



SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL®

CONSEJO CONSTRUCCIÓN VERDE ESPAÑA®

## FUENTE DE SOSTENIBILIDAD

Marzo-Abril 2011

### CONTENIDO

- TRANSFORMANDO BARRIOS EXISTENTES EN SOSTENIBLES
- REFLEJANDO LA NATURALEZA
- MATERIALES, PRODUCTOS Y EQUIPOS, PARA LOS EDIFICIOS SOSTENIBLES
- UN SOLO CAMINO. MUCHAS VÍAS.
- CASOS DE ESTUDIO DE EDIFICIOS SOSTENIBLES
  - LOFTS EN CHEROKEE STUDIOS, LOS ANGELES, WEST HOLLYWOOD, CALIFORNIA
  - LOTT CENTRO DE SERVICIOS REGIONALES, OLYMPIA, WASHINGTON
  - ESCUELA PÚBLICA THOMAS L. WELLS, TORONTO, CANADÁ
- LA ZONA DE CONFORT
- LOS MATERIALES IMPORTAN
- COSECHANDO LLUVIA
- BNIM

### TRANSFORMANDO BARRIOS EXISTENTES EN SOSTENIBLES

La fundación Portland Sustainability Institute (PoSI) ha comenzado la ejecución de proyectos urbanísticos sostenibles a escala de barrio para crear métricas y planteamientos viables y consistentes en barrios ya existentes. Tienen ya cinco barrios en el proyecto piloto que estarán en proceso durante 3 años.

- Elementos del Programa:
  - Compromiso con la Gobernabilidad. Creación de las estructuras que encajan mejor con cada barrio
  - Identificación de proyectos adecuados
  - Estudios de viabilidad
  - Optimización en cada proyecto de varios sistemas urbanos a la vez

Algunos ejemplos de este programa son:

- Portland Sustainability Center, gran edificio de oficinas que persigue la Certificación LEED- LBC, LEED Living Building Challenge (Desafío Edificio Viviente) que está muy por encima de LEED-PLATINO. LEED-LBC es una Iniciativa del USGBC Cascadia Chapter.
- Montgomery Green Street: Corredor pedestre y una infraestructura para gestionar las escorrentías superficiales, para absorber e infiltrar agua durante las lluvias, no solo de las propias calles sino también de todas las zonas circundantes del barrio en el que está.



SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL®  
Consejo Construcción Verde España®



Avenida de Europa, 14, 28108 – La Moraleja, Alcobendas, Madrid (Spain)  
– tel.: +34 911 890 555 fax.: +34 917 660 444 -  
Miembro Fundador del World Green Building Council (1999 San Francisco).  
Miembro del U.S. Green Building Council



Asociación sin ánimo de lucro inscrita en el Registro de Asociaciones del Ministerio del Interior el 03.10.00 con el número de protocolo No. 166967 y CIF.: G-82749664



- Los barrios residenciales de Lents juntando a los ciudadanos con parques, caminos verdes e iniciativas educativas.

## REFLEJANDO LA NATURALEZA

Unas definiciones útiles:

- **Biofilia:** Nuestra tendencia natural como seres humanos que quieren asociarse con otras formas de vida. Afinidad innata del hombre por la vida y la naturaleza. Diseño biofílico: reconoce que recordatorios de la naturaleza contribuyen al bienestar de las personas. Son una foto de una forma de la naturaleza que no tiene porqué ser visible. Reproducir un jardín. Disfrutar de la naturaleza. Si se pintan y reproducen las texturas de las espirales del tronco de una gramínea en una columna de un edificio, eso nos recuerda las plantas.
- **Biomimetismo:** Imitar las estrategias de la naturaleza de cara a impartir una cierta función. Aprender de la naturaleza para hacer cualquier cosa mejor, no solo en la tecnología, sino en los procesos y en las políticas. Imitar lo que hace la naturaleza. Un sistema de infiltración natural de escorrentías. Si se tuercen los materiales de una columna como el tronco de una gramínea para hacerlo mas ligero pero tan fuerte como la columna.

Celebrar la naturaleza está en la base de todo buen diseño sostenible.

Los Sistemas de Certificación de Edificios Sostenibles son agentes de selección natural. Sus criterios celebran los mejores edificios, de forma que podamos construir muchos mas de ellos, forman parte de la selección natural.

A su vez los Sistemas de Certificación de Edificios Sostenibles existentes serán seleccionados por las personas y por la industria solo los que sean los mejores, en función de cómo satisfagan, protejan y promuevan la continuidad de la vida.

Se seleccionan las mejores de todas las ideas de cada generación de edificios sostenibles, pero los criterios son siempre los mismos. ¿Apoyan la continuidad de la vida o no? Solo los mejores perduran.

Cuando ponemos en el centro de nuestro proceso de toma de decisiones lo que es bueno para la vida, imitamos el programa de optimización más poderoso que existe en el planeta. La Evolución no solo es el camino más rápido hacia la supervivencia, sino también hacia la prosperidad.

En el SpainGBC, [www.spaingbc.org](http://www.spaingbc.org), vamos buscando el paradigma de edificios como arboles, ciudades como bosques, que limpian y purifican el aire, depuran el agua y laminan las escorrentías, promueven la biodiversidad y la reforestación, reutilizan sus residuos para producir nutrientes y energía.

Les recomiendo la lectura del libro "*Biomimetismo: Innovación inspirada por la naturaleza*" de Janine Benyus, bióloga y consultora en innovación. Es fundadora del "Gremio del Biomimetismo" y del "Instituto del Biomimetismo".

Los trajes de baño de los nadadores olímpicos, basados en la estructura de las micro escamas de la piel de los tiburones, que reduce el efecto del frenado del agua al nadar, así como los textiles que repelen la suciedad, basados en la micro estructura de la hoja de la Flor de Loto, o los pegamentos que funcionan en húmedo y a baja temperatura basados en como el mejillón se adhiere a las rocas, los recubrimientos blandos y elásticos de submarinos que aumentan la velocidad y la insonoridad basados en la piel de los delfines, son solo unos de los ejemplos del avance del Biomimetismo y como está cambiando el mundo en el que vivimos.

## **MATERIALES, PRODUCTOS Y EQUIPOS, PARA LOS EDIFICIOS SOSTENIBLES**

- Cubiertas vegetadas
- Fotovoltaico Integrado en cubiertas
- Ventiladores en línea de conductos
- Cocinas de inducción
- Bombas de calor calentadoras de agua, enfriadoras de aire y deshumidificadoras al mismo tiempo.
- Carpintería de Ventanas de fibra de vidrio
- Pavimentos de corcho
- Ventiladores de cuartos de baño insonoros
- Aislamiento de poliéster libre de cristal

## **UN SOLO CAMINO. MUCHAS VÍAS.**

Las "Calles Completas Multimodales" (CCM) apoyan la movilidad, a la comunidad y al medioambiente.

"Calles Completas Multimodales" (CCM): Son calles y vías de circulación interurbanas que permiten el acceso seguro para todos los usuarios independientemente de su edad, habilidad o modo de transporte. Promueve la movilidad, la comunidad y el medioambiente simultáneamente.

Ayudan a mantener el límite de velocidad, dan espacio seguro y separado a caminantes y ciclistas. Las secciones están diseñadas para permitir el drenaje imitando el pre-existente del lugar y del entorno favoreciendo la continuidad de los cuerpos de agua y la infiltración. Se integran en la orografía y topografía del terreno para enriquecer la experiencia del viajero con el paisaje ya sea paseando, usando la bicicleta o en coche.

Carriles con prioridad para transporte público y transporte pesado, paradas de autobús, bancos, carriles bici, pasos de peatones controlados o elevados, pasos elevados para la biodiversidad. Elementos para moderar el tráfico: estrechamiento de carriles, rotondas, elevaciones de calzadas.

Las diferentes medianas forestadas contribuyen a la belleza y la sombra. Los cortes en los bordillos con las elevaciones de aceras con plantaciones forman parte de la estrategia de gestión de escorrentías, así como el ajardinamiento de las rotondas.

Constituyen una amplia red de conectividad que permite elegir el modo de transporte al mismo tiempo que es seguro y agradable independientemente del mismo.

Su estructura es flexible y la básica suele ser: acera+escalón+carril-bici+Parterre Arbolado+carriles 3 por vía con carriles preferentes para transporte público y pesado+mediana ajardinada central+parterre arbolado+carril-bici+escalón+acera.

Muy importante, los carriles preferentes para transporte público y pesado, sin separación física, ya que resta flexibilidad y capacidad de evacuación de vehículos a toda la vía. No ponga una CCM en donde no cabe, destruirá la capacidad de evacuación de vehículos de la red a la que pertenece. En un anillo o en una vía principal de una red interurbana de una ciudad no cambie un tramo con un CCM de menor capacidad que el anillo o red, el anillo y la red pasarán a ser un problema. No ponga control semafórico en un tramo de un anillo, si el anillo no tiene semáforos. Los carriles bus físicamente separados, no funcionan nunca y restan capacidad a la vía pública. Fomente el uso de la bicicleta con aparca-bicicletas vigilados en estaciones de cercanías, metro, estaciones de autobuses, permita llevar bicicletas en metro, cercanías y autobuses, dote de carriles-bici, pero no meta un carril bici en una calle en donde no cabe, disminuirá la capacidad de evacuación de la misma. Estos errores los cometen habitualmente muchas ciudades.

Las Métricas son Impresionantes, Recanalización del Stone Way de Seattle:

- 75% de descenso en el número de vehículos a motor que han excedido el límite de velocidad en mas de 16 kmh
- 14% descenso numero colisiones vehículos
- 33% descenso numero colisiones vehículo con heridos
- 80% descenso numero colisiones con peatones
- 6% descenso en trafico vehículos a motor
- 35% incremento trafico de bicicletas representando casi el 15% del tráfico hora punta
- 12%-34% descenso en número de vehículos en calles paralelas

Más de 200 ayuntamientos han adoptado legislaciones sobre “Calles Completas Multimodales” (CCM).

Tenga en cuenta, piense que la Civilización Occidental al igual que la Romana y anteriormente la celta y egipcia estuvo basada en el carro y las calzadas romanas, la nuestra está basada en los vehículos, calles, carreteras, autopistas y en los carros de hierro, el ferrocarril.

Favorezca, el transporte público, y hágalo eficiente, rápido y cómodo, sino la gente seguirá usando su propio vehículo. Favorezca los aparcamientos subterráneos, la capacidad de aparcamiento adecuada al número de vehículos reales que usa la población ya sea en oficinas o en residencial y comercial, 2-3 vehículos por familia es ahora algo normal. Dimensione las calles para las necesidades reales de tráfico de las mismas, no ponga aceras anchas en donde no hay usuarios para las mismas en detrimento de la capacidad de evacuación de las vías públicas. No meta tranvías en donde el ancho de las vías públicas no lo soporta perjudicando la capacidad de evacuación de estas y causando molestias permanentes de ruido y vibraciones a las comunidades de vecinos circundantes. Dote a las calles de la capacidad de aparcamiento adecuada a los usos y a las necesidades de los ciudadanos.

Haga que los itinerarios de entrada y salida a las ciudades y dentro de ellas sean lo mas rápidos posibles. Disminuya el tiempo de los trayectos, aumentará la productividad de su población y mejorará el bienestar de las personas. Una velocidad de 140 kmh se considera ahora adecuada por el tipo de vías y los sistemas de seguridad de los modernos vehículos en Europa. No ponga límites de velocidad como en Alemania, solo velocidades recomendadas. Maximice la fluidez de las vías.

Las reducciones de tiempo para el transporte de mercancías y personas suponen unas eficiencias en gastos de combustible, salarios y productividad de las personas, (reducción de horas hombre/trayecto y horas funcionamiento vehículo/trayecto) que suponen un beneficio económico muy importante para la nación.

Favorezca el uso de vehículos de bajo consumo, las estaciones de servicio con combustibles alternativos y los programas de vehículos de uso compartido para 2 ó más personas.

En España producimos entorno a 3 millones de vehículos al año de todas las marcas de los cuales se exportan a muchos países en torno al 50%, de los cuales dependen muchos millones de puestos de trabajo directos e indirectos.

## **CASOS DE ESTUDIO DE EDIFICIOS SOSTENIBLES**

### **LOFTS EN CHEROKEE STUDIOS, Los Angeles, West Hollywood, California**

PB+3, 1 sótano, 2.072 m<sup>2</sup>, 6,25 € Millones, 530 MJ/m<sup>2</sup>, 47 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Entre medianeras, residencial, comercial, garaje, cubierta visitable.

En proceso de conseguir LEED-PLATINO

Guión de Hollywood. Un nuevo velo dinámico de metal lleva a composiciones morfológicas, mientras que mejora la eficiencia energética.

Principales Características Sostenibles:

- Velo de aluminio operable para disminuir ganancia térmica
- 95% residuos de demolición reciclados

- Patio central para ventilación cruzada
- 40% eficiencia energética
- Aparatos de fontanería de ahorro
- Iluminación eléctrica de bajo consumo
- Electrodomésticos de bajo consumo
- Materiales reciclados y rápidamente renovables
- Materiales sin o con bajos COVs
- Cristales con bajo E
- Climatización con Flujo de Refrigerante Variable (FRV)
- Sin conductos, flexible, para uso mixto
- Transfiere el calor extraído de unas zonas para calentar donde se necesita
- Captura de todo el agua de lluvia: Cubierta vegetada de jardín comunitario recoge el agua, pasando por grandes tamices verticales pasa a las aceras que permiten su infiltración en el terreno y acuífero
- Ascensor que consume tanto como un secador de pelo
- Paneles de la cocina hechos con tablas recuperadas de monopatines

### **LOTT CENTRO DE SERVICIOS REGIONALES, Olympia, Washington**

PB+2, 3.017 m<sup>2</sup>, 13,5 €Millones, 580 MJ/m<sup>2</sup>, 66 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Laboratorios, oficinas, centro educativo.

LEED-PLATINO

Residuos No, No Los Quieres. Planteamientos Innovadores al re-uso de aguas residuales ponen a LOTT en la clase de Eficiencia Energética que le es propia. LOTT Clean Water Alliance es una asociación sin ánimo de lucro, privada para el progreso de las tecnologías de limpieza y depuración del agua.

Es al mismo tiempo la depuradora de las ciudades de Lacey, Olympia, Turnwater y Thurston (LOTT) 85.000 habitantes.

Principales Características Sostenibles:

- Los edificios usan 100% agua depurada a nivel terciario como amenidad y símbolo.
- Plaza con estanque agua reciclada
- 42% de Ahorro de energía
- Tratamiento diferenciado fachadas para mitigar la ganancia solar
- Persianas motorizadas controladas por sensor solar en tiempo real ajustan la iluminación
- Iluminación interior por LEDs
- Salas de reunión y conferencias iluminada con luz natural y sensores
- Cubiertas vegetadas regadas con agua depurada
- Mobiliario y Acabados con alto contenido en reciclados y bajos o no COVs
- Rápidamente renovables como corcho
- Bastantes piezas de mobiliario certificadas "cradle-to-cradle"
- Metales y maderas recuperadas en suelos y paredes
- Maderas recuperadas de la demolición de un almacén cercano
- Puestos de trabajo dentro de los 9 m de las ventanales
- Particiones interiores de cristal
- Planta de co-generación por metano del proceso de depuración: calor, frio y energía
- Agua caliente sanitaria de la planta de co-generación
- Climatización con 100% aire fresco exterior e intercambiadores para recuperar el calor residual de la extracción
- Sanitarios y urinarios con agua reciclada

### **ESCUELA PÚBLICA THOMAS L. WELLS, Toronto, Canadá**

PB+1, 5.554 m<sup>2</sup>, 16,4 €Millones, 590 MJ/m<sup>2</sup>, 46 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Aulas, oficinas, gimnasio, biblioteca, cafetería

Batiendo las expectativas. Las medidas pasivas y la gestión efectiva hacen que la escuela tenga un comportamiento más eficiente que el previsto.

Principales Características:

- Calefacción suelo radiante en aulas
- Suelo cerámico duradero con características reflejantes de la luz
- Ventanas con bandejas de luz exteriores y planos reflectores interiores
- Ventilaciones operables en ventanas por debajo y por encima de la bandeja de luz
- Cortinas para controlar el deslumbramiento
- Claraboyas de Seguimiento en gimnasio
- Sensores luz natural
- Retorno aire aulas, a través de los forjados alveolados a los pasillos
- Una spita conecta entonces el aire al conducto de retorno
- Estructura en hormigón para proporcionar masa y por tanto inercia térmica
- Envoltorio con alto aislamiento: Muros R=20, Cubiertas R=40 y acabados duraderos
- Climatización con ventilación por desplazamiento a nivel del suelo
- La luz de los pasillos pasa a las clases vía ventanales

Resultados:

- 50% de ahorros de energía frente al 35% previsto
- Mejora en media global de los alumnos en lectura, escritura y matemáticas del 14% en tres años
- La asistencia es mayor que la media del distrito escolar

## **LA ZONA DE CONFORT**

La investigación continúa para determinar, cuando, donde y como mejor implantar esta Teoría “No Convencional” para mejorar la Calidad Ambiental Interior mientras se reduce el consumo de combustibles fósiles.

NAVEGANDO POR EL CONFORT TERMICO ADAPTATIVO:

1. Niveles de Actividad, Aislamiento de la Ropa, Tasa Metabólica.
2. Estrategias Pasivas. (subir o bajar persianas)
3. Ganancia Solar. (abrir o cerrar ventanas)
4. Acondicionamiento Automático, CVAC, Modos Mixtos. (enfriar, calentar)
5. Alivio Temporal. (tomar bebidas frías o calientes)
6. Ajuste al Comportamiento, Normas Culturales. (vestidos en función del clima)
7. Respondiendo al Clima, Ambiente Controlado. (subir-bajar termostato)
8. Soluciones Sencillas. (chimenea en invierno, ventiladores verano)
9. Sentido Común. (bebidas calientes en invierno, frías en verano)
10. Variaciones Climáticas. (subir o bajar ventanas)
11. Expectativas Térmicas, Jugando con las Capas. (ponerse ropa de invierno-verano)
12. Control Personal, Participación Ocupantes. (añadir calor, eliminar calor)
13. Acondicionamiento Mecánico. (subir-bajar termostatos)

Antes de la mecanización de los edificios de los años 50 y de la era del combustible barato se usaba el modelo de “Confort Térmico Adaptativo”: En tiempo caluroso, la apertura de ventanas, la ventilación cruzada, el usar ropa ligera. En tiempo frío, el uso de pocas habitaciones y personas juntas, limitando las zonas a calentar y aumentar las capas de ropa.

Antes de la mecanización de los 50, y en los buenos edificios los arquitectos lograban espacios interiores bien iluminados en toda estación, con buen calor en invierno y frescos y bien ventilados en verano.

Si bien la mecanización de los 50 nos llevó a extender unas buenas condiciones de confort medio a una muy amplia gama de la cartera de edificios (no solo a los buenos edificios) y por tanto a la amplia población de nuestras ciudades, sin embargo produjo una desconexión

progresiva con el exterior, tanto con el clima de la zona como con la orografía próxima a los edificios, produciendo unos interiores con unos rangos estrechos de temperaturas constantes a lo largo del año.

## EL PENSAMIENTO CONVENCIONAL IMPERANTE

La Teoría del Confort Térmico fue desarrollada en los 60's-70's por el profesor danés Povl Ole Fanger de la Universidad Politécnica de Dinamarca y ha dado forma desde entonces a los estándares nacionales de los sistemas de CVAC.

El objetivo era determinar la temperatura ideal del ambiente interior del edificio en la cual las personas pudiesen mantener las temperaturas interiores del cuerpo.

Fanger colocó estos temas en su llamada Cámara Climática. Utilizaba tres variables ambientales (velocidad del aire, temperatura radiante media y humedad relativa) y dos variables de las personas (niveles de actividad y aislamiento de la ropa). Dentro de la Cámara Climática jugaba con las variables hasta que calculaba el grado de "estado neutral térmico" (no notaban diferencia de temperatura) de las personas.

Las personas no podían hacer ajustes sobre el sistema de la Cámara Climática, solo daban opinión. Fanger desarrolló dos índices:

- Voto Media Predicha (VMP): Se Predice la temperatura de satisfacción de la mayoría de los ocupantes, Parámetros de Entrada:
  - Temperatura del Aire
  - Temperatura Radiante Media
  - Aislamiento Ropa
  - Metabolismo
  - Humedad Relativa
  - Velocidad del Aire
- Porcentaje Predicho de Insatisfacción (PPI): Se Predice la porción de los ocupantes descontentos con una temperatura y condiciones particulares. Evaluación Escala Sensación Térmica:
  - 3. Caliente
  - 2. Templado
  - 1. Ligeramente Templado
  - 0. Neutro
  - -1. Ligeramente frío
  - -2. Frío
  - -3. Muy Frío

La base de esta noción es determinar y mantener una temperatura ideal para la mayoría de los ocupantes dentro de un ambiente controlado asumiendo que ocupantes vistiendo ropa similar y realizando actividades similares estarán igualmente confortables. Basado en la uniformidad y rigidez del rango de temperaturas. Planteamiento estático de que "una talla sirve para todos los tamaños" es necesario y optimo.

Forman de hecho la base de los modernos estándares de confort térmico desarrollados en todos los países.

ASHRAE, sistema de estándares de la asociación privada internacional de la industria de fabricantes de aparatos de Climatización, Calefacción, Refrigeración creada en 1966, incluye en su norma ASHRAE-55 los índices VMP-PPI. ASHRAE no es una norma ni de la administración ni del gobierno de EE.UU. LEED® utiliza ASHRAE como norma internacional a superar en los créditos de Energía y Calidad del Ambiente Interior.

Al tratar de implantar una temperatura ideal para todos, se pierde la visión de las variaciones y complejidades de las realidades diarias de las personas en diferentes culturas y climas.

## NACIMIENTO DEL MODELO DE "CONFORT TÉRMICO ADAPTATIVO"

En los años 70's los estudios de Michael Humphreys & Fergus Nicol de la Universidad Metropolitana de Londres y profesores de la Unidad de Arquitectura de Baja Energía (LEARN en inglés). Las preferencias de los ocupantes trabajadores en edificios de cara a la temperatura interior varían con las estaciones. En verano se prefieren temperaturas mas calientes en el interior que el punto de confort imperante y en el invierno, se prefieren más frías.

A finales del siglo XX surgen inquietudes para explorar alternativas para conseguir altas calidades de calidad ambiental interior sin perder recursos preciosos. Durante las "Windsor Conferences" de 1994 en Inglaterra (NCEUEB) Red para el Confort y el Uso de Energía en Edificios. [www.nceub.commoncense.info](http://www.nceub.commoncense.info), surgen las primeras inquietudes al respecto.

## ADAPTABILIDAD HUMANA

Michael Humphreys & Fergus Nicol & Susan Roaf'95. Libro: "*Estándares para el Confort Térmico: Estándares para la Temperatura del Aire Interior para el Siglo XXI*", Capítulo: "Confort Térmico Temperaturas y Hábitos de los Hobbits". "La forma de ver el confort térmico centrada en las personas de forma adaptativa sugiere que será ventajosa para reformular los estándares de temperatura para los edificios de tal forma que reflejen la relación empírica entre el clima y el confort térmico, y que haga las debidas asignaciones a la adaptabilidad humana."

ASHRAE financió, en 2001, un estudio de las Universidades de Berkeley, California y McQuarie en Sydney, por Gail Brager y Richard de Dear en 160 edificios sobre los aspectos térmicos en edificios de cuatro continentes y distintos climas térmicos (Australia, Grecia, Indonesia, Pakistán, Tailandia, EE.UU. e Inglaterra). Se estudiaron edificios con climatización central mecánica (CVAC) en el que los ocupantes tienen poco o ningún control sobre el ambiente térmico y edificios con Ventilación Natural (VN) con control sobre las ventanas operables y sin aire acondicionado mecánico. No había edificios híbridos (Climatización Mecánica + Natural) suficientes para hacer el análisis.

El estudio demostró que los ocupantes de edificios con ventilación natural (VN) estaban más acostumbrados a un rango amplio de temperaturas interiores, en consonancia con la climatología externa que los de ventilación mecánica (CVAC).

El estudio también demostró que el modelo de VMP en edificios con control climático mecánico (CVAC) tiene una correlación directa con el confort y las condiciones climáticas externas. Sin embargo dicho modelo VMP no tenía correlación directa en edificios con Ventilación Natural (VN) entre el confort y las condiciones climáticas externas.

Este estudio demostró que las 5 variables (3 variables físicas + 2 variables de las personas) admitidas por el modelo convencional imperante no son suficientes y hay que incluir variables psicológicas que van desde las expectativas de las personas (condiciones exteriores o normas culturales) al control sobre las condiciones de sus puestos de trabajo (abrir ventanas, ajustar estores, controlar factores del clima, o cambiar de posición en la planta).

ASHRAE-55.2004. Reconoce la Teoría Adaptativa bajo el Título 5.3 "Método Opcional para Determinar las Condiciones Térmicas Aceptables en Espacios Acondicionados Naturalmente". No se aplica a edificios con aire acondicionado o en los periodos en que los sistemas de calefacción mecánica están funcionando. Pero no contempla edificios con sistemas mixtos.

La Norma Europea EN-15251.2007. Reconoce la Teoría Adaptativa "Parámetros de entrada para el ambiente Interior para el diseño y evaluación de la eficiencia energética de los edificios dirigida hacia la calidad del aire interior, ambiente térmico, iluminación y acústica".

El Gobierno Chino está actualmente trabajando en una nueva norma que es mayoritariamente adaptativa en su concepto.

### Entradas Neurales al Confort Térmico:

- Malestar frío, Sensación de frío, Conciencia, Sensación de calor, Malestar calor
- Puntos de Consigna del Hipotálamo, Receptores térmicos cutáneos, Receptores térmicos del cuerpo

- Integración señales de temperatura
- Integración de las señales para la termorregulación
- Vasoconstricción, escalofríos. Acciones Termo Efectivas. Vasodilatación, sudar.

## AVANZANDO

Estos últimos avances son unos pasos incrementales hacia el confort térmico adaptativo que están cambiando la forma en la que se practican las disciplinas de la calefacción, ventilación y de aire acondicionado. Hay todavía mucho más que aprender dentro de este campo multidisciplinar que se asienta en el cruce de caminos de la física, fisiología, psicología, cultura y clima.

La aplicación de la teoría de la Aliestesia: “Un estímulo dado puede inducir a una sensación agradable o desagradable” (Michel Cabanac, 1971). Las personas prefieren experimentar un cambio hacia algo agradable que realmente llegar a ese cambio. Hay que lograr que las personas disfruten térmicamente. Una personas con calor se sentirá mas confortable si experimenta una ligera brisa que promete refrescarle a una temperatura deseada que cuando se consigue y se mantiene esa temperatura.

Se han estudiado más de una docena de edificios de oficinas con sistemas de climatización mixta, en los cuales las ventanas operables tienen un indicador de cuando térmicamente es rentable abrirlas. Estos estudios están tratando de correlacionar el comportamiento de los ocupantes en relación a las ventanas operables y los sistemas electromecánicos del edificio, para maximizar el confort individual minimizando las molestias a los otros ocupantes, reduciendo el consumo de todo el edificio.

La aplicación de las reglas de sentido común básicas y unos planteamientos sencillos suelen llevar al éxito.

## **LOS MATERIALES IMPORTAN**

Midiendo la huella medioambiental de la madera, hormigón y acero es un factor importante en el diseño de los edificios sostenibles.

En términos de materiales de construcción sostenible, en los países con gran riqueza forestal, la madera es la primera elección.

Los efectos embebidos se evalúan respecto a las siguientes medidas:

- Contaminación del aire
- Residuos sólidos
- Uso de Recursos
- Energía
- Potencial de Calentamiento Global
- Contaminación del Agua

Ciclo de vida de los Productos de Construcción:

1. Extracción Recursos
2. Fabricación
3. Construcción In-Situ
4. Ocupación y Mantenimiento
5. Demolición
6. Reciclado-Re-uso-Vertedero

Los edificios suponen el 40% del consumo de energía de un país. Elegir materiales con baja energía embebida, alto contenido en reciclados y con transporte cercano.

**EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA: UNA FORMA CIENTIFICA DE CALCULAR LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES.**

La Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) es una herramienta internacionalmente reconocida de toma de decisiones que reconoce que todas las fases de la vida de un producto tienen un impacto cuantificable en el medioambiente. Está basada en ISO y en aspectos científicos, no asunciones. Se realiza a los niveles de producto, fabricación y edificio completo. Aceptada como herramienta imparcial de comparación de los materiales basado en su potencial de contribución al calentamiento global.

No hay ningún material perfecto. Hay que saber y entender de cada uno de ellos las ventajas en términos de efectos reales medioambientales dependiendo de su colocación y función.

**Materiales Rápidamente Renovables.** Materiales agrícolas o de crecimiento rápido con ciclos de 10 años o menos, son mejores en teoría. Pero si vemos el global de lo que implican: suelo, freáticos, fertilizantes, abonos, pesticidas, agua, maquinaria agrícola, procesado y transporte. No queda tan claro.

Los edificios de madera en países con una alta producción de madera y alta forestación del país como Nueva Zelanda, Canadá, Suecia y EE.UU. tienen un impacto menor sobre el ciclo de vida que el de los edificios de estructura de acero o de hormigón.

Los trabajos de cálculos y evaluación del ciclo de vida de materiales y productos son complejos y muy laboriosos. Existen varias herramientas para ayudar a los arquitectos a valorar los méritos sostenibles de muchos materiales y productos:

- Para ensamblajes: ATHENA<sup>®</sup> EcoCalculator. Tiene centenares de materiales y productos. Es Online
- Para edificios: Build Carbon Neutral. Entrando parámetros específicos estima la energía necesaria para construir el edificio.

La madera cuando crece el árbol absorbe CO<sub>2</sub>, cuando se quema o se pudre devuelve el CO<sub>2</sub> absorbido a la atmósfera. Por eso se dice que la madera y los bosques son neutros en carbono. En los periodos de aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera la masa forestal de los países suele crecer, sino se desforesta el país por sobreexplotación de los mismos. Al haber más carbono en la atmósfera este se incorpora para formar más materia vegetal de todo tipo. De hecho la tasa de reforestación de Europa en estos últimos años está siendo muy positiva habiendo un notable crecimiento de los bosques, incluido España.

El acero y el hormigón consumen más energía en su elaboración inicial, pero su durabilidad en el tiempo es indudable. Hay estructuras de hormigón que se mantienen desde la época romana, más de 2.500 años. Una estructura de acero puede mantenerse por cientos de años, si se mantiene adecuadamente. Véanse los puentes de Thomas Telford en Inglaterra y el puente de Brooklyn en Nueva York.

**“TodosLosMaterialesTienenSuLugar,yNoHayNingúnMaterialQueSeaMejorQueLosOtros.”**

Se están realizando forjados compuestos de madera y hormigón y estructuras híbridas hormigón madera así como en las fachadas como la “Torre Ciclo de Vida” en Dornbirn, Austria de 30 plantas. Pero esto no es moderno, ya nuestras ciudades tenían edificios residenciales mezcla de estructuras de madera y argamasa de hormigón y ladrillo de seis a ocho plantas, con forjados mixtos de madera argamasa y cerámicas. Esto es tan viejo como Roma. Las Isbas romanas.

Nada es nuevo, hagamos edificios mixtos cómo antiguamente, con la misma técnica de materiales pero con la tecnología moderna de materiales, sistemas y productos.

## AVANZANDO

La Asociación Mundial del Acero (WSA-World Steel Association) indica que en los treinta últimos años la industria del acero ha reducido sus necesidades de energía por tonelada de acero producido en el 50%. Los márgenes de mejora van a ser debidos a tecnologías innovadoras en tecnologías para hacer aceros menos pesados y más resistentes, así como

aceros con alto contenido en reciclados y el uso de subproductos de otras industrias como combustible para las acerías y otros tipos de factorías del acero.

Ya es muy normal obtener aceros, estructurales, corrugados así como aceros inoxidables con altos contenidos en reciclados post consumidor dentro del rango del 80%-100%

En el mundo del Hormigón el MIT en Boston ha indicado que las viviendas en las cuales se utilizan los encofrados perdidos de hormigón con aislamiento de poliestireno interior-exterior consiguen un 20% de ahorros de energía, por reducción en las necesidades de calefacción, refrigeración y ventilación en comparación con las casas de madera.

Nuestras observaciones en el SpainGBC, [www.spaingbc.org](http://www.spaingbc.org), indican otros avances en el área de los cementos, áridos, hormigones y morteros:

Las tendencias generales en los materiales relacionados con el cemento, hormigón y morteros van hacia:

- Parcelas Sostenibles: Gestión de Escorrentías: LEED® premia pavimentos de alta permeabilidad de exteriores, de hormigón, baldosas hidráulicas, pavimentos continuos permeables.
- Parcelas Sostenibles: Islas de Calor Tejado o No-Tejado: LEED® premia pavimentos de hormigón blanco o gris muy claro, pavimentos de hormigón o hidráulicos con pigmentos que repelen el infrarrojo. Alto albedo.
- Materiales y Recursos: Alto contenido en reciclado pre y post consumidor: LEED® premia el 10%-20% con 1-2 puntos en función del precio y del peso de las fracciones, para todas las partidas de Obra Civil, Decoración y Acabados de un edificio, urbanización, obra civil y con un 30%, 1 punto adicional por excelencia:
  - Cenizas volantes, escorias de alto horno,... para hormigones, morteros y cementos. Los mide respecto al material cementicio dentro del cemento. Hay empresas ya que han desarrollado hace unos 5 años una gama de cementos y morteros con altos contenidos en escorias de alto horno que denominó, como.
  - Áridos reciclados de demoliciones de obras de fabrica de: Hormigón, ladrillo, piedra,...para uso en hormigones para cimentaciones, bases y sub-bases de carreteras, autopistas y calles, pavimentos, baldosas hidráulicas, morteros de suelos y menos para hormigones estructurales.
- Materiales y Recursos: Regionalidad de los Materiales: Si los materiales están manufacturados y extraídos dentro de un radio de 805 km de la obra, LEED® premia el 10%-20% con 1-2 puntos en función del precio y del peso de las fracciones, para todas las partidas de Obra Civil, Decoración y Acabados de un edificio, urbanización, obra civil y con un 30%, 1 punto adicional por excelencia: Áridos, Morteros y Cementos, Hormigones.
- Materiales y Recursos: Gestión Residuos Construcción: Si de todos los residuos de construcción, sin contar desbroce, excavación y toxico-peligrosos el 50%-75% en peso se recicla por la obra LEED® otorga 1-2 puntos. Interés: Captar materia prima para el contenido en reciclados y dar un servicio LEED® al dueño de la obra.
- Calidad Ambiental Interior: Materiales de Baja Emisión – Sistemas de suelos: Deben de tener menos de los límites de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) para cumplir SCAQMD Rule 1168 ó Ensayos de Cámaras de Pequeña Escala de CDHSSP. Aplicaría a todos los suelos cementicios y de hormigón del interior de los edificios.
- Innovación en Diseño: LEED® premia a los edificios con hasta 5 puntos en temas de tecnologías de innovación aplicadas a edificios:
  - Hormigones, morteros en exteriores que depuran el aire y los contaminantes a base de compuestos de Oxido de Titanio.
  - Cementos Trabajables, anti-retracción, alta resistencia inicial, a base de Sulfo-aluminatos Cálcicos.
  - Cementos Transparentes, pasa la luz a través de ellos.
  - Cementos Térmicos, para aislamiento, que reducen la inercia térmica.
  - Cementos que “respiran”: a base de Oxido de Cerio, que emite oxigeno cuando se calienta (día) e inhala oxigeno cuando se enfría (noche), funcionan como los arboles.

- Pavimentos cementicios, e hidráulicos in situ con cristal reciclado en paletas de colores.
- Pavimentos cementicios con neumático reciclado
- Hormigones con fibras de: carbono, plásticos, vegetales, madera,...
- Compuestos cementicios a base de: plásticos, metales, fibras
- Muchas mas cosas.....

En el mundo de la madera los avances van hacia las Maderas Cruzo-Laminadas (MCL) y los Paneles de Gran Formato que ya tienen una gran aceptación en Europa y se están utilizando con éxito en edificios de media altura comerciales, oficinas y residenciales.

En Canadá se están utilizando en el Aeropuerto Príncipe Jorge de la Columbia Británica y en una nueva torre de 20 plantas en Vancouver.

Las Maderas Cruzo-Laminadas (MCL) son paneles multicapa en los que capas de tableros de madera de gran espesor (2,5cm) se encolan a alta presión cruzando perpendicularmente sus fibras creando así componentes estables y rígidos que pueden usarse en cualquier ensamblaje y para grandes luces.

Las empresas adecuan sus productos a LEED<sup>®</sup>, adecuan su marketing a LEED<sup>®</sup>, documentan adecuadamente todo respecto a LEED<sup>®</sup> para tenerlo listo en concursos y para aportarlo a los clientes finales en todo el proceso.

## **COSECHANDO LLUVIA**

Diseñando un sistema para la captura estratégica del agua de lluvia.

El Subcomité de Agua de Detroit (WSC) que forma parte de la Fuerza de Choque Sostenible del Ayto., tiene como marco temas clave que incluyen el alcance de desarrollo de la comunidad, estrategias de conservación de agua y las mejores prácticas de gestión. Se buscarán las mejores estrategias para almacenar y distribuir el agua de lluvia

Se están modificando los planes generales de las ciudades para hacer la recolección del agua de lluvia una parte esencial de los objetivos de sostenibilidad de los Aytos. El diseño de las superficies impermeables depende de la variedad de efectos medioambientales que causen. El cambio de paradigma es que el agua de lluvia ya no es algo de lo cual deshacerse, sino algo que tiene valor y una conexión intrínseca con el medio construido.

El agua de lluvia es un tema importante tanto a nivel mundial como nacional, ya llueve mucho o poco. Las estrategias adaptadas de recolección del agua de lluvia pueden conservar este recurso natural.

La recolección del Agua de Lluvia es en esencia: la recolección, transporte y almacenaje del agua de lluvia. El Agua de Lluvia procede de las cubiertas y de las superficies de estructuras, no son aguas grises, tampoco son aguas recicladas, son una fuente abundante de agua fresca.

La recolección del Agua de Lluvia y su integración en los sistemas para conservar agua y energía es una buena estrategia. Un sistema de Agua de Lluvia exitoso integra muchos componentes, no pone unos encima de otros, ni los agrupa. La recolección de Agua de Lluvia ya sea en edificios situados en las zonas densas de las ciudades, en los extra-radios o en zonas rurales, puede ser una estrategia de éxito para cumplir muchos objetivos sostenibles en un edificio.

## **CONSERVACIÓN DEL AGUA**

Las razones para conservar el agua son:

- Sequías, inundaciones y sistemas de abastecimiento obsoletos.

- Los sistemas obsoletos de saneamiento que combinan aguas fecales como de lluvia, funcionan deficientemente cuando hay grandes lluvias, pudiendo llegar a producir contraflujos que entran en viviendas y edificios.
- En zonas secas la reducción del nivel de los acuíferos llega a ser preocupante.
- Incrementos de población
- Demandas de agua de la minería y la agricultura
- Demandas de agua en zonas secas tanto para la industria como las viviendas.

En la mayoría de los gobiernos locales y regionales no existen ordenanzas que incentiven la recolección del Agua de Lluvia. En otros las asimilan a aguas grises y obligan a un tratamiento de las mismas, que no es efectivo.

Definiendo el Agua de Lluvia:

- Agua de lluvia: Agua recogida de la escorrentía de cubiertas, tejados y otras estructuras y que no toca el suelo.
- Aguas Grises: Agua que ha sido usada para duchas, lavado de ropa y usos de los grifos. Se excluyen las pilas de cocinas y agua de sanitarios
- Aguas de Tormenta: Cualquier agua de lluvia que toca el suelo y fluye por la superficie del mismo, escorrentías superficiales de: carreteras, accesos, caminos, aparcamientos, arroyos, barrancos, ....

El Agua de Lluvia puede substituir hasta el 69% del uso del agua de una vivienda incluso si es solo para el uso exterior, jardinería y los sanitarios. Los usos típicos del agua en una vivienda unifamiliar son:

- 58% Uso exterior, jardinería
- 11% Sanitarios
- 9% Lavadora
- 8% Duchas y baños
- 7% Grifos lavabos y pilas
- 7% Perdidas red

El consumo mundial de agua se dobla cada 20 años, mas del doble de la tasa de crecimiento de población del planeta. El suministro de agua fresca potable a una población creciente es el reto de los próximos años.

El consumo medio por habitante y por día en España en 2009 estuvo en 157 litros. Mientras que en EE.UU. son 905 litros (contando riego jardines serían, 2.155 litros). En China son 360 litros. El agua potable soporta la industria y la agricultura de los países, que es donde están realmente los grandes consumos. Los edificios suponen solamente a nivel mundial un 20% del consumo total según UNEP, de los cuales solo el 5% es el relativo a aseo y bebida.

Los estándares de los Desarrollos de Bajo Impacto (DBI) promueven la recolección del agua de lluvia en las proximidades donde cae para permitir la infiltración y limpieza, mejorando la hidrología de las cuencas.

El Agua de Lluvia es ideal para muchas aplicaciones exteriores de los edificios, lavado de maquinaria y equipos, limpieza de fachadas, riego jardinería y llenado de piscinas, en interiores para alimentar, lavadoras, sanitarios, urinarios, agua de reposición para torres de refrigeración.

Ventajas: se reduce la carga sobre los sistemas municipales de depuración y las descargas no puntuales de contaminación en los cuerpos de agua. Los edificios tienen mayor independencia de suministro en las horas puntas o durante las sequías. Se reducen para los propietarios los gastos en agua potable y las tasas por depuración. Las redes municipales tienen menos agua que tratar, bombear, redistribuir y usan menos energía necesaria para ello (8% de los costes para suministrar agua potable es energía SNL). Ahorramos energía, agua, dinero y mejoramos el medioambiente.

**El Centro de Recursos Costeros de la Gran Bahía en Moss Point, Mississippi.**

Lord, Aeck & Sargeant, con Studio South Architecture, LEED-ORO, 2010, incorpora estrategias para la recuperación del agua de lluvia y las aguas grises del edificio.

Capturan y re-usan la abundante precipitación de la zona. Ahorro agua potable 76%, 53,5% menos energía, 40% menos agua en sanitarios y lavado de equipos.

Principales características sostenibles:

- Aleros, bandejas de luz y elementos de sombra para controlar la ganancia solar e incrementar la luz natural
- Ventanas operables
- Estructura sobre pilotes para evitar inundaciones
- Sistema séptico de bio-filtración modular que reduce la carga de nitrógeno que se vierte en el estuario adyacente
- Cubiertas frías que reducen la ganancia solar
- Cubiertas orientadas para paneles solares
- Luminarias interiores de alta eficiencia con sensores de luz natural y de presencia
- Lucernarios que aumentan la luz natural
- Ventiladores de techo, mejoran la ventilación natural en las zonas de trabajo de los porches
- Pavimentos porosos, jardines de lluvia y estanques de retención ayudan a controlar las escorrentías
- Aparatos de fontanería de alta eficiencia reducen el consumo de agua
- Urinarios sin agua y sanitarios con agua de lluvia, eliminan el uso de agua potable que iría al saneamiento.
- Dos Cisterna-Aljibe para el agua de lluvia para los sanitarios y lavado de barcas, 24,57 m<sup>3</sup>.
- Sistema de Aire Fresco Dedicado (SAFD), proporciona de forma eficiente 100% aire fresco deshumidificado.
- La utilización del aljibe contra incendios como batería de almacenamiento térmico, permite una gran reducción del tamaño de la planta de enfriamiento.

## **BNIM**

Estudio de Arquitectura

1971, Kansas City, Missouri

63 empleados

Oficinas: Missouri, Texas, California

“Estudio de Arquitectura del Año” 2011, AIA

Construyendo un Planeta Mejor:

- Principales Socios: Tom Nelson, David Immenschuh, Steve McDowell, Bob Berkebile
- Este último es fundador de COTE, Comité Nacional del Medioambiente del AIA, Asociaciones de Colegios de Arquitectos de EE.UU.
- Apoyó la formación del USGBC y de LEED®

Algunos proyectos “Über-Sostenibles”:

- Edificio “Nelson-Atkins Bloch”, Kansas City
- “Centro Omega para una Vida Sostenible”, Rhinebeck, New York, Certificación Living Building, “Estatus mas allá de LEED®”
- Plan General de “Greensburg”, Kansas. Mínimo LEED PLATINO para todos los Edificios promovidos o suvencionados por el Ayto. (dar ejemplo) y plan de incentivos adecuado para el sector privado
- Plan General “Campus Positivo en Clima”, Escuela de Sostenibilidad, Chatham University, Pittsburgh

Aurelio Ramirez Zarzosa  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Presidente Fundador  
**SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL®**  
**CONSEJO CONSTRUCCION VERDE ESPAÑA®**  
[www.spaingbc.org](http://www.spaingbc.org)

Socio-Director  
**Z3**  
Una Empresa Inteligente en Sostenibilidad  
[www.zeta3.com](http://www.zeta3.com)  
Consultora en Sostenibilidad, Certificación LEED  
y Estrategias de Cambio Climático.