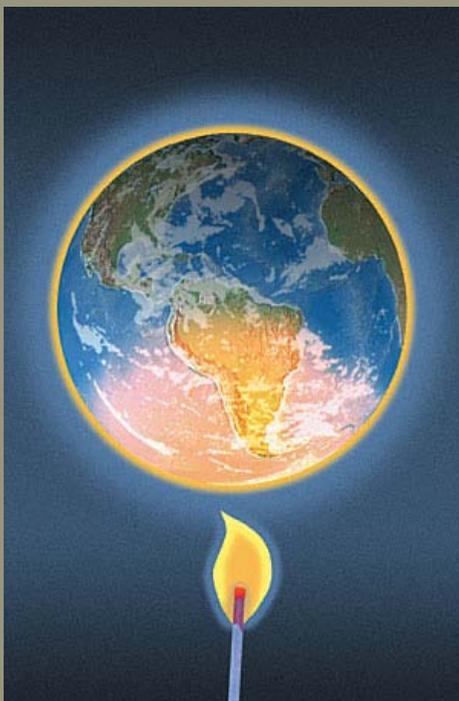
Arquitectos, diseñadores e ingenieros, así como aquellos cuya obra afecta al medioambiente, han de tomar decisiones cada día y emprender acciones basándose en la información disponible actualmente. Por lo tanto, es vital que el insuficiente nivel de conocimiento actual no sea utilizado como excusa para la omisión de medidas preventivas o correctoras y para eludir la responsabilidad sobre el impacto ambiental de los proyectos de edificación.

La importancia de adoptar criterios de proyecto basados en su adecuado conocimiento de los aspectos ecológicos es obvia. Las decisiones de proyecto y planeamiento que se adoptan en el momento presente no sólo tienen un efecto inmediato sobre la sociedad, sino que también pueden influir en la calidad ambiental que leguemos a las generaciones futuras. Sin embargo, la valoración y los criterios proyectales han de basarse en lo que ya es conocido y no en el desconocimiento o en la absoluta exclusión de las consideraciones ambientales.

La arquitectura se materializa a través de la construcción que, al igual que otras industrias, se basa en el modelo productivo dominante cuyo origen se remonta a la revolución industrial, hace unos doscientos cincuenta años. Hasta ese momento la sociedad era orgánica y se caracterizaba por un uso de los recursos biosféricos que no sobrepasaba la capacidad de la naturaleza para producirlos, así como tampoco sus posibilidades para la asimilación de los residuos generados. No tenía el hombre, por lo tanto, la capacidad de producir un daño a escala global.

El cambio comenzó a producirse con la disposición indiscriminada de fuentes de energía que permitieron acceder a los recursos minerales como nunca antes se había hecho, poniendo en marcha una espiral de crecimiento ilimitado en el consumo de recursos y en la consiguiente generación de residuos. Esta aceleración, junto con el aumento de la renta per cápita, la explosión demográfica y la extensión del transporte horizontal, han dado origen a otra forma de organización cultural, la sociedad industrial, donde cada material extraído de la litosfera acaba degradado y vertido sobre la delgada capa de biosfera que recubre el planeta, contaminándola y condicionando la continuidad de la vida.





Contexto

## 1.2 CONSTRUCCIÓN Y EL CLIMA

Los indicios que el calentamiento global existe parecen ser cada vez más abrumadores. La climatología ha establecido una probable correlación entre el uso de combustibles fósiles, el calentamiento del planeta y la inestabilidad climática. Sin embargo otras actividades humanas también están acelerando el aumento de la temperatura global, como la destrucción de los bosques tropicales (a menudo para abastecer a la industrial mundial de la construcción), la creación de vertederos y la consiguiente emisión de gases metanos y el uso de productos químicos que destruyen la capa de ozono. El calentamiento global es un hecho incomodo para los políticos, para los arquitectos, para la industria de la construcción y para la raza humana. También constituye una realidad incomoda para muchas otras especies del planeta, cuyos habitats se ven amenazados por la subida del nivel del mar y la desertificación. El calentamiento global no sólo pone en peligro a nuestra especie, sino que amenaza a todo el ecosistema del que dependen la agricultura y la pesca.

Las principales causas del impacto ambiental de la arquitectura se encuentran en el consumo de recursos no renovables y en la generación de residuos contaminantes, ambos en aumento acelerado. Su principal efecto es la destrucción del Stock del capital natural por la degradación entrópica – un aumento del desorden y la dispersión de los materiales causados por la actividad humana – que resulta especialmente tangible cuando observamos sus efectos más visibles.

En efecto, la construcción está directa o indirectamente implicada en la tabla de los bosques nativos, el agotamiento de los combustibles fósiles, la disminución de las reservas de agua dulce, los residuos sólidos o la combinación de la atmósfera a través de la Emisión de gases tales como el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, los óxidos de nitrógeno NOX y los óxidos de azufre SOX que se traducen en el efecto invernadero, la lluvia ácida y la destrucción de la capa de ozono.

Los edificios pueden suponer una parte importante de la energía que consume el conjunto de la sociedad, que mayormente se utiliza en la fabricación de los materiales de construcción y en mantener las condiciones de habitabilidad deseadas en los edificios.

El uso de la energía es uno de los indicadores más difundidos y aceptados como unidad de medida global del impacto ambiental de la edificación, ya que expresa la potencia y el trabajo empleados así como también un consumo de recursos no renovables y una liberación de emisiones



contaminantes. Tal consumo de energía, producida mayoritariamente a partir de quemar combustibles fósiles, es responsable de una parte importante de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, el principal gas causante del efecto invernadero.

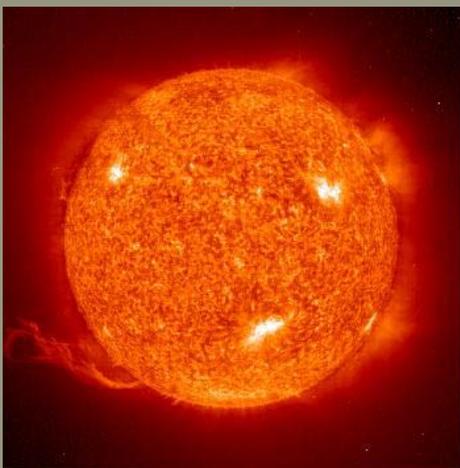
La ecotoxicidad y la toxicidad humana son dos grupos de impacto que resumen diferentes efectos ambientales y aportan una referencia general sobre como afecta a la naturaleza el uso de los dos grupos de toxicidad mencionados, a través de la combinación de distintos efectos. La liberación del sulfuro, los óxidos de nitrógeno, el amoníaco y los metales pesados, por ejemplo, provocan el aumento de la acidificación y la toxicidad del suelo afecta a la flora y a las aguas superficiales y subterráneas.

Otros problemas y efectos ambientales en los que participa la industria de la construcción son las lluvias ácidas originadas en las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno de la combustión de los derivados del petróleo, que modifican la composición de los suelos y las aguas; la eutrofización originada en los vertidos de compuestos industriales ricos en nitrógeno y fósforo, que causan el desequilibrio de determinados nutrientes en un ecosistema; y el smog compuesto por las emisiones de dióxido de carbono, las partículas sólidas y el dióxido de sulfuro que se desprenden de la combustión del carbón en las centrales eléctricas y calderas, que ocasionan diferentes problemas de salud en los seres vivos.

Los edificios tienen una huella ecológica que, conforme ha ido creciendo en las últimas décadas el consumo de materiales y el uso de energía en ellos, se ha ido agregando. No obstante, algunos impactos han podido ser controlados parcialmente gracias a la innovación en el diseño de productos, soluciones constructivas en edificios ó urbanizaciones. El rumbo puede ser corregido y en ello los grandes acuerdos globales alcanzados por la sociedad juegan un gran papel.

Inevitablemente, la arquitectura recibe influencias del contexto sociopolítico. La ideología del mercado libre que promueve el individualismo prevalece sobre los valores colectivos. La sostenibilidad, entendida como un conjunto de ideales, se basa en la ética de la responsabilidad medioambiental. Las técnicas y tecnologías del proyecto sostenible se encuentran ya en un estado avanzado de desarrollo; lo que aún no ha ocurrido es que los profesionales de la arquitectura dan prioridad a las cuestiones ecológicas y que la sostenibilidad informe la actuación de la industria de la construcción desde la raíz.





1 Contexto

### 1.3 CONSTRUCCIÓN Y EL CALENTAMIENTO DE LA TIERRA

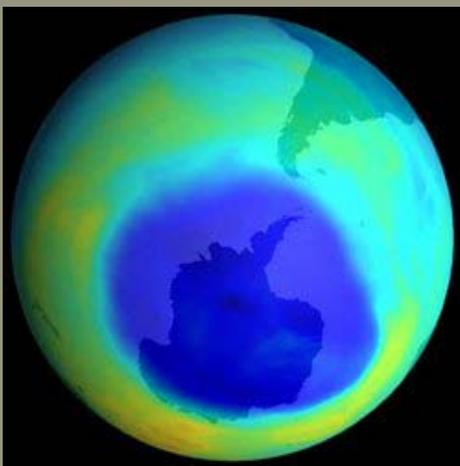
Hace algunos años la capa de ozono, el estrato de la atmósfera que retiene parcialmente la radiación ultravioleta del sol evitando que sus efectos nocivos lleguen a la superficie del planeta, estaba siendo atacada por los gases CFC (cloro fluorocarbonos) y HCFC (Hidrocloro fluorocarburos) que formaban parte de ciertos líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes utilizados en ciertos materiales de aislamiento térmico e instalaciones de aire acondicionado. La puesta en marcha del protocolo de Montreal impulsó la sustitución masiva de Actualmente el mayor desafío ambiental que se ha propuesto la civilización, a través del protocolo de Kyoto, es la limitación de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero para intentar frenar el cambio climático que se está produciendo a partir del aumento global de la temperatura en la superficie de la tierra.

El efecto invernadero se produce a causa de la retención de la radiación solar en una capa de protección inferior (conocida como troposfera), situada a unos 15 Km. de la superficie terrestre.

Aproximadamente sólo la mitad de toda la energía de la radiación solar es absorbida por la tierra, un proceso que altera la longitud de onda de la luz. Una proporción de la energía solar se transforma en radiación infrarroja, que no puede llegar a la atmosfera exterior debido a la presencia de gases de efecto invernadero y que en general son beneficiosos para la vida terrestre porque permiten que la tierra absorba la radiación solar (de ahí el termino invernadero). Los gases de este tipo más importantes son el CO<sub>2</sub> y el metano, junto con cantidades más pequeñas de óxido de nitroso y los cloro fluorocarbonos, unas sustancias químicas que produce el hombre. El problema es que las enormes cantidades de estos gases que generan las actividades humanas alteran el efecto de su producción natural.

Hace 200 años, el CO<sub>2</sub> en la atmosfera era de 590.000 millones de toneladas, mientras que en este momento es de 760.000 millones de toneladas, lo que ha dado un incremento de la energía solar total absorbida por la tierra. Este aumento (y el hecho de que la cantidad de CO<sub>2</sub> siga creciendo rápidamente) permite predecir que el sobrecalentamiento global alcanzará los 4°C en el próximo siglo.

Sin el escudo protector de la tropósfera, el planeta estaría unos 30 °C más fríos. El delicado abrazo de la tropósfera nos calienta y nos protege tanto de los excesos de la radiación solar como el descenso de las temperaturas durante la noche. Sin embargo, el sistema está siendo alterado,





con los consiguientes problemas de inestabilidad climática. Los edificios (y como se calientan, enfrían e iluminan) son los principales culpables de esta inminente catástrofe.

La producción de CO<sub>2</sub> es un fenómeno esencialmente urbano, pero el grado de emisión depende de varios factores, como el clima, los modelos de uso del suelo, la densidad de población y el estilo de vida. Para limitar la producción de CO<sub>2</sub> pueden adoptarse medidas muy diversas; por ejemplo, el microclima puede modificarse para aumentar los grados de confort humano y de este modo reducir el consumo de energía. En las ciudades frías del norte, la mejora del aislamiento y de la captación solar de los edificios constituyen medidas relativamente sencillas que aúnan eficacia y bajo coste. En climas cálidos, pueden agruparse árboles y edificios con el fin de crear zonas de sombras y dirigir las corrientes naturales de aire, reduciendo el uso del aire acondicionado.

Los modelos del uso del suelo también ejercen un gran impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Las ciudades dispersas, donde el suelo se destina a un único uso, generan una cantidad de CO<sub>2</sub> mucho mayor que los barrios tradicionales, donde se combinan usos mixtos. El transporte privado y la construcción de edificios aislados, muchos menos eficientes en cuanto al consumo de energía aumentan el consumo de combustibles fósiles, y, por lo tanto la producción de CO<sub>2</sub>. La densidad de la población es una cuestión importante, puesto que el transporte público sólo es viable económicamente en ciudades compactas. Los modelos urbanos densos basados en la diversidad de usos del suelo generan una cantidad mucho menor de CO<sub>2</sub> que la ciudad suburbana moderna convencional. Esta es la razón por la que la producción per cápita de CO<sub>2</sub> varía entre distintos países. La clave se basa en el modelo de vida.

El estilo de vida también tiene una clara repercusión. A medida que somos más prósperos, deseamos más cosas y consumimos más. Con el consumo aumenta el uso de recursos, la generación de residuos y, finalmente, la producción de CO<sub>2</sub>. Los edificios fundamentales para la vida y el consumo, podrían reducirse los efectos ecológicos adversos a través de un mejor proyecto que considere cuestiones sostenibles. No obstante, la gran ironía es que las naciones más avanzadas del planeta también son las que más contaminan. La industrialización siembra las semillas de su propia destrucción, ya que genera altos niveles de CO<sub>2</sub> que conducen inexorablemente al calentamiento global. La arquitectura por sí sola no puede resolver los medioambientales del planeta, pero puede contribuir significativamente a la creación de hábitats humanos más sostenibles.



2 Recursos

## 2.1 CRISIS ENERGÉTICA

La energía que consumimos hoy, es dependiente de los combustibles fósiles aproximadamente en un 70% - 80 %. El incremento de la población desde el 1900 hasta la fecha, ha sido el más alto en los últimos millones de años, con la tendencia actual llegamos a los 10.000.000.000 en el 2050, coincidiendo con la disminución de la biodiversidad.

Se calcula que para el año 2050 el consumo de energía mundial se habrá doblado. Gran parte de esa energía provendrá de la explotación continuada de combustibles fósiles (con la consiguiente subida de precios y los ya conocidos efectos sobre el calentamiento global), pero un porcentaje cada vez mayor se producirá a partir de fuentes renovables. Enfrentarse al reto de satisfacer las crecientes demandas de energía en algunas zonas del mundo, como China, África e India, que están experimentando un proceso de industrialización, requiere que los arquitectos adopten medidas para promover el consumo de energías renovables en lugar de petróleo y gas. El desarrollo de estas fuentes de energía ofrece una solución que no es perjudicial para la salud humana (no contamina el aire) ni destruye el entorno local (mediante plantas petroquímicas) o amenaza los sistemas naturales (a través del calentamiento global).

En este momento, un tercio de la humanidad (2.000 millones de personas) dependen de energías derivadas de biomasa (normalmente leña o estiércol animal) para cocinar y calentarse. Esto repercute no sólo en la pobreza de este sector de la población, sino también en el medio ambiente. A medida que se talan árboles, la tierra se vuelve más árida y su productividad agrícola disminuye. El ciclo se agrava con la recogida de más madera, que suele requerir largos desplazamientos. El programa de Desarrollo de la ONU promueve un cambio hacia un sistema energético que no produzca CO<sub>2</sub>: energía solar en los países en vías de desarrollo, hidrógeno en los ya industrializados y un mayor uso de los biocombustibles en el transporte mundial. Los arquitectos se implicarán en estos cambios, no a través del proceso de desarrollo de las tecnologías más avanzadas, sino mediante edificios que puedan adaptarse a las cambiantes prioridades energéticas. Sus proyectos servirán para facilitar y poner a prueba la transferencia de conocimiento desde el laboratorio científico a este campo. En ese sentido, los edificios se convertirán en ejercicios de investigación aplicada, con todo el seguimiento posterior que eso conlleva.



Los edificios se enfrentan a un reto singular. La mayoría de ellos se proyectaron cuando la energía era abundante y se desconocía el calentamiento global. Los arquitectos e ingenieros confiaban en la ilimitada disponibilidad de la energía para calefacción, iluminación, ventilación y ascensores. Los edificios del sector terciario suelen estar completamente equipados con aire acondicionado, y sus plantas son a menudo muy profundas, de manera que el interior queda muy alejado de las fuentes de luz, energía solar y ventilación. En edificios residenciales, los antiguos modelos de vivienda urbana densa (apartamentos, edificios adosados) han sido remplazados por viviendas aisladas o adosadas. Esto ha dado lugar a un aumento de la extensión de la ciudad y la incapacidad de mantener el transporte público. Además, la pérdida de calor de una vivienda ha dejado de convertirse en ganancia para otra vivienda, como sucedía en los edificios de apartamentos. Este espaciamiento también conlleva la separación de los usos del suelo. Los viajes se hacen necesariamente en coche, con el consecuente aumento de las emisiones de carbono. En muchos países industrializados, como Reino Unido, Estados Unidos y Australia, en el 2000 el transporte La energía es un elemento esencial para la sostenibilidad. El consumo de combustibles fósiles en los edificios representa aproximadamente la mitad de toda la energía consumida en el mundo. La calefacción, iluminación y ventilación de los edificios se basa en la combustión de petróleo, gas o carbón, bien en el propio edificio o en una central generadora. El problema esencial reside en la relación entre el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO<sub>2</sub>, no en la energía en sí. Si la sociedad pudiese generar toda la energía que necesita a partir de fuentes renovables, no habría ningún conflicto.

Existen tres opciones para reducir estos niveles: la energía nuclear, la energía renovable y la transformación del carbono.

La energía nuclear se promovió en un principio como una fuente limpia de energía, pero presenta problemas medioambientales específicos, de sobras conocidos. La energía renovable, sin embargo, ofrece un gran potencial.

La transformación del carbono es un modo muy útil de analizar la relación entre el desarrollo y la capacidad de carga del suelo que lo acoge. El método aprovecha la capacidad de los árboles y los bosques de convertir el CO<sub>2</sub> de nuevo en oxígeno (a través de la fotosíntesis). Se cree que unos 15 árboles son capaces de transformar las emisiones de carbono de un coche medio durante un año, mientras que unos 40 podrían convertir las de toda una casa promedio. Todo depende, sin embargo,



del tamaño y del tipo de árbol, así como de la eficiencia energética del elemento productor de CO<sub>2</sub>. Estos resultados se apoyan en la premisa de que son necesarios 160 m<sup>2</sup> de árboles para compensar cada 1000 kW/h de energía utilizados para calefacción, 900 m<sup>2</sup> por cada 1000 kW/h de electricidad y 1200 m<sup>2</sup> por cada 1000 l de gasolina consumida. De todo ello se deduce que cada hogar requiere aproximadamente 8000 m<sup>2</sup> de bosque para transformar sus emisiones de CO<sub>2</sub> en oxígeno. Con estos datos en la mano, resulta evidente que sólo la producción de carbono de Londres sobrepasa la capacidad de todos los bosques de Reino Unido juntos. Incluso aunque toda la superficie de Reino Unido estuviese arbolada, es poco probable que pudiese compensar la producción nacional de CO<sub>2</sub>. Esto indica la gravedad del problema en el ámbito mundial.

2 Recursos

## 2.2 LA ENERGÍA RENOVABLES

La energía renovable puede sustituir a los combustibles fósiles en la calefacción, refrigeración o ventilación de los edificios. Las principales fuentes de energía renovable en arquitectura son las energías solar, eólica y geotérmica. A gran escala disponemos de la energía de las olas, las corrientes de agua o las mareas, aún insuficientemente aprovechadas. El fácil acceso a los combustibles fósiles ha desincentivado un mayor desarrollo de la energía renovable en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo. Una tendencia evidente en los últimos años es la creciente aplicación de las fuentes de energía renovable a pequeña escala, que ha dado lugar a más instalaciones en edificios individuales.

Hasta hace poco la existencia de reservas hasta cierto punto aseguradas a largo plazo (entre 40 y 200 años, dependiendo del tipo de combustible fósil), impuestos bajos y un coste accesible había sembrado la complacencia entre clientes y promotores. La amenaza del calentamiento global ha desplazado ahora la atención hacia las fuentes de energías renovables, baratas, infraexplotadas y accesibles. Los nuevos objetivos para limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> que se acordaron en la Conferencia de Kioto de 1996 y los incentivos de la Unión Europea han contribuido a fomentar el interés en este tipo de energía. Además, los combustibles han comenzado a relacionar el consumo de energía con una preocupación más amplia por un estilo de vida saludable que vincula la energía renovable al bienestar tanto físico como psicológico.

En teoría, la energía renovable podría satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad. El sol proporciona un flujo de energía muy superior al consumo humano. El problema reside en cómo distribuir, almacenar, transformar y utilizar esta energía de tal modo que sea útil para calentar edificios, impulsar maquinaria y realizar las innumerables tareas que ahora se ejecutan mediante combustibles fósiles. La energía renovable puede emplearse en edificios de distintos modos:



- extraerse en otro lugar y distribuirse a través de canales convencionales.

- extraerse en o cerca del lugar donde está ubicado el edificio y

- extraerse por medio de la propia construcción del edificio.

Para aprovechar estas estrategias, es importante que las posibles fuentes de energía renovable estén presentes en una fase temprana del proyecto.

El solar para la edificación puede seleccionarse según su accesibilidad a las fuentes de energía (solar, eólica, hidráulica, geotérmica, etc.). Una colina orientada al sur o norte según la latitud del proyecto, por ejemplo facilita una óptima explotación de la energía solar, y un lugar expuesto al viento ofrece la posibilidad de producir electricidad in situ por medio de aerogeneradores. Una vez seleccionado el lugar, otras decisiones tempranas pueden ayudar a sacar el mayor partido de la energía renovable. La orientación, la impronta del edificio y la situación en el terreno permiten el aprovechamiento eficaz y eficiente de la energía solar, eólica y de otras fuentes naturales. El primer principio de la energía renovable, por tanto, es que las fuentes de energía disponible y el método de explotación se integren desde las etapas iniciales del proyecto. Con demasiada frecuencia la energía renovable se toma en consideración sólo cuando las principales decisiones clave que afectan a su aprovechamiento ya se han adoptado. Este es el caso del diseño solar pasivo, en el que las limitaciones geométricas son muy importantes.

Aunque existen muchas fuentes de energía renovable, sólo consideramos aquellas que son fáciles de explotar.



3 Nuevo paradigma de la arquitectura

### 3.1 SOSTENIBILIDAD COMO NUEVO PARADIGMA DE LA ARQUITECTURA

Es importante entender la situación actual por la que atraviesa la arquitectura. Hoy se enfrenta a una nueva situación global, en la que se destaca la crisis medioambiental. En otras épocas cuando se reformularon los conceptos arquitectónicos, existían otras necesidades que satisfacer y otros contextos por los cuales era necesario la intervención de la arquitectura. Es por tal motivo que entendemos que la arquitectura actualmente está pasando por una etapa de reformulación de sus conceptos y vemos a la sostenibilidad como el nuevo paradigma de la arquitectura. A continuación se desarrollarán una serie de situaciones y conceptos para entender mejor el porqué de esta conclusión.

A finales de la década del 90 se empezaban a ver las primeras búsquedas de nuevas formulaciones teóricas y cada vez más abrumada por el peso de la cuestión medioambiental.

El hito del congreso de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA) de 1993, señaló la importancia del camino irreversible del diseño sostenible en la arquitectura en la Declaración de Chicago. Documentos posteriores del Consejo de Arquitectos de Europa, como Europa y la arquitectura mañana, y del Congreso de Arquitectos de España, celebrado en 1996, supusieron importantes avances en la conformación de una conciencia más extendida sobre la necesidad de una arquitectura preocupada y exigente con las consecuencias inmediatas de su impacto medioambiental. Sin embargo, no ha sido hasta el siglo XXI cuando puede hablarse de una revisión profunda de conceptos sobre la naturaleza y el artificio, sobre el lugar y el entorno, y sobre las adjetivaciones de la arquitectura (bioclimática, ecológica, sostenible, etc.) que anteriormente eran objeto de una diatriba general, desde las posiciones defensoras de principios abstractos, que suponían que la arquitectura heredada de la tradición del movimiento moderno habría de evolucionar indefinidamente.

Hasta hace muy poco, la arquitectura era considerada una disciplina de principios abstractos y universales, que mantenía una dirección lógica en el sentido señalado por un vago sentimiento de progreso que orientaba sus metas en la dirección de una modernidad puesta en crisis en las últimas décadas del siglo XX.

La preocupación por nuestra propia evolución espacial ha dado lugar a una serie de teorías sobre cuáles son los modelos teóricos que deben impregnar la ciudad y la arquitectura contemporánea. En





todos esos análisis, el medio ambiente suele aparecer como el más importante o uno de los principales asuntos a tener en cuenta. Como en otros campos de la cultura y del pensamiento, frente a quienes opinan que la preocupación ambiental es consustancial a la arquitectura –como disciplina unitaria y totalizadora-, se encuentran quienes piensan que la disciplina ya no puede entenderse sin ese componente específico, irrenunciable y responsable del diseño sostenible. Conseguir la plena integración de la arquitectura con los elementos de sostenibilidad que provienen de nuestro lenguaje y nuestra técnica es irrenunciable.

Separado de su carácter esencialista, y hasta de su componente ética, la arquitectura sostenible se ha convertido en una obligación impulsada por los foros de arquitectos más activos, con un nivel similar al que tuvo para la modernidad la consideración de las responsabilidades sociales, culturales y hasta de cambio humano que las vanguardias del movimiento moderno otorgaron en el pasado a la arquitectura. Convertido para muchos en principio fundacional del proceso de proyecto de la arquitectura contemporánea y, para la mayoría, en obligación sine qua non de la condición innovadora y experimental que como tecnología constructiva en cada tiempo se le supone a la arquitectura, el diseño ecológico alienta los prototipos más avanzados de nueva construcción a lo largo y ancho del mundo globalizado. Actualmente tenemos que asumir como reglas previas aquellas que, sin más, nos imponen la obligación de ser coherentes, a la vez, con los paradigmas contemporáneos de elaboración del proyecto y con los principios del diseño sostenible.

Los elementos del proyecto y su estructura han cambiado sustancialmente; esos elementos ya no pueden ser, ni serán, los mismos que sirvieron de modelo en el siglo XX, sino que conformarán un conjunto de referencia plurales y cambiantes que tendrán una repercusión sobre el proyecto contemporáneo de arquitectura, entendido como elemento de mediación técnica entre el arquitecto, la sociedad y la obra. Pensar el proyecto desde el diseño sostenible es anticipar doblemente su contenido como construcción del espacio futuro, sopesar límites y actuar de forma que la acción de proyectar sea un elemento determinante de la voluntad de cambiar el medio. Que esas anticipaciones y acciones produzcan el menor impacto en el medio ambiente es el objetivo del proyecto contemporáneo de arquitectura, desde casi todas las ópticas sociales, incluidas las lógicas del mercado.

La aportación tecnológica del diseño sostenible interesa a todos porque la lógica del despilfarro no tiene justificación alguna en un mundo completamente interconectado, donde los materiales y los recursos son insuficientes, y las demandas deslocalizadas y muy desequilibradas. Esta aportación





de valor de proyecto en este marco es una necesidad que no puede darse por supuesta-, hace falta calificarla, evaluarla y verificar su alcance; constituye un punto de partida a asumir, pues la influencia de nuestro trabajo se hace patente en el balance de energía, recursos, residuos, contaminación y ocupación del planeta, en un porcentaje hasta ahora no conocido que pone en peligro todos los nutrientes ambientales vitales para la humanidad. La relación entre energía y arquitectura constituye un doble paradigma que contrae una relación dialéctica con otra serie de fuentes de repercusión tangible en los graves problemas de fragilidad de nuestro ecosistema planetario.

El proyecto contemporáneo de arquitectura se entiende como un documento que anticipa el certificado de nacimiento, de construcción, más tarde de la vida útil y, por último, del reciclaje como algo inherente a la misión específica del arquitecto, entrando de lleno, y por derecho propio, en las tareas primigenias de la arquitectura. Queda para cada arquitecto valorar el aspecto ecológico de la construcción en el peso específico de la conformación de su universo formal y de los entresijos de su relación tecnológica con el entorno exterior, en un constante proceso interactivo de dependencia. Quedan para los poderes públicos y los responsables de supervisión de proyectos elementos básicos de una nueva concepción en la que está claro que hay cosas que ya es imposible hacer. Queda para la sociedad la idea de que los edificios forman parte de un metabolismo urbano que hay que preservar y mantener de forma saludable.

En el escenario actual, los retos ya no se fundamentan en declaraciones retóricas, sino en elementos cuantificables, evaluables con indicadores y, por tanto, sujetos a la crítica social, un elemento de verificación para establecer cuáles son los desafíos ambientales a los que hemos de responder desde la arquitectura sostenible.

El arquitecto profesional tiene competencias en multitud de áreas: urbanismo, estética, construcción, programación, normativa, etc. No resulta fácil conciliar las exigencias opuestas de presupuesto, programa, emplazamiento y previsión de tiempos y, al mismo tiempo, optimizar el respeto por el contexto, la organización espacial, la funcionalidad de la distribución, la solidez de la construcción, las cualidades espaciales y proporcionales y el proyecto en su totalidad. Ningún aspecto de la solución arquitectónica puede mejorarse a expensas del resto. El proyecto ecológico es una de las numerosas cuestiones que es preciso abordar.

El proyecto ecológico es sensible a su entorno. En un mundo globalizado, uno de sus atractivos es su potencial para producir arquitectura específica de un lugar, respondiendo a condiciones concretas del clima y del emplazamiento y, siempre que sea posible, utilizando materiales locales disponibles.



El diseño ecológico también tiene otras ventajas. El ahorro logrado mediante diseños energéticamente eficientes pueden ser muy importantes en la vida diaria. Los costes de calefacción en invierno pueden llegar a consumir una parte considerable de los ingresos familiares, y los metros adicionales que proporciona un invernadero son bienvenidos en la mayoría de los hogares, no sólo por motivos económicos, sino también por motivos de espacio.

La otra razón por la que los arquitectos promueven el diseño ecológico es la calidad de la arquitectura. Los edificios con más elementos naturales y menos artificiales son mejores. En general, los espacios con luz natural son más agradables que los que disponen luz artificial; la ventilación natural, cuando se dispone de aire puro y un entorno exterior sin ruidos, es más recomendable que la mecánica; cuantas menos fuentes de calor mejor, etc.

Es importante considerar todos los aspectos que conlleva la arquitectura sostenible, pero sin dejar de lado la calidad de lo que proyectamos y la calidad del servicio del arquitecto frente a los diferentes clientes. Tenemos que considerar que la calidad de la arquitectura por lo que a instalaciones y accesorios se refiere concierne a la adecuación a su uso, a la durabilidad en su funcionamiento y al deleite visual que proporcionan. La adecuación a su uso implica consideraciones ergonómicas, especialmente para las personas discapacitadas o dependientes, y una correcta solución de materiales en relación con las funciones que deban desempeñar. Durabilidad en el funcionamiento significa ciclo de vida útil adecuado teniendo en cuenta todos los costes, incluso los medioambientales. El deleite se obtiene como resultado de la elegancia, el estilo y la contribución, incluso en los más pequeños detalles, a la arquitectura del edificio.

Por encima de las cuestiones de proyecto se encuentra la calidad de servicios al cliente. En un proyecto de construcción, una buena gestión de la calidad, el coste y el tiempo es indispensable.



## 4.1 LA MADERA



La intención de este capítulo es realizar una breve descripción de la utilización de la madera a lo largo de la historia. Describir algunos ejemplos emblemáticos o simplemente comunes y tratar de entender la importancia de este material, para la construcción de ciudades, sociedades, etc. Entender la vigencia en su utilización y la necesidad de adoptarla como un material indispensable, dada la situación medioambiental que estamos sufriendo en la actualidad.

Entre las primeras viviendas de madera conocidas se encuentran las de Terra Amata, cerca de Niza al sur de Francia. Construidas durante el Paleolítico, entre el 450.000 y 380.000 A.C, se trataban de viviendas de poca profundidad, 8-15 m de longitud y 4-6 de anchura.

También podemos encontrar ejemplos como en Macedonia al norte de Grecia, construidos alrededor del 5.800 A.C. Se trata, en este caso de una vivienda rectangular de madera, con un interior hecho de caña y una superficie de una especie de yeso formada de barro y paja. Posteriormente, se construyeron casas de mayor envergadura en diversos puntos de Europa actual, desde Holanda hasta Ucrania.

En Banpocun, China, las casas fabricadas alrededor del año 4.000 A.C, tenían forma circular y se encontraban parcialmente hundidas en el suelo. Cuatro postes en el suelo sostenían una casa abierta de adobe y cañas inclinadas hasta llegar al suelo.

A medida que la arquitectura se fue sofisticando, se utilizaron materiales más exigentes y duraderos, como la piedra y el ladrillo, para la construcción de edificios monumentales, excepto en el caso de la vivienda, en que la madera siguió siendo la piedra angular de las construcciones. De hecho en países como Noruega, donde la existencia de otros materiales era muy escasa, persistió el uso generalizado de la madera. Igualmente países como Japón siguieron aferrados a la construcción en madera.

En Inglaterra se desarrollaron algunos ejemplos significativos de construcción en madera. Por ejemplo, las estructuras de cubiertas típicas de la Edad Media, una especie de espoleta girada hacia arriba de madera pesada, que parecía recordar el arco gótico.

En Estados Unidos, muchas de las primeras casas coloniales, incluso las más grandiosas, estaban hechas de madera. En la mayoría de las ocasiones, debido a la escasa resistencia o al estado de ese material, las casas se venían abajo, frecuentemente por incendios o simplemente se





remodelaban de tal forma que poco a poco iban desapareciendo y olvidando sus vestigios de madera.

La desaparición de las casas de madera se confirmó finalmente tras la llegada del movimiento moderno en la primera mitad del siglo XX. Los últimos y más elegantes diseños tomaban como base aquellos nuevos atractivos materiales como el acero, hormigón y cristal. No es que se dejara de construir en madera, pero sí dejó de ser la vanguardia en arquitectura.

No obstante, había otro factor, de tradición más humanista, que aún coexistía con las marcadas tendencias de la modernidad, gracias al cual la madera seguía desempeñando un papel importante. Por ejemplo, en las casas de Frank Lloyd Wright y en la Villa Mairea de Alvar Aalto, esta tradición quedó dormida antes de emerger nuevamente.

Algunas directrices del desarrollo actual de viviendas ponen de manifiesto indicios típicos de Walter Segal y su movimiento de autoconstrucción de casa. Muchas de las ideas de Segal de autoconstrucción se aprecian en numerosas casas de madera actuales, el control individual, la idea de tocar el suelo ligeramente, y el creciente enfoque en y para beneficio del medio ambiente, sin duda se han ido sofisticando más y más en nuestros días.

Hoy se da un renacer del uso de la madera como reflejo de una amplia variedad de enfoques y diseños. La madera puede escogerse por motivos medioambientales, por su luminosidad, por su conexión con la naturaleza, por su facilidad de manipulación o simplemente por sus cualidades sensuales. Y existen tantos enfoques de la construcción en madera como resultados estéticos en los edificios observados.

Lo más importante, todavía, sigue siendo la estructura de madera y es seguramente el tipo de construcción más utilizada a la hora de diseñar proyectos arquitectónicos.

Tradicionalmente las construcciones de madera se hacían con largas piezas, trabajosamente unidas con juntas complejas. La innovación surgió a comienzos del siglo XIX de la mano del desarrollo de las estructuras Balloon-frame en Estados Unidos, utilizadas por primera vez en Chicago para reemplazar las estructuras de paredes de carga. En primer lugar se construían en el suelo y posteriormente se elevaban, con lo que se lograba una solución mucho más ligera. Estas construcciones se basaban en unos montantes ligeros, de 5 x 10 cm, colocados a 40 cm del suelo y unidos con clavos. Gracias al gran número de montantes, la estructura podía soportar fuertes vientos a pesar de su inherente ligereza. Con la producción en serie de clavos, y dado que la madera comenzó a cortarse con dimensiones estándar, desaparecieron muchas de las habilidades





necesarias en el proceso de construcción de la estructura, así que una cantidad de trabajadores de América pudieron construir sus propias casas.

Aunque el uso de estructuras ligeras ha perdurado, el modelo Europeo de plataforma, originario de países Escandinavos, se ha impuesto incluso en Norteamérica, sustituyendo a la estructura Balloon-frame.

La estructura balloon-frame puede ocupar toda la altura del edificio, de modo que los forjados están machihembrados con los elementos verticales, minimizando así el pandeo. Por el contrario, en las estructuras de plataforma las paredes de la planta baja se erigen fuera de la plataforma de madera. Esto posibilita la construcción de las paredes in-situ y su elevación; es un regreso a los primeros enfoques arquitectónicos, pero con elementos y máquinas mucho más ligeros. De hecho, el creciente cambio hacia construcciones en taller, unido a la posibilidad de pequeñas grúas en la misma obra, en muchos casos está relegando a un segundo plano esa necesidad de edificar con elementos pequeños. Por ejemplo, en Norteamérica el 40 % de la construcción en madera es prefabricada: el 30 % del entramado de paredes y el 75 % de las cubiertas. De esta forma se evitan los deterioros técnicos y se acaba con la inseguridad del trabajo a pie de obra.

La idea de usar una gran diversidad de elementos pequeños tiene, por consiguiente, algún que otro inconveniente. Por ejemplo, el forjado de cabio reforzado, a pesar de ser relativamente económico y ligero, ocupa todo el espacio de la cubierta. Por el contrario, un sistema de construcción masivo permite un mejor del espacio, facilitando su abertura y ofreciendo mayor flexibilidad al usuario. Todos estos procesos de construcción por los que ha pasado la madera, permite en la actualidad un alto desarrollo de las tecnologías que se emplean para la construcción con madera, estas tecnologías varían según el país o contexto en el cual se utiliza la madera.

4 La madera

## 4.2 LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONTEMPORANEO

En la actualidad, la madera está considerada una materia prima inagotable. El principio de sostenibilidad ha conllevado la aplicación de técnicas informáticas en su manipulación que ha dado lugar a la sistematización del corte; la aparición de una multitud de productos derivados ha optimizado el aprovechamiento de los restos no utilizables; se ha avanzado en el diseño y función de





sistemas de unión y fijación, en los sistemas de rehabilitación y mecanismos biocidas contra las plagas para la conservación y el mantenimiento de la madera.

Gracias a estos avances, la madera se ha convertido en parte esencial de la construcción prefabricada, mayoritariamente elaborada en taller, con el consiguiente ahorro de tiempo y posibilidad de utilización de maquinaria avanzada; esto genera un producto ligero, fácilmente transportable y manipulable, cuyo montaje final no requiere mano de obra especializada, y que, en definitiva, es absolutamente reciclable.

El resurgimiento de la madera como material de construcción, se debe, en parte, a su relación con el medio ambiente. Es el elemento estructural que menos energía utiliza; es un recurso natural renovable; no es tóxico. Sin embargo, cualquier arquitecto que pretenda enfrentarse al tema de la sostenibilidad del edificio, se encuentra, sin duda, en un campo muy complicado a la hora de elegir los materiales.

Una de las cuestiones candentes de la madera es su fuente. Éticamente, existe una clara diferencia entre el uso de madera controlada procedentes de bosques cuyos propietarios se preocupan seriamente por la reforestación, la biodiversidad y otros factores medioambientales, y, en el peor de los casos, el uso de madera extraída sin control de la selva virgen.

Por tanto es esencial que la madera, especialmente la madera noble, tenga su certificado. Existe un gran número de certificados, tanto como empresas valiosas que respetan uno de los bienes más grandiosos, la madre naturaleza.

Los principales programas son los de Forest Stewardship Certification (FSC), utilizado principalmente por los anglosajones, y el Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC), más apropiado para la gran mayoría de países Europeos, que disponen de un amplio número de pequeños productores de madera autóctonos.

Una regla prioritaria radica en que la madera blanda, de coníferas (material principal de las estructuras de edificios, etc.), se haya tratado siguiendo un desarrollo sostenible, siempre que así se especifique en los documentos correspondientes.

Con la madera noble, especialmente de las zonas tropicales, es sumamente importante seguir los procedimientos adecuados para asegurarse de que se ha producido de una manera sostenible en términos medioambientales.





Subsisten, no obstante, dos problemas importantes. Por un lado, en países donde se están alcanzando grandes avances en producción de madera de modo responsable, existe la posibilidad de que unos cuantos desalmados aún sigan exportando sin control. Es importante, por tanto, establecer una cadena adecuada de protección de la madera, un medio para conocer de dónde viene exactamente. Por otra parte, descubrir indicios de madera en productos manufacturados puede llegar a ser más complicado que localizar los orígenes de la madera en bruto.

En términos generales, el valor medioambiental de la madera es insuperable. La comisión Europea estima de media que, si se sustituyera 1 metro cúbico de madera por otros materiales, se produciría un ahorro de dióxido de carbono de 0,8 toneladas. La madera en sí también tiene importantes propiedades térmicas y evita la aparición de los riesgos de puentes térmicos que se pueden dar con el acero.

Para muchos arquitectos, los valores medioambientales de la madera son el aval necesario para su adopción.

4 La madera

### **4.3 TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN EN MADERA**

#### Casas en troncos\_

Es la construcción de madera más antigua. Su origen se sitúa en zonas septentrionales de Europa y su extensión dependió siempre de los movimientos migratorios de sus colonizadores. Inicialmente se construían en base de troncos en rollizos, simplemente desbastados de su corteza, apilados horizontalmente y ensamblados en las esquinas. Más tarde, con la aparición de los aserraderos, se optimizan y estandarizan sus dimensiones.

En la actualidad, este sistema constructivo se comercializa en “Kits” fabricados en su totalidad en taller que se montan con mucha celeridad en el emplazamiento final. El tronco ofrece múltiples posibilidades de acabado – redondo, aserrado, teñido, envejecido, pintado etc. – y otras tantas de diseño bastante menos cuadriculadas que en su origen.





## La estructura pesada\_

Este sistema constructivo se basa en una estructura principal de pilares y jácenas de gran escuadría, normalmente modulados, sobre el que se apoya otra estructura de segundo orden formada por viguetas. La estructura debe ser debidamente arriostrada.

Surgido en Europa y China en el periodo neolítico, este sistema se extiende a Norteamérica, Japón, y sudeste asiático; su máximo apogeo se sitúa entre finales de la Edad Media y el siglo XIX. Su versión moderna aparece en Europa a finales de los años sesenta y en Japón a principio de los ochenta; trae consigo el empleo de nuevos sistemas de unión de acero, lo que aumenta la resistencia, prefabricación y sistematización.

## La estructura liviana\_

El entramado pesado evolucionó hacia este nuevo sistema en Estados Unidos durante el siglo XIX. Esta nueva fórmula no requiere material específico para construir los elementos de carga y los cerramientos, sino que los mismos paneles sirven para los dos casos. Estos paneles debidamente ensamblados con clavos o grapas, permiten proyectar una estructura tridimensional. Es un sistema estandarizado y modulado, dotado de gran flexibilidad, susceptible de ser sometido a un elevado índice de prefabricación.

La revolución del sistema estructural del entramado ligero llegó con los tableros derivados de la madera, que tienen su origen en la segunda mitad del siglo XX.

Su representante más emblemático es el tablero contrachapado, que revolucionó el sistema estructural del entramado ligero y cuya evolución está íntimamente relacionada con la de los adhesivos.

## Madera laminada\_

La madera laminada encolada aparece a principios del siglo XX para fabricar vigas rectas de gran longitud. Las vigas curvas surgirán con posterioridad. El sistema se basa en técnicas similares al entramado ligero; utiliza piezas de pequeña escuadría para conseguir elementos de tamaño casi limitado. A partir de la exposición internacional de Bruselas de 1910, donde se dio a conocer el





producto, su empleo tuvo una gran aceptación en Europa central y especialmente Suiza. A partir de 1923, el sistema sale de Europa. A finales de de los años treinta, cuando su calidad constructiva está ya contrastada y materiales como el acero sufren restricciones a causa del desarrollo de la II Guerra Mundial, su implantación se hace definitiva. Paralelamente, la invención de adhesivos sintéticos permitió el uso de la madera laminada sin las limitaciones que imponían los adhesivos para interior.

4 La madera

#### **4.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA MADERA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DISEÑO**

Desde el punto de vista de la materialización de proyectos arquitectónicos, la madera nos ofrece una cantidad de posibilidades y características, que la diferencian de otros materiales, ya sea desde la imagen del edificio, las sensaciones que transmiten los espacios, los calores, su calidad, etc.

A continuación describiremos algunas de las principales características de la madera, relacionada al diseño arquitectónico:

- La capacidad de integración de la madera es muy amplia, y el componente paisajístico es una de sus múltiples posibilidades.
- La madera permite que el edificio no sea algo inamovible, monolítico, potencia la versatilidad; espacios que se transforman, imagen que varía con el paso de las horas, de las estaciones, de la intensidad del sol, de la ocupación o del uso de la vivienda.
- Permite al diseñador interactuar con los especialistas en la construcción en madera y de esta colaboración, realizar proyectos que trabajan el espacio y el material con la misma delicadeza y conocimiento.
- Contrariamente a lo que ocurre con otros materiales, la construcción en madera posibilita una convivencia con la naturaleza en la que no hay vencedores ni vencidos.
- En ocasiones, la madera no precisa ofrecer sus cualidades portantes ni físicas, tan solo con el aspecto visual que otorga a un edificio consigue dotarlo de cualidades estéticas.
- La madera constituye un material ecológico, reciclable y sostenible. No importa el lugar donde se construya con madera, el respeto por el medio ambiente, el ahorro energético y la conciencia de que el mundo que habitamos es inagotable se hace patente.
- Múltiples posibilidades de interiorismo y la decoración.
- Las casas en los árboles convierten en realidad ese sueño infantil de la independencia, en escondite, el contacto con la naturaleza.



## Conclusión.

El desarrollo de este trabajo en particular, me dejó diferentes conclusiones o también le podría decir reflexiones. Me permitió entender en qué situación estamos actualmente, desde el punto de vista medioambiental, la crisis energética y el nuevo e importante rol del arquitecto en la sociedad y que sí no se realizan cambios importantes por parte de todos y principalmente por los que tienen más peso en las tomas de decisiones, vamos a un futuro bastante negativo.

El enfoque fundamental del trabajo se basó en la justificación de la madera en la construcción. Una vez terminado el trabajo puedo confirmar que mi hipótesis de la importancia de la madera actualmente es válida, utilizada está en cualquiera de sus posibilidades, nos da muchas más ventajas que cualquier otro material, ya sea desde el punto de vista medioambiental, estético, sensaciones, estructural, etc.

Otro aspecto importante que quiero destacar, es el rol del arquitecto actualmente, desde mi punto de vista pasamos a ser trascendentes en todas las escalas que podemos actuar, cualquier decisión tomada está directamente relacionada con el medio ambiente. Es por tal motivo que es necesario actuar más responsablemente en las decisiones de proyecto, desde el punto de vista del diseño y de la construcción.

Cada decisión tomada debe contemplar una solución para el presente sin comprometer a futuras generaciones, tenemos que pensar siempre que nuestras actuaciones perduran en el tiempo y modifican el presente.

También quisiera agradecer a todas las personas que directa o indirectamente me permitieron poder realizar el máster y a las que me acompañaron durante esta experiencia.

Proyectar significa, en gran parte, entender y ordenar. Pero creo que la genuina sustancia nuclear de la arquitectura que buscamos surge a través de la emoción y la inspiración aparece en el curso de un paciente trabajo. Con una imagen interior que, de repente, hace su aparición, con un nuevo trazo en el dibujo, parece transformarse y cobrar nuevas formas en fracciones de segundo la totalidad del edificio proyectado. Es como sí, de súbito, uno experimentase el efecto de una extraña droga; todo lo que sabía un poco antes acerca del objeto a crear aparece bajo una nueva y nítida luz. Y siento alegría y pasión y hay algo en mi que parece decir: “!está es la casa que quiero construir!

Peter Zumthor.

## Bibliografía,

KEN YEANG, (1999): Proyectar con la naturaleza. Bases Ecológicas para el proyecto Arquitectónico. Ed. GG.

MAURICIO CORRADO, (1999): La casa Ecológica, Manual de Arquitectura Bioclimática. Todas las reglas para vivir en un ambiente sano. Ed. De Vecchi.

CARLOS HERNÁNDEZ PEZZI, (1999): Un Vitruvio Ecológico, Principios y Prácticas del Proyecto Arquitectónico Sostenible. Ed: GG

SANTIAGO VIGNOTE PEÑA, FRANCISCO JAVIER JIMENEZ PERIZ, (2000): Tecnología de la Madera. Ed: MP Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

DOMINIQUE GAUZIN – MULLER, (2002): Arquitectura Ecológica, 29 Ejemplares Europeos. Ed: GG

BRIAN EDWARDS, PAUL HYETT, (2004): Guía Básica de la Sostenibilidad. Ed: GG

RUTH SLAVID, (2005): Arquitectura en Madera. Ed: Blume

RUTH SLAVID, (2006): Casas de Madera. Ed: Blume

REYES NÁJERA CESAR, (2006): Arquitectura Sostenible. Ed: Pencil



