

CAPITULO 4

METODOLOGIA DEL DISEÑO BIOCLIMATICO Pautas de diseño

Dr. Arq. San Juan Gustavo

1. INTRODUCCIÓN

En realidad parecería innecesario hablar de arquitectura o diseño bioclimático ya que históricamente la materialización de la “vivienda” ha sido un hecho sustancial, no sólo en los grupos nómades sino fundamentalmente en los sedentarios. Ha constituido por un lado en elemento capaz de resguardar y proteger al habitante de las agresiones de su entorno y de lograr un confort apropiado en función de las características de su medio ambiente. Por otro lado ofrecer un ámbito propicio para la vida íntima, familiar del grupo. Estas actividades se desarrollan tanto de día como de noche y están sujetas a diversas clases de incertidumbres en función del tipo de actividad y del propio usuario.

Las características de su diseño, disposición y tamaño de los de los ambientes, así como la elección de los materiales constructivos esta determinada por su estatus y las condiciones locales de su localización.

La correcta construcción y adecuación regional alude a una serie correcta de decisiones proyectuales. O, a quién le gustaría una casa que su estabilidad fuera dudosa?; o, que se llueva?; o que en el invierno sea fría?; y en el verano calurosa?

Estos son cuestionamientos triviales seguramente, pero de sentido común, su respuesta.

Adoptamos entonces en modo global un “diseño sustentable” - apoyándonos conceptualmente en el paradigma actual-, donde las cuestiones referentes a las dimensiones:

- i. *Ambiental*: asociado a una respuesta frente a las condiciones naturales y ecológicas;
- ii. *Económica*; haciéndose cargo de la economía de medios, sin olvidarnos la premisa básica esbozada por Mies van der Rohe “*menos es más*”;
- iii. *Tecnológica*: dando respuestas coherentes, precisas, elaboradas adecuadas a su contexto natural y cultural;

iv. Política, ya que cualquier hecho arquitectónico inserto en la sociedad se transforma en una toma de posición materializada en la acción;

v. Ética en relación con la honestidad de encarar la profesión. Y aquí quisiera mencionar las palabras de Eduardo Sacriste cuando dijo:

“Dos honestidades. Honestidad para con uno mismo, para con el propio modo de sentir el espacio y las formas y honestidad para con los materiales, ya que todo material es noble y tiene una belleza característica. Procediendo de este modo, no caben dudas de que la obra será, al menos, correcta”.

Por otro lado una postura ética en el momento y lugar que nos toque vivir;

vi Institucional: desde el lugar político que nos toque producir arquitectura. Desde el ámbito de la función pública, desde la escuela, desde la universidad;

vii. Humana, ya que el destinatario directo de nuestra labor es la gente, el conocido “usuario”, destinatario de nuestra reflexión y de la materialización de nuestras ideas;

viii. Social, ya que como profesionales podemos dar respuestas adecuadas (o inadecuadas) a una sociedad que requiere de ideas y soluciones, para los individuos, para los grupos, para los distintos sectores que componen nuestra sociedad.

La idea del diseño bioclimático es inclusivo del sustentable, quizás, en algunos aspectos menos abarcativos, pero orientado específicamente a dar respuesta a la inserción del hecho arquitectónico en una cierta región, en un clima determinado.

Estas breves palabras introductorias quieren señalar, que cuando hablamos de arquitectura bioclimática, estamos expresando condiciones comunes, tradicionales, lógicas de sentido común. No apelamos a ningún esquema mecanicista, ni esotérico, pero por cierto, si apelamos a la tecnología y el aporte de la ciencia para resolver problemas del habitar con mayor eficacia en sus resultados y eficiencia en sus procesos.

2. CRITERIOS BIOCLIMATICOS

En forma corriente apelamos a una serie de decisiones con las cuales prefigurar la forma. Intervienen la teoría, el programa de necesidades, el medio físico, las relaciones entre funciones, la tecnología, las dimensiones, la economía, lo productivo y hasta las configuraciones o “paterns” del propio usuario.

Basándonos en una serie finita de dimensiones, su análisis y valoración creativa, se arriba a una “idea” apoyada posteriormente en lo que algunos denominan “partido arquitectónico”. Desde la genealogía funcionalista, este término alude a un esquema relacional en estado de preforma el cual satisface requisitos funcionales aceptados previamente, el cual se convierte en una modalidad de trabajo y en un elemento sustancial en la etapa proyectual.

Podemos entonces definir en esta línea el concepto de “partido energético”, el cual según E. Rosenfeld se refiere al:

“...conjunto de decisiones e intenciones que abarca la determinación de los tipos de energía interviniente, la magnitud

de sus aportes, las aplicaciones de dichas energías y la tecnología apropiada”.

Este puede corresponder a tres instancias: *espontáneo, conciente y optimizado*. El primero de ellos alude a la producción edilicia realizada por la herencia cultural de un pueblo; el segundo cuando profesionales del diseño y la construcción emplean pautas generales del diseño bioclimático; el tercero, requiere de conocimientos y técnicas específicas en diferentes niveles de complejidad incluyéndose su dimensionamiento.

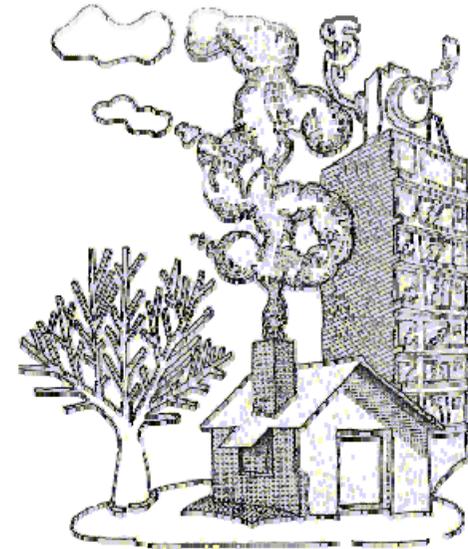
El “partido ambiental”, reconoce –como ya mencionamos- una serie mayor de dimensiones las cuales afectan el proceso de diseño, teniendo en cuenta los criterios de la sustentabilidad ambiental ya expresados.

Esta posición, esta acompañada por una serie de criterios, pautas de diseño y metodología que deben ser tenidas en cuenta, *desde el primer momento del proceso*, desde el encuentro con el terreno y el sitio de localización, desde el encontrarse con la “hoja en blanco”, desde los primeros bocetos, desde las primeras ideas encontradas. Para ser más explícito, no se entiende una arquitectura bioclimática cuando por ejemplo se resuelve un parasol en las instancias finales del proyecto, salvando los errores conceptuales iniciales, convirtiéndose esta medida en un salvataje de último momento.

Dentro de los **criterios bioclimáticos** debemos mencionar primero el binomio:

(C + P)

La **conservación de la energía** (C) implica adecuar el edificio a las diferentes condiciones climáticas de los diferentes períodos del año y del día, con lo cual minimizar los aportes o gastos energéticos, derivados en esta instancia de las necesidades de climatización. Un correcto diseño de la envolvente edilicia responderá satisfactoriamente a los requerimientos de confort y puesta en funcionamiento de equipos, minimizando las pérdidas de calor hacia el exterior, en el período invernal y evitando su acceso en el período estival.

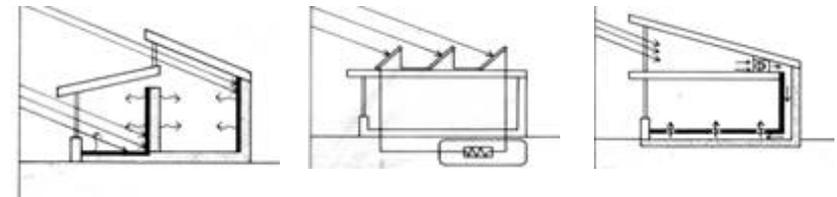


Los **Sistemas Pasivos** (“P”), son aquellas operaciones de diseño que posibilitan generar energía térmica a partir de aprovechar la radiación solar, denominándose: ganancia solar directa (GAD), a través de ventanas, o ganancia solar indirecta a través de sistemas tales como invernaderos, muros colectores, pisos

acumuladores, etc. O producir refrescamiento pasivo a partir de ventilación cruzada, selectiva (nocturna) o extracción de aire por medio de chimeneas solares



Se pueden adicionar además **Sistemas Activos** ("SA"), para generación de agua caliente solar, electricidad a partir de sistemas fotovoltaicos y eólica, o **Formas Combinadas o Mixtas** ("SC").



Utilización Pasiva :

Transformación de potencial energético, procedente de fuentes naturales de energía, para calentamiento de edificios, basándose en medidas puramente proyectuales.

Utilización Activa:

La energía del sol explotada a través de colectores o bombas de calor.

Formas Combinadas:

Sistemas pasivos, asistidos por instalaciones técnicas adicionales como ventiladores, intercambiadores de calor, etc

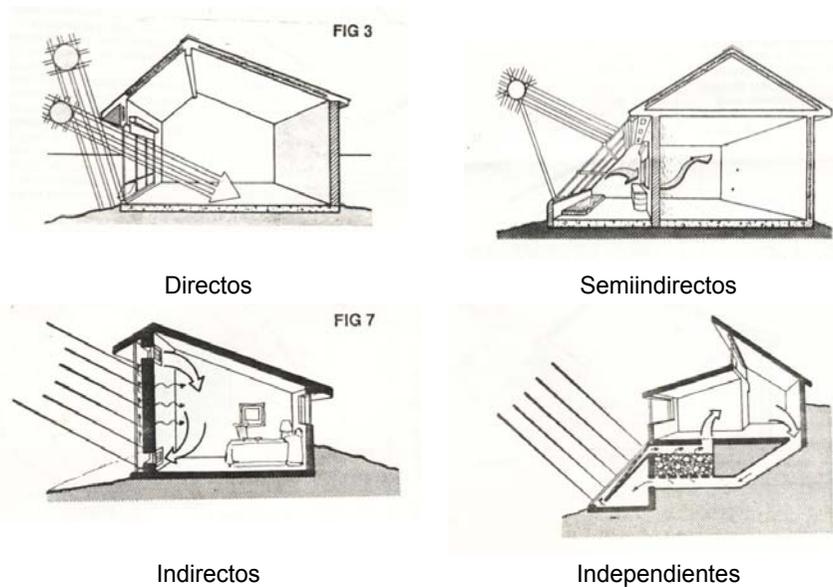
Los sistemas de climatización pasiva pueden clasificarse en:

- i. Directos
- ii. Semi indirectos
- iii. Indirectos
- iv. Independientes, de las condiciones exteriores

Los primeros Directos, son los más sencillos, conocidos y aplicados corrientemente. La energía solar penetra por aberturas al interior del edificio, es absorbida por la masa edilicia interior donde se transforma en calor, útil para calefaccionar en invierno. El segundo alude a la energía generada en un ambiente anexo como por ejemplo un invernadero, una galería o circulación y luego es entregada al local contiguo en forma flexible o selectiva, como radiación directa o aprovechando el movimiento natural del

aire. El tercer caso se refiere cuando la energía solar es captada y acumulada en un elemento perimetral al ambiente, cediendo el calor con un cierto retraso térmico, en función de la masa del elemento interpuesto, cediendo su calor por convección o radiación. El método más conocido de captación es el muro Trombe-Michell. Este sistema puede convertirse como un elemento eficaz en el verano, cambiando la dirección del flujo de aire hacia el exterior, de modo de producir una circulación de aire forzada, constante o regulada. En el cuarto, la energía solar se capta y almacena en elementos independientes o ajenos al ambiente, luego esta energía es transportada, por ejemplo por la propia circulación del aire caliente.

Es necesario comprender los procesos que se producen con lo cual tener las herramientas básicas para el diseño. El primero de ellos es conocer la que se denomina “efecto invernadero”, el segundo “trayectoria aparente del sol”, incluyendo altura y acimut solar, y los presupuestos físicos de transmisión de calor: i. Conducción, ii. Convección y iii. Radiación.

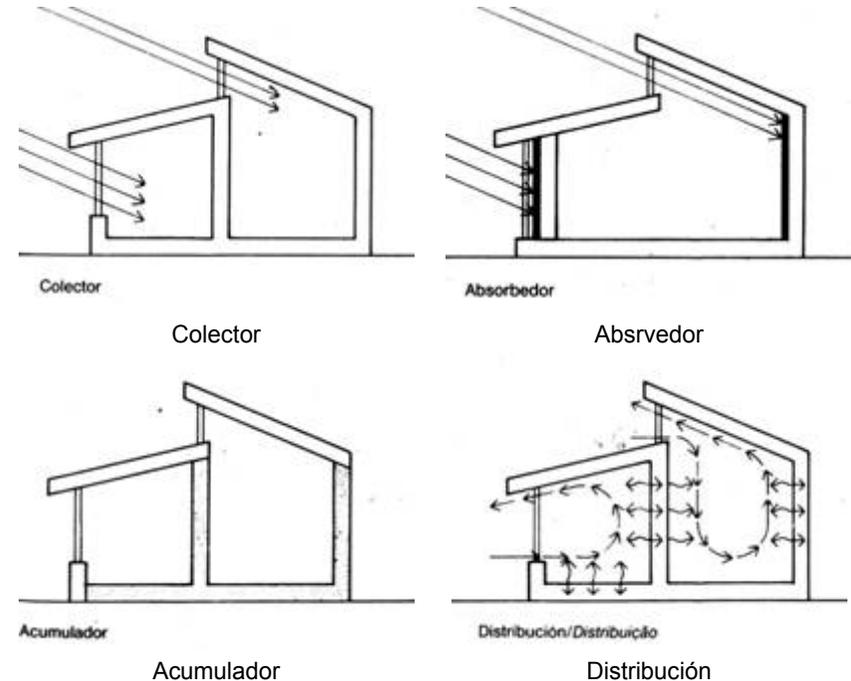


Y también los cinco elementos básicos de un sistema solar: i. El colector; ii. El absorbedor; iii. El acumulador; iv. La distribución y v. La Regulación.

Este binomio C+P, define entonces por un lado el criterio de *conservación de la energía*, y por otro la *producción de energía* por conversión térmica, fotovoltaica o eólica, basada en la energía del sol.

Otro de los criterios es el de **uso racional de la energía** (URE). Las energías utilizadas, sean provenientes de recursos fósiles, llamadas “sucias” o “no renovables” o “convencionales”, como las provenientes del petróleo, o las de origen hidráulico, pasaron a ser luego de la crisis del petróleo de los setenta, tema prioritario en cuanto a la reducción del consumo, fundamentalmente en la ciudad y en la industria, tema que nos toca de cerca. El aprovechamiento de la energía solar, que se diferencia de la anterior por ser inagotable –llamada alternativa o no convencional-, no ser concentrada, difícil de transportar y que no esta disponible en forma continua durante el período diario y variable durante el año, requiere entonces un edificio “receptor” con características constructivas y de diseño de su envolvente incorporando criterios eficientes.

En este sentido en la actualidad el criterio de URE se ha sustituido por el de **Uso Eficiente de la Energía** (UEE), donde se pone el acento en el ahorro energético, a partir de disminuir la pérdida de calidad del servicio. O sea ahorro energía pero mejoro las condiciones ambientales o de confort. Este concepto no sólo abarca actualmente los procesos térmicos, sino involucra la iluminación natural a partir de incorporar elementos lumínicos de bajo consumo o en los artefactos electrodomésticos o de fuerza motriz. Se tiende a un edificio con grados variables de “inteligencia”, en el manejo de los consumos energéticos y su impacto en el ambiente.



3. EL PROCESO DE DISEÑO BIOCLIMATICO

Para el diseño de un edificio bioclimático se debe tener en cuenta su “lugar” de localización. Esto implica no sólo el sitio de emplazamiento, necesidades y costumbres culturales de apropiación de los espacios, sino el correcto diseño de la edificación, así como una apropiada utilización de los materiales y sistemas constructivos, y una adecuada elección de las estrategias o pautas de diseño.

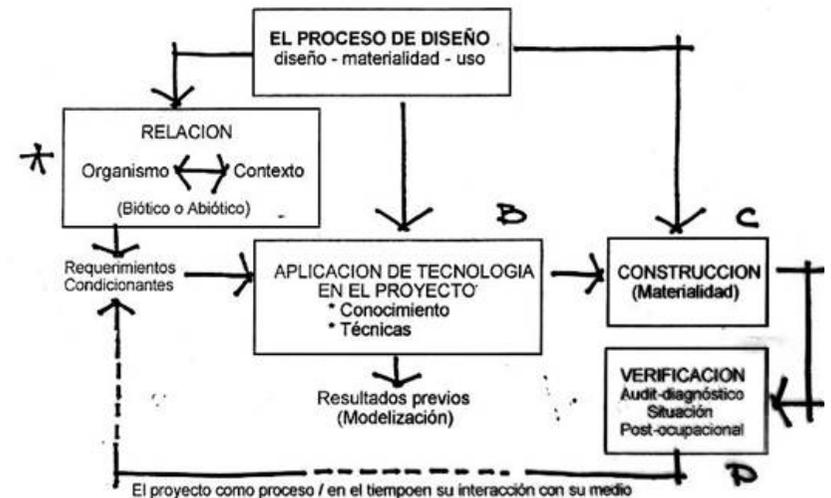
Apelando nuevamente las claras palabras de Eduardo Sacriste:

“He tratado de aplicar siempre a mi obra, así como de transmitir en la enseñanza, aquel importante concepto de F. L. Wright: “Trabajar con estilo y no para un estilo”. Esto, a mi juicio, equivale exactamente a “ser o no ser” en la arquitectura. No hay duda de que trabajando para un estilo se sigue un camino más difícil y seguro que el de enfrentar el problema y resolverlo integralmente solo sobre la base de nuestra capacidad e inteligencia, teniendo en cuenta las exigencias del lugar y de su gente y actuando de acuerdo con el espíritu de la época”.

“Más que la topografía u otro accidente natural, es el clima el que influye en la definición del paisaje que, como lo señalaba Spengler, tiene una cualidad materna: así como condiciona nuestro carácter, condiciona nuestra vivienda. En su forma, ésta es el resultado del clima dominante en un lugar, por lo tanto, puede afirmarse que a climas iguales corresponderán arquitecturas similares. En principio, entonces, según la latitud será la casa, pero como hay factores que concurren a modificar las condiciones climáticas –altitud, proximidad del mar o

mediterraneidad, cercanía de un área desértica, etc- puede darse que, en una misma latitud, haya climas diversos y, por ende, arquitecturas distintas”.

Este proceso de diseño, implica una serie de pasos, los cuales incorporan especificidades concretas cada uno de ellos. De todos modos, su explicitación no implica tomarlo como una receta, sino como un camino orientativo. Este proceso se podría sintetizar en cuatro etapas: a. De análisis de la relación con su contexto y los requerimientos; b. Aplicación tecnológica (conocimiento); c. Construcción o materialidad; d. Verificación. Y cíclicamente. Proyecto como proceso espacio-temporal en su relación con el medio.



Según Elías Rosenfeld el proceso de diseño, el cual involucra la etapa de proyecto, se puede estructurar en función de las siguientes etapas:

Etapa 1. Análisis bioclimático general

- 1.1. Relevamiento y tratamiento de datos meteorológicos.
- 1.2. Clasificación bioclimática de las condiciones locales.
- 1.3. Análisis de acondicionamiento mediante diagramas bioclimáticos.
- 1.4. Selección de sistemas o pautas de diseño bioclimáticas para el acondicionamiento.
- 1.5. Determinación de necesidades higrotérmicas.

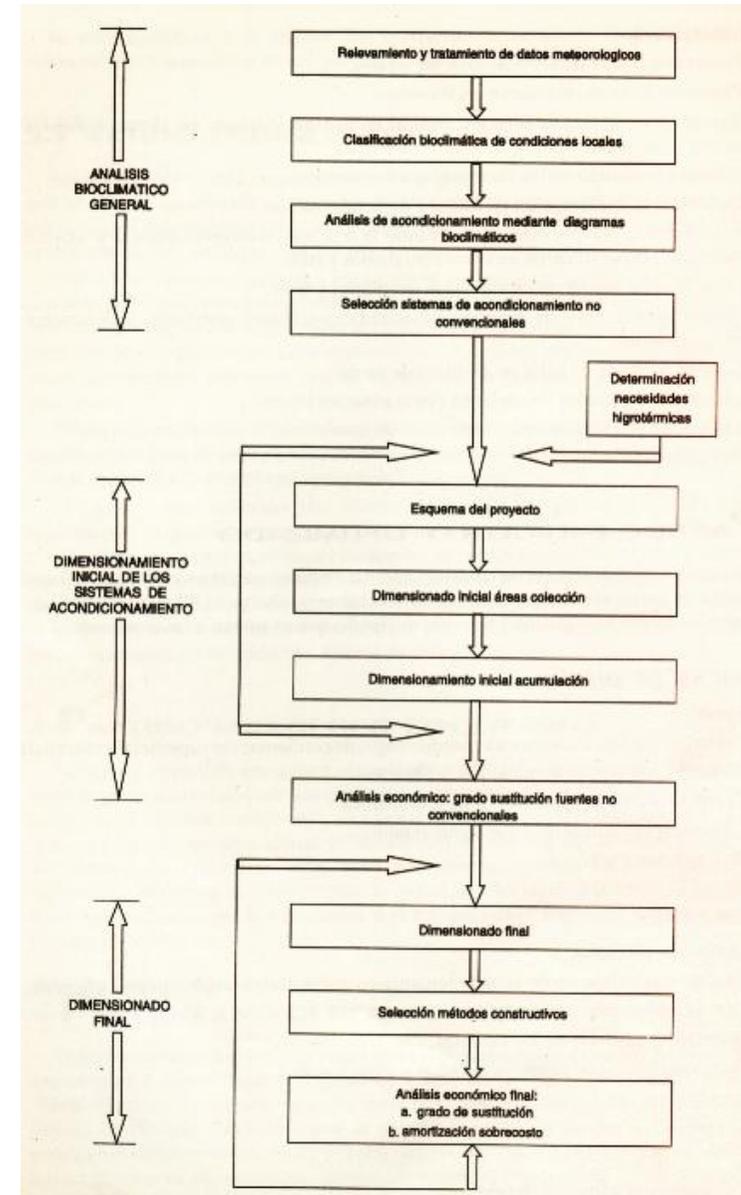
Etapa 2. Dimensionamiento inicial de los sistemas.

- 1.6. Esquema del proyecto.
- 1.7. Dimensionamiento inicial de colección.
- 1.8. Dimensionamiento inicial de acumulación.
- 1.9. Análisis económico: grado de sustitución de fuentes energéticas no convencionales.

Etapa 3. Dimensionamiento Final.

- 1.10. Dimensionamiento final.
- 1.11. Selección de métodos constructivos.
- 1.12. Análisis económico final:
 - a. Grado de sustitución;
 - b. Amortización de la inversión.
 - c. Determinación de sobre costo.

En el análisis bioclimático general se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:



1. Parámetros de Localización:

- Lugar de emplazamiento, Planimetría.
- Orientación, Latitud, Longitud, Altitud, Altura y Acimut Solar.
- Zona Bioambiental.
- Características el paisaje.

2. Parámetros Climáticos:

- Temperatura media anual y máximas y mínimas estacionales.
- Humedad Relativa de invierno y verano.
- Heliofanía, Radiación solar.
- Dirección, velocidad y frecuencia de Vientos.
- Sucesos regionales como es la sudedetada en nuestra zona
- Amplitud térmica, Entalpía,
- Régimen de lluvias anual y estacional, Nubosidad, Nevadas.
- Grados Día de Calefacción y Enfriamiento. (cantidad de °C anuales necesarios para calefacción o refrescamiento los cuales se apartan de la temperatura de confort. Por ejemplo para calefacción se requieren: Salta 146 GD₁₈, La Plata 994 GD₁₈, Río Gallegos 3812 GD₁₈).

3. Parámetros de Confort Higo-térmico

- Utilización de los diagramas de Givoni y Olgyay u otros gráficos de comportamiento higrotérmico.

En las otras dos etapas:

4. Parámetros de Uso

- Tipo y Duración de la Actividad, Nivel de ocupación, Tipo de ocupante, Energía aportada por las personas o sistemas, Renovaciones de aire, ventilación necesaria.

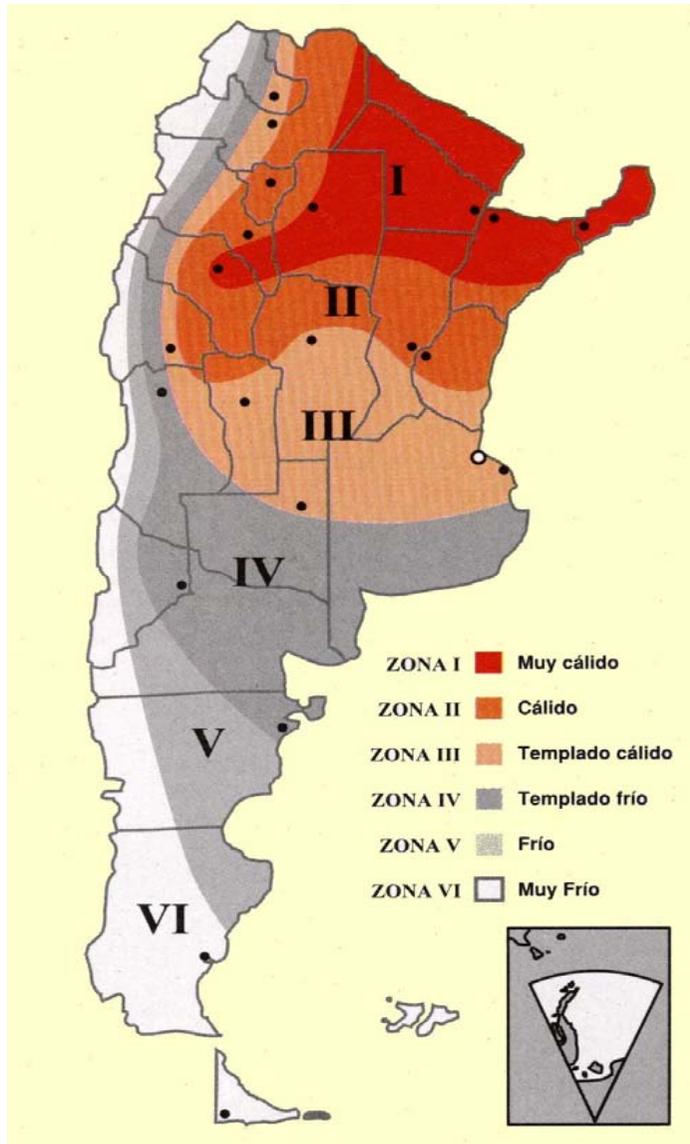
5. Parámetros Edilicios

- Superficie y volumen habitable.
- Ubicación y tamaño de cerramientos opacos y transparentes.
- Factor de compacidad, forma y exposición.
- Resistencia y conductividad térmica de los componentes arquitectónicos, densidad, absorción de cerramientos,
- Carga térmica anual, Coeficiente Volumétrico de pérdidas térmicas "G".

4. CLIMATOLOGIA DEL SITIO

Para la realización de un proyecto bioclimático, se debe tener en cuenta la climatología del sitio o su situación microclimática.

Para ello La Norma IRAM N° 11603/1996: "Acondicionamiento Térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina", establece la zonificación bioambiental para nuestro país; los datos climáticos para diferentes localidades en los períodos de verano e invierno; así como recomendaciones generales sobre diseño. También se puede apelar a otras fuentes, para complementar datos tales como las tablas del Servicio Meteorológico Nacional.



Por ejemplo para la ciudad de La Plata:

Zona Bioambiental *IIIb. Templada cálida*
 Localización: *La Plata. Provincia de Buenos Aires.*

Climatología del sitio:

Latitud: *34.9° S, Longitud: 57.9°; ASNM: 15metros*
 Altura solar: *21 de Diciembre: 9hs y 15hs: 50°; 12hs: 78°*
21 de Marzo-Sept.: 9hs y 15hs: 34°; 12hs.
21 de Junio: 9hs y 15hs: 17°; 12hs: 31°

Temperatura media anual: *16°C*
 Temperatura media mínima anual: *11.9°C*
 Temperatura media máxima anual: *21.4°C*
 Temperatura. Máx invierno: *15.0;*
 Temperatura Media: *9.7°C,*
 Temperatura mínima: *5.5°C;*
 Temperatura de Diseño mínima: *1.0°C*
 Temperatura de rocío: *6.9°C;*
 Humedad Relativa: *82%;*
 GD18. *1178,*
 GD20: *1668*
Frío, con valores medios entre 8 y 12 °C y mín. medias que rara vez alcanzan 0°C
 Temperatura máxima de verano *27.9°C;*
 Temperatura Media: *21.7°C,*
 Temperatura Mínima: *15.8°C;*
 Temperatura de rocío: *15.5°C;*
 Humedad Relativa: *70%;*
 GD enfriamiento base 23°C: *274°C*
 GD enfriamiento, base 25°C: *139°C*
No riguroso con Temp. Medias entre 20 y 26°C, con Máx. que superan los 30°C, en la orientación Este-Oeste.
 Amplitud térmica: *mayores a 14°C*

METODOLOGIA DEL DISEÑO BIOCLIMATICO

| Localidad: LA PLATA | | Prov. Buenos Aires | | | | | Latitud: - | | | Longitud: W | | | ASM: m | |
|-----------------------------|---|--------------------|------|------|------|------|------------|------|------|-------------|------|------|-------------|--|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | MED | |
| H (MJ/m2) | 24,0 | 21,7 | 17,2 | 13,6 | 6,3 | 7,3 | 7,9 | 11,0 | 14,1 | 18,8 | 23,2 | 25,3 | 15,0 | |
| Tam (°C) | 22,4 | 21,9 | 19,7 | 16,4 | 13,4 | 10,3 | 9,7 | 10,7 | 12,8 | 15,1 | 18,6 | 21,0 | 16,0 | |
| Tmam (°C) | 28,5 | 27,8 | 25,5 | 22,0 | 18,6 | 14,9 | 14,6 | 16,0 | 18,1 | 23,5 | 24,0 | 27,0 | 21,5 | |
| Tmin (°C) | 17,6 | 17,6 | 15,5 | 12,4 | 9,6 | 7,0 | 6,7 | 7,0 | 8,6 | 11,2 | 14,1 | 16,2 | 12,0 | |
| Vv (Km/h) | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 10,0 | 10,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 | 12,0 | 13,0 | 11,5 | |
| GD₁₈ (°C) | 0 | 0 | 0 | 24 | 121 | 212 | 228 | 202 | 140 | 67 | 0 | 0 | 994 | |
| Fuente | Tablas del Cociente carga Colector (CCC), para 60 localidades del país. 1995. | | | | | | | | | | | | | |

| Localidad: POSADAS | | Prov. Misiones | | | | | Latitud: -27,4 | | | Longitud: 56,0 W | | | ASM: 133m | |
|-----------------------------|--|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------------------|------|------|-------------|--|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | MED | |
| H (MJ/m2) | 24,2 | 22,6 | 18,6 | 15,5 | 10,7 | 8,9 | 9,4 | 12,5 | 15,5 | 19,1 | 24,2 | 27,0 | 17,4 | |
| Tam (°C) | 25,9 | 25,6 | 24,1 | 21,1 | 18,5 | 16,0 | 16,0 | 17,4 | 18,7 | 21,2 | 23,4 | 25,4 | 21,1 | |
| Tmam (°C) | 32,4 | 31,9 | 30,1 | 27,3 | 24,6 | 21,9 | 22,1 | 23,9 | 25,0 | 27,8 | 29,6 | 32,0 | 27,4 | |
| Tmin (°C) | 20,3 | 20,5 | 19,0 | 15,8 | 13,2 | 11,1 | 11,0 | 12,0 | 13,8 | 15,6 | 17,6 | 19,6 | 15,8 | |
| Vv (Km/h) | 9,0 | 9,0 | 10,0 | 9,0 | 8,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 10,5 | |
| GD₁₈ (°C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45,0 | 45,0 | 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92 | |
| Fuente | Tablas del Cociente carga Colector (CCC), para 60 localidades del país | | | | | | | | | | | | | |

| Localidad: ORAN | | Prov. Salta | | | | | Latitud: -23,2 | | | Longitud: 64,3 W | | | ASM: 357m | |
|-----------------------------|--|-------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------------------|------|------|-------------|--|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | MED | |
| H (MJ/m2) | 20,2 | 17,5 | 14,8 | 13,9 | 12,2 | 11,2 | 15,2 | 16,2 | 20,5 | 22,6 | 20,8 | 20,1 | 17,1 | |
| Tam (°C) | 25,9 | 25,1 | 23,2 | 21,1 | 18,6 | 14,6 | 14,1 | 17,2 | 19,9 | 23,4 | 24,8 | 25,9 | 21,2 | |
| Tmam (°C) | 32,8 | 31,7 | 29,3 | 26,9 | 24,6 | 21,5 | 22,4 | 26,6 | 28,9 | 31,4 | 32,7 | 33,4 | 28,5 | |
| Tmin (°C) | 20,7 | 20,7 | 19,2 | 17,1 | 14,4 | 10,4 | 8,2 | 9,7 | 12,9 | 17,4 | 18,8 | 20,4 | 15,8 | |
| Vv (Km/h) | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 6,0 | 5,0 | |
| GD₁₈ (°C) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 146 | |
| Fuente | Tablas del Cociente carga Colector (CCC), para 60 localidades del país | | | | | | | | | | | | | |

| Localidad: ESQUEL | | Prov. Chubut | | | | | Latitud: -42,9 | | | Longitud: 71,4 W | | | ASM: 785m | |
|-----------------------------|--|--------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------------------|------|------|--------------|--|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | MED | |
| H (MJ/m2) | 20,2 | 16,9 | 11,7 | 7,6 | 4,3 | 2,8 | 3,8 | 5,3 | 11,4 | 16,3 | 19,8 | 20,3 | 11,7 | |
| Tam (°C) | 14,1 | 13,5 | 12,1 | 8,4 | 5,5 | 1,7 | 1,8 | 3,1 | 4,7 | 7,8 | 11,2 | 12,6 | 8,0 | |
| Tmam (°C) | 20,9 | 20,3 | 18,7 | 14,5 | 10,8 | 6,3 | 6,5 | 8,3 | 10,6 | 14,0 | 17,6 | 18,9 | 14,0 | |
| Tmin (°C) | 7,4 | 6,2 | 4,4 | 1,9 | -2,0 | -2,9 | -2,7 | -1,9 | -1,2 | 1,1 | 4,7 | 5,9 | 1,74 | |
| Vv (Km/h) | 32,0 | 27,0 | 24,0 | 20,0 | 21,0 | 16,0 | 17,0 | 18,0 | 23,0 | 24,0 | 29,0 | 32,0 | 23,58 | |
| GD₁₈ (°C) | 119 | 133 | 200 | 294 | 388 | 489 | 499 | 459 | 399 | 324 | 206 | 174 | 3684 | |
| Fuente | Tablas del Cociente carga Colector (CCC), para 60 localidades del país | | | | | | | | | | | | | |

| | Tmed | Tmax | Tmin | TDme | TDme | Troc | Tvap | HR | Prec | HR | GD18 | GD20 | GD22 |
|-----------------|--|------|------|------|------|------|------|----|------|----|------|------|------|
| POSADAS | 16,5 | 22,6 | 11,4 | 12,0 | 6,9 | 12,0 | 14,7 | 77 | 94 | 47 | 92 | 328 | 656 |
| ORAN | 15,3 | 23,5 | 9,4 | 10,8 | 4,9 | 10,3 | 13,0 | 75 | 4 | 41 | 145 | 340 | 619 |
| ESQUEL | 2,2 | 7,0 | -2,5 | -2,3 | -7,0 | -2,0 | 5,4 | 76 | 77 | 0 | 3683 | 4413 | 5143 |
| LA PLATA | 10,2 | 15,2 | 6,9 | 5,7 | 2,4 | 7,9 | 11,1 | 84 | 68 | 45 | 992 | 1448 | 2043 |
| <i>Fuente</i> | <i>Norma IRAM 11.603/1996 (Datos climáticos de INVIERNO)</i> | | | | | | | | | | | | |

| | Tmed | Tmax | Tmin | TDme | TDma | Troc | Tvap | Prec | HR | GD23 | GD25 | GD27 |
|-----------------|--|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|
| POSADAS | 25,6 | 32,1 | 20,1 | 25,6 | 35,6 | 19,4 | 22,9 | 157 | 71 | 827 | 546 | 34 |
| ORAN | 25,6 | 32,6 | 20,6 | 26,1 | 36,1 | 20,9 | 25 | 151 | 77 | 1036 | 738 | 473 |
| ESQUEL | 20,0 | 13,4 | 6,5 | 12,8 | 23,5 | 19,0 | 7,2 | 22 | 51 | 0 | 0 | 0 |
| LA PLATA | 21,8 | 27,8 | 16,1 | 21,5 | 31,3 | 16,2 | 18,9 | 85 | 72 | 269 | 132 | 34 |
| <i>Fuente</i> | <i>Norma IRAM 11.603/1996 (Datos climáticos de VERANO)</i> | | | | | | | | | | | |

Datos meteorológicos de cuatro situaciones de localización.

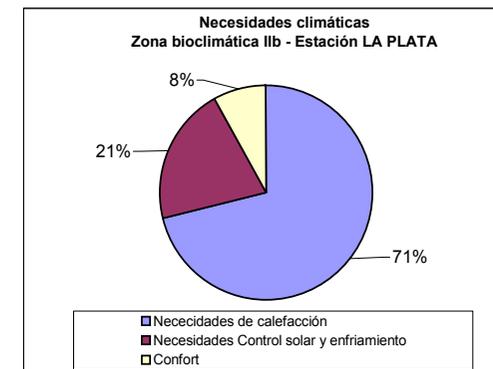
En cuanto a las recomendaciones de diseño que expone la Norma, sintetizaremos a continuación la Zona III (Templada Cálida) y la Zona IV (Templada Fría)

Zona Bioambiental III: Templada Cálida

- Período estival relativamente caluroso, con temperaturas medias entre 20°C y 26°C, con máximas que superan las 30°C, en la porción Este – Oeste.
- Período invernal no muy frío, con temperaturas medias entre 8°C y 12°C, con mínimos que rara vez superan el 0°C.
- Subzona IIIa con amplitudes térmicas mayores a 14°C y Subzona IIb con amplitudes menores a 14°C.
- Colores: claros en paredes y techos.
- Aislación térmica: aislación en toda la envolvente, recomendándose doble aislación en techos con respecto a muros.
- En subzona IIIb (húmeda, riesgo de condensación).
- Edificios o sectores edilicios agrupados, utilización de inercia térmica en la subzona IIIa (seca).
- Radiación solar. Protección solar y evitar orientación oeste.
- Orientación: latitudes superiores a 30° la óptima es NO-N-NE-E, para latitudes inferiores a los 30° NO-N-NE-E-SE.
- Ventilación. Evitar ventilación cruzada en zona seca y ventilación selectiva en zona húmeda.
- Viento Estival aprovechar vientos del N-NE durante el día y S-SE durante la noche.
- En zona húmeda o costera evitar la orientación SE por la frecuencia de tormentas invernales.

Zona Bioambiental IV: Templada Fría

- Período estival no riguroso con temperaturas máximas promedio que no superan los 30°C, con máximas que superan las 30°C, en la porción Este – Oeste.
- Período invernal frío, con temperaturas medias entre 4°C y 8°C, con mínimas medias que alcanzan el 0°C.
- Se divide en cuatro subzonas mediante las líneas de amplitud térmica 14 y 18°C. En provincia de Bueno Aires subzona IV c: de Transición y IV d Marítima.
- Aislación térmica: aislación en toda la envolvente, recomendándose doble aislación en techos con respecto a muros. Reducción de inercia térmica en subzonas IVc y IVd.
- Alto contenido de humedad, riesgo de condensación. Control de puentes térmicos.
- Control de infiltraciones.
- Radiación solar. GAD (con nubosidad marcada).
- Orientación: latitudes superiores a 30° la óptima es NO-N-NE-E, para latitudes inferiores a los 30° NO-N-NE-E-SE
- Ventilación. Control de las infiltraciones de aire en el período invernal y ventilación cruzada en verano.



5. ANALISIS MEDIANTE DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS

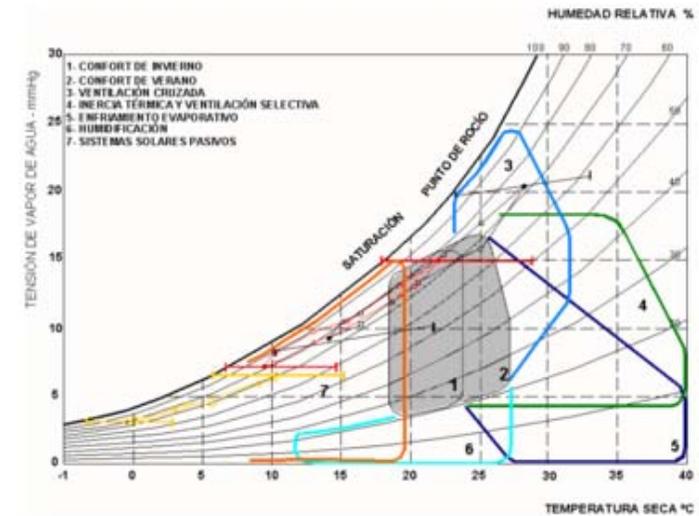
Para la determinación de las zonas de confort higrotérmico se pueden utilizar una serie de diagramas, llamados “Diagramas bioclimáticos”.

El diagrama de B. Givoni, sintetiza sobre un diagrama psicrométrico medidas generales de diseño que podemos aplicar manteniendo el interior del edificio dentro de los márgenes de confort.

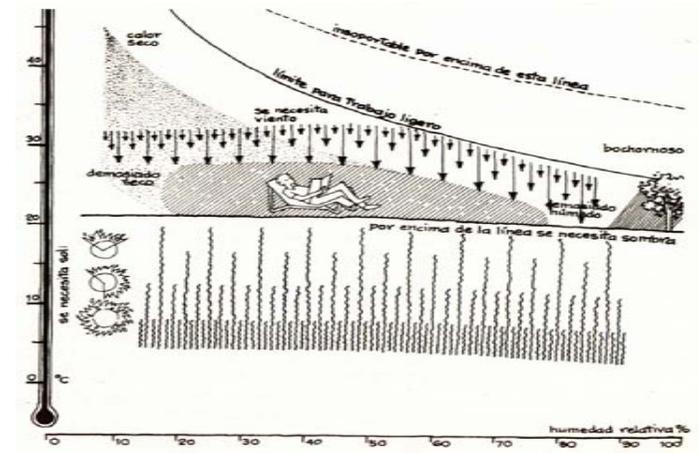
A partir de volcar en el gráfico las temperaturas medias (°C) y la humedad relativa media mensual (%), podremos observar que medidas de diseño debemos aplicar en cada uno de los meses del año.

Las zonas de confort que establece son las siguientes:

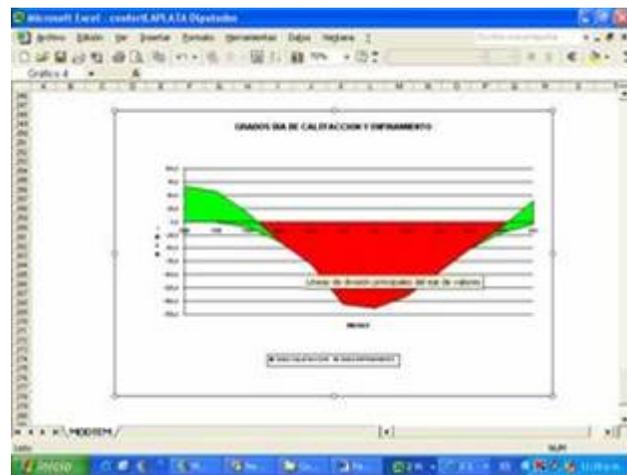
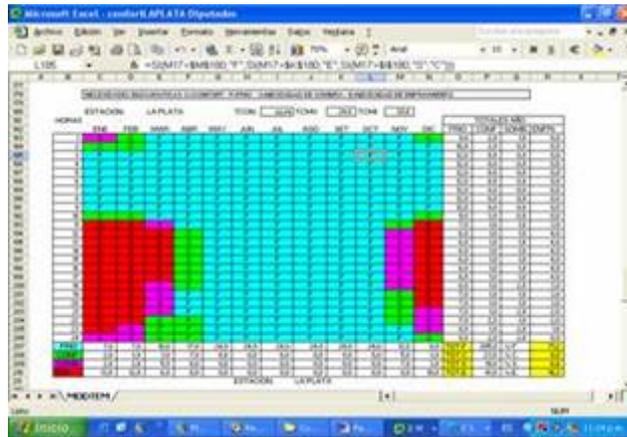
1. Confort de invierno.
2. Confort de verano.
3. ventilación cruzada.
4. Inercia térmica y ventilación selectiva.
5. Enfriamiento evaporativo.
6. Humidificación.
7. Sistemas solares pasivos.



Con el mismo criterio pero para conocer las condiciones de confort y las medidas de diseño del entorno podemos utilizar el climograma de Victor Olgyay.



O la utilización de otros gráficos con los cuales determinar las necesidades ambientales, por ejemplo el de G. Gonzalo, el cual posibilita la visualización hora a hora, durante los doce meses del año y sus parámetros medios. O las necesidades ambientales de frío y calor anual.



6. PAUTAS DE DISEÑO

- **Ubicación y Emplazamiento.** Con lo cual conjugar orientación, visuales ocupación del terreno en función e las relaciones funcionales y espaciales. Protegerse de los parámetros climáticos.

- **Orientación del edificio y de los ambientes.** Con lo cual aprovechar o protegerse de la radiación solar y de los vientos. Aprovechar el sol en el invierno para calefaccionar y las brisas frescas en el verano para refrescar.

- **Iluminación Natural.** Disposición de las diferentes aberturas, ya sean sobre componentes verticales (muros perimetrales) u horizontales (cubierta). Se debe tener en cuenta los colores claros de los paramentos, cielorrasos y pisos. Determinar las áreas de incidencia en base a la orientación (Altura y acimut del sol). Diseñar elementos de transporte tales como lumiductos (para espacios mediterráneos), estantes de luz en aberturas, o elementos de difusión y filtrado, tales como cortinas o pantallas.

- **Envolvente Edilicia.** Aquella que se encuentra como interfase entre el espacio interior y exterior y aquellos espacios intermedios como invernaderos, galerías o pérgolas. Por un lado debe resolverse una envolvente con buena aislación térmica con lo cual minimizar las pérdidas de calor en el invierno y las ganancia por conducción en verano. Tanto de muros, cubierta y piso. Los espacios intermedios pueden actual como generadores de calor (invernaderos) o como sistemas de control solar.

- **Ubicación de los cerramientos.** En relación con las orientaciones y parámetros climáticos.
- **Forma de los volúmenes** y su relación con los muros, altura e inclinación de las cubiertas y distribución de los espacios habitables.
- **Funcionamiento y ocupación.** En función de los requerimientos energéticos y de confort de los distintos espacios (Entendidos estos como módulos edilicios).
- **Ventilación natural.** La cual puede ser cruzada, selectiva, y en climas cálidos húmedos aprovechando la capacidad entálpica del aire.
- **Calefacción.** Pudiéndose resolver por energías renovables como la biomasa, la solar térmica, minimizando o eliminando –según sea el caso- los consumos de energía convencional.
- **Control Solar.** Sombreado los muros y protegiendo las cubiertas, fundamentalmente limitando el acceso de los rayos solares al interior de los ambientes en el período estival. Es importante sombrear los espacios exteriores con los cual evitar el calentamiento del aire.
- **Refreshamiento pasivo.** Utilizando sistemas de sombreado y viabilizando las corrientes de aire benignas tanto a nivel del usuario como para extracción del aire de los sectores superiores del ambiente. Se pueden implementar chimeneas solares en las cubiertas, de modo de extraer aire, de tiro natural o con sistemas

forzados (ventiladores eólicos o mecánicos). Se pueden implementar también muros ventilados.

- **Ganancia Directa e Ganancia Indirecta.** Con lo cual general energía calórica aprovechando la radiación solar incidente.
- **Masa Térmica.** Con lo cual producir energía térmica, poder almacenarla o desfasar su onda térmica.
- **Calentamiento de agua.** Utilizando colectores solares. Existen de diferentes modelos, los más difundidos son los de placa colectora plana, termosifónicos, aunque en algunos casos se incorporan bombas de baja capacidad con los cual mover el agua. Estos equipos Se debe tener en cuenta la capacidad de acumulación de agua caliente y el período de cálculo en función de las series de días nublados para la zona. En algunos casos se puede incluir este tipo de equipos como precalentador de equipos tradicionales.
- **Generación de energía.** A partir de sistemas conformados por celdas fotovoltaicas, las cuales producen electricidad a partir de la incidencia de la radiación solar. Estos equipos generan corriente continua, lo que implica que se puede incluir convertidores para corriente alterna y banco de baterías para acumulación. También se pueden incorporar sistemas eólicos los cuales aprovechan la incidencia de los vientos.
- **Espacios exteriores.** El correcto diseño de estos espacios no sólo beneficia los ámbitos interiores sino que se transforman en espacios habitables vitales para el desarrollo de

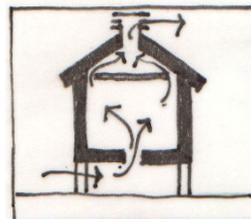
la vida durante gran parte del año, fundamentalmente en climas templados o cálidos.



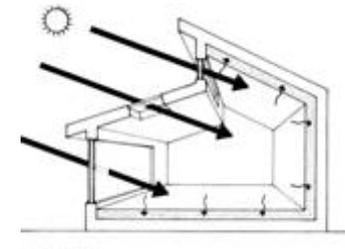
Aislación Térmica



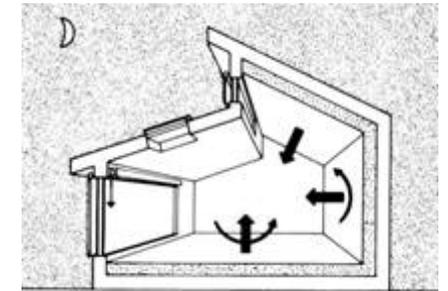
Atico ventilado



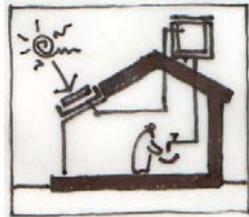
Chimenea solar



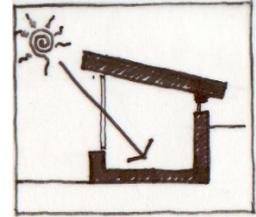
GAD de Día



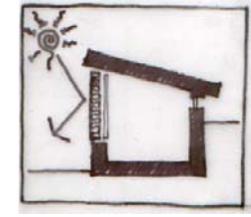
GAD de Noche



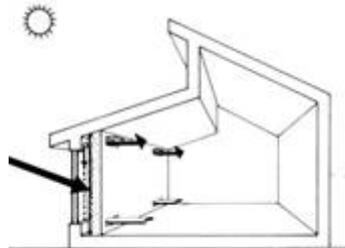
Colector solar plano



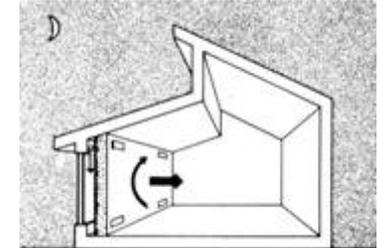
Día de invierno



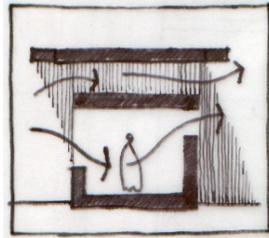
Día de verano



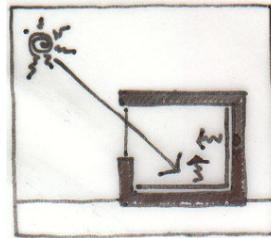
Muro Tromba de día



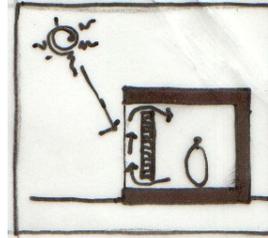
Muro Tromba de noche



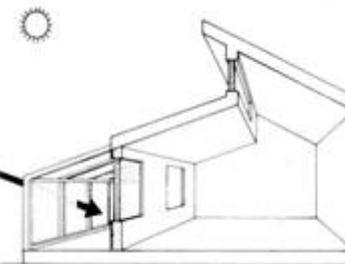
Techo de sombra



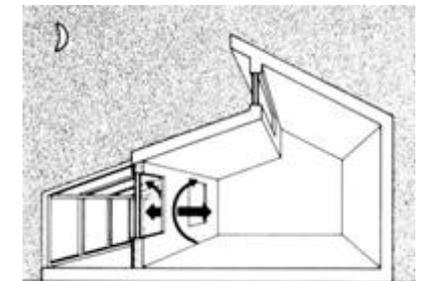
GAD



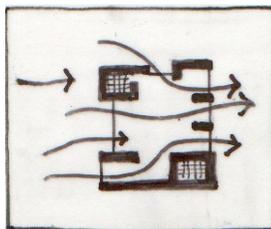
Muro Trombe



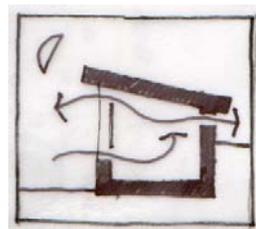
Espacio adosado de Día



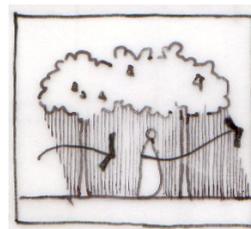
Espacio adosado de noche



Ventilación cruzada



Ventilación nocturna



Sombreado vegetal

7. RESULTADOS

Los resultados del diseño bioclimático podemos explicitarlos a partir de conformar una simple ecuación, una sumatoria de algunos términos significativos, con los cuales poder explicitar y comprender el problema en cuestión:

$$DB = CV + CAm + SaH + SaE + EE + Co$$

Donde:

DB: Diseño Bioclimático;

CV: Calidad de vida;

CAm: Calidad Ambiental

SaH: Salud humana;

SaE: Salud del edificio;

EE: Eficiencia energética

Co: Costo de operación

El concepto de *calidad de vida* (CV), para el caso que tratamos, tiene en cuenta que los usuarios puedan gozar de un ambiente interior estable, en sus aspectos higró-termodinámicos, de movimiento de aire, de contaminación ambiental. Se pueden manifestar por ejemplo, en que las distintas zonas o habitaciones de una vivienda se encuentren con temperaturas más o menos estabilizadas y en rangos similares; o que los efectos de la temperatura por estratificación del aire o por su movimiento no afecten el confort corporal.

La *calidad ambiental* (CAm), es un término de esta ecuación que viene creciendo en importancia en los últimos años, a partir de verificarse que la acción humana es en gran medida responsable del efecto invernadero a nivel planetario y a nivel local en lo que se conoce como "isla de calor", con sus efectos visibles en la

actualidad. Es por ello que se debe considerar la participación individual y colectiva en procura de minimizar este impacto que nos afecta a todos. Las emisiones de CO₂ a la atmósfera y otros contaminantes, producto de la quema de combustibles fósiles, debe ser reducida.

La *salud humana* (SaH), es consecuencia de los dos términos anteriores y que si bien en general no se es conciente de este problema, los edificios ocasionan corrientemente efectos sobre la salud de los ocupantes de un edificio, ya sea por desfases en sus niveles térmicos o higró-fugos, o a partir de la proliferación de microorganismos que afectan directamente nuestra salud. Se habla de "edificios enfermos".

La *salud de los edificios* (SaE), es otro tema importante, aunque algunas veces no se ven sus efectos, fundamentalmente a corto plazo. Procesos como la condensación superficial y fundamentalmente la intersticial, con el tiempo deterioran los cerramientos o componentes de un edificio. Esto puede ocasionar por un lado la pérdida de funcionalidad de un componente, por ejemplo su capacidad aislante o resistencia estructural; pueden provocar accidentes, como cortos circuito en instalaciones eléctricas; o deterioro estético.

Durante muchos años se habló de ahorro energético (AE), con el fin de reducir la demanda de energía de la ciudad, término consolidado fundamentalmente a partir de la "crisis del petróleo" de los años setenta y las crisis locales sucesivas. En la actualidad se ha instalado el concepto de *eficiencia energética* (EE), o sea ahorrar energía sin pérdida de calidad. Dos vectores energéticos son necesarios de incluir, el eléctrico a partir de la

incorporación de artefactos de iluminación de bajo consumo y equipos de climatización o electromecánicos eficientes. Así también lo que corresponde a una reducción en el consumo el gas natural o envasado. La arquitectura llamada bioclimática, actúa sobre dos conceptos: i. Incorporación de Sistemas Pasivos (SP) con lo cual poder producir aire caliente a partir de la radiación del sol, y ii. Conservación de la energía (C). Este último fundamenta las acciones de mejora de la capacidad aislante de la envolvente de un edificio.

El costo (Co) es uno de los términos más visibles y quizás el más valorado, el cual incluye el costo de la inversión en el sistema tecnológico adoptado, así como la incorporación de aislación térmica en muros y techos, y selección de buenas aberturas, en relación al ahorro en energía y al ahorro en equipamiento a instalar.

8. CRITERIOS PROYECTUALES DEL DISEÑO SUSTENTABLE

Todo *sistema abierto* -como es considerada la ciudad- requiere de un abastecimiento de recursos, tanto energéticos como materiales para poder funcionar, lo cual implica un flujo desde el sistema soporte (o ecosistemas de abastecimiento) hasta el sistema urbano del que se trate. Por otro lado los procesos involucrados en el hábitat del hombre emiten desechos o emisiones a la tierra, agua o aire, o sea un flujo en el sentido sistema urbano ---> sistema soporte.

Para consolidar un criterio sustentable, se requiere de modelos de gestión adecuados, bajo tres variables clave, *crecimiento, equidad y calidad ambiental*, soportadas sobre una arquitectura ecológica consciente de su intervención ambiental.

i. Uso eficiente de los recursos

Energía: Si bien se debe considerar en el balance energético global el gasto durante la generación (ya sea térmica, hidroeléctrica, nuclear, eólica, etc.) y el transporte, debido a la escala e injerencia del emprendimiento, se debe contemplar también el consumo durante la operación (por calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación) y el consumo durante la construcción (energía propia del material, su producción y puesta en obra).

La energía involucrada se puede calcular a partir de modelos de simulación en estado estacionario o variable, tanto para proyectos como para edificios existentes. En estos últimos, se utilizan además para obtener el consumo energético real y predecir comportamiento futuro en base a medidas de UEE (uso eficiente de la energía) técnicas de auditoria global o detallada.

- *Para la reducción de energía por un lado se debe apelar al diseño energético consciente del edificio, fundamentalmente a partir de las pérdidas de energía por su envolvente. Además de intervenir sobre su uso y medidas comportamentales de los usuarios. Se pueden utilizar mecanismos con los cuales generar energía útil a partir de las energías renovables, mediante sistemas fotovoltaicos, eólicos, biomasa, o solar térmico con lo cual buscar el auto abastecimiento de dicho recurso. Estas*

energías son generalmente de baja densidad y no constantes, lo que implica cierto conocimiento tecnológico y cálculo en su dimensionamiento, así como su localización en el edificio o entorno. Implica costos iniciales los cuales se amortizan durante la operación del edificio debido a la gratuidad del recurso solar. Para calentamiento de agua se pueden usar colectores termosifónicos con acumulación. Se reconoce el binomio C + P, o sea, criterios de “conservación” de la energía (llámese aislación, por ejemplo), como resultado del aprovechamiento máximo del calor producido para climatización en invierno, o la correcta ubicación de los equipos de calefacción en el período invernal y el correcto diseño edilicio con lo cual reducir la carga térmica en verano y ahorrar en equipamiento o consumo por uso. Otro tema importante a tener en cuenta es la eficiencia de los sistemas adoptados y uso de sistemas pasivos de acondicionamiento ambiental.

Agua: Este recurso es considerado escaso, fundamentalmente el agua potable lo cual se agrava en regiones densamente pobladas o con pocas fuentes como ser subterráneas o efluentes superficiales.

- No es precisamente el caso de nuestra región, ya que los acuíferos, fundamentalmente del “Puelche”, son ricos y abundantes, pero debe considerarse un bien escaso, tanto desde su extracción como desde la contaminación antrópica.

Suelo: Este recurso debe ser cuidado cada vez más debido a la progresiva ocupación de ecosistemas valiosos para algún tipo de producción derivada del aprovechamiento natural (áreas cultivadas, forestadas, de importante biodiversidad, de reserva, etc), por ejemplo zonas cultivables.

- Se requiere, estudiar la localización de ciudades o emprendimientos, así tanto el sentido de su arquitectura, como de la intervención de su entorno, y su impacto local y regional. Una estrategia interesante es la ocupación de suelos ya ocupados, de explotaciones naturales, e incluso contaminados, lo cual con la nueva intervención se mejora ambientalmente superando la situación anterior. Otro de los temas que se esta manejando en este momento es la densidad urbana, generalmente en aumento, con lo cual sacar más provecho al suelo (y su valor) y las infraestructuras existentes o a realizar. Por otro lado es tema de análisis, discusión y diseño la conformación de las periferias urbanas.

Materiales: El uso eficiente de los materiales de una obra es otro de los requerimientos necesarios para un buen diseño, fundamentalmente en cuanto a la disposición y elección de aquellos que producen un impacto considerable tanto en su producción como en su utilización en obra.

- Se debe recurrir a diseñar estructuras flexibles, que se adapte a usos futuros, donde se aprovechen sus materiales, facilitando el desmonte. Por otro lado el reciclado de los edificios o sus materiales y la generación de espacios de uso, cuando la construcción haya desaparecido. Se debe recurrir a la utilización tanto de materiales como de técnicas constructivas locales. Y diseño sistematizado que haga eficiente el uso de materiales disminuyendo los desperdicios en fábrica u obra.

ii. **Dismunución de emisiones.**

Sólidas: Estas emisiones son originadas durante la construcción, remodelación y/o demolición del edificio, como durante el funcionamiento. Para el primero de los casos se debe reducir la cantidad de desperdicios y aumentar el reuso de materiales. Para el segundo caso disminuir los desperdicios, reutilizarlos o emplear técnicas de separación que faciliten la recolección y el reciclaje.

- *Existen técnicas de reciclado de aguas negras o reutilización de residuos orgánicos, lo cual disminuye el impacto del enterramiento o tratamiento de residuos domiciliarios, uno de los graves problemas actuales de las ciudades por contaminación de aire mediante olores desagradables, de las napas freáticas o subterráneas por contacto con lixiviados, y visual, de gran impacto en el paisaje suburbano o rural.*

Líquidas: Estas son derivadas de líquidos cloacales y pluviales, de los cuales se vuelcan a la red o directamente al suelo o al agua. Los primeros dependen de la descarga de líquidos cloacales, intentando por un lado reducir el consumo, utilizar pre-tratamientos o técnicas de recolección para su posterior tratamiento, las que se pueden reutilizar en descarga de inodoros o para riego. En el caso de las aguas pluviales, fundamentalmente lugares donde este es un bien escaso, se deben recolectar y almacenar, para luego ser aprovechadas para ciertos servicios del edificio o emprendimiento.

Gaseosas: Estas emisiones devienen en gran medida de la utilización de recursos energéticos fósiles propios del

funcionamiento edilicio, como de la producción de los materiales de construcción. Si bien el tráfico automotor es el responsable cuantitativo de la contaminación atmosférica de las ciudades. El sector residencial y servicio cumple con su cuota. Este tipo de contaminación, móvil, produce efectos sobre la población y el contexto natural, así como sobre el propio soporte físico, tanto local, como regional o global. Se produce por ejemplo el aumento de la temperatura del aire de sectores de alta consolidación urbana, así como sobre la atmósfera produciendo el efecto de calentamiento global, a partir de la concentración material particulado, de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). Se está produciendo el aumento de las aguas de los océanos. Además de reacciones locales como es la lluvia ácida al reaccionar con el agua atmosférica los óxidos de azufre (SO₂ y SO₃) y en menor medida los de nitrógeno (N₂O, NO, NO₂). Se producen además cambios en el clima tanto local como de amplias regiones como es el caso de la disminución de la capa de ozono estratosférico, que impacta sobre todo en el extremo sur de América por efecto de gases como el carbono, metano y clorofluocarbonos (CFC) y ozono, el aumento del ozono troposférico, o el aumento de calor en las ciudades generando lo que se conoce como isla de calor.

- *Es necesario por lo tanto elegir los vectores energéticos a utilizar, sobre todos eliminar o disminuir los de uso convencional, tales como hidrocarburos fósiles y reemplazarlos por fuentes no convencionales de energía. Por otro lado incorporar criterios de uso racional de la energía (URE), disminuyendo los consumos y adoptando sistemas y equipamientos de máxima eficiencia. Esto implicará disminuir las emisiones de contaminantes gaseosos a la atmósfera por quema de combustibles. La experiencia demuestra se pueden alcanzar disminuciones de hasta un 50% utilizando*

sistemas pasivos de acondicionamiento y un diseño ambientalmente consciente. Sobre estos criterios se puede aplicar generación no convencional. De algunos cálculos en países europeos se desprende que el consumo de energía en las ciudades alcanza al 43%, y de allí el consumo para calefacción es el 67%. En nuestro país, en la última década el sector servicios y residencial tuvo una participación en el consumo del 32% hacia 1990 y 28% hacia 1995. Este porcentaje es casi exclusivamente de electricidad y gas natural (60%), correspondiendo al 83% del consumo final del sector.

iii. Calidad Ambiental.

La calidad ambiental tanto de los espacios exteriores, como interiores e intermedios tiene relación directa con la sustentabilidad, ya que deben tenerse en cuenta los aspectos que tienen que ver con su habitabilidad: *Higro-térmica, lumínica, acústica y calidad del aire*. También es importante la estética acorde al uso de sus espacios.

Existen al respecto modelos de simulación utilizados para el diseño, predimensionado y cálculo, matemáticos por computadora o icónicos utilizando maquetas e instrumental de verificación. Además equipamiento como el Heliodón (para verificar incidencia solar), cielo artificial (verificación de iluminación natural) y túnel de viento utilizando modelos a escala. La buena calidad ambiental deriva de un buen diseño formal y tecnológico lo que redundará en beneficios para el usuario y sobre el propio edificio (patologías constructivas). A continuación se enumerarán algunas pautas de diseño:

Generación de calor:

- *Elección de una correcta orientación de los ambientes y superficies de la envolvente edilicia.*
- *Ganancia de calor en forma directa por la radiación solar incidente, la cual es captada por el medio físico el cual transforma dicha radiación en infrarroja.*
- *Invernaderos, tanto para generación de calor para calefacción, como espacio de cultivo, estancia o secaderos de ropa.*
- *Por conducción a través de la envolvente opaca expuesta.*
- *Muros captadores, los cuales pueden ser livianos o pesados. Los primeros son de respuesta instantánea, livianos sin masa y sin acumulación (Colectores de Aires, los segundos (tipo Muros Acumuladores de Calor-NAC, tipo "Trombe-Michel") se resuelven desfasando la onda térmica, por almacenamiento en masa (muro de ladrillo, piedra, agua).*
- *Todos estos se denominan Sistemas Solares Pasivos (SSP).*

Refrescamiento:

- *Evaporativo, incluyendo humidificación. Esta tecnología se utiliza en lugares con escasa humedad relativa. Se basa, en la propiedad de cambio de fase del agua. Puede incorporarse a los muros Trombe, o espejos de agua externos, los que permiten bajar la temperatura del aire antes de entrar a los ambientes. La vegetación circundante también colabora debido su metabolismo.*
- *Ventilación cruzada y selectiva, a través de aberturas o espacios intermedios.*
- *Ventilación interna de muros o losas.*

- *Extracción de aire caliente aprovechando la diferencia de densidad del aire caliente y el frío.*
- *Chimeneas solares o techos solares, como elementos de succión o dispositivos de acceso.*
- *Protecciones solares: Techos de sombra, galerías; parasoles (norte, este, oeste); barreas vegetales; balcones; terrazas; persianas; pantallas integradas o exentas, voladizos, toldos; el propio volumen edilicio. Pueden ser fijas, móviles, exteriores o interpuestas.*
- *Protección solar de espacios exteriores o intermedios.*
- *Diseño de la propia masa como disipadora, canalizadora o protectora de las brisas o vientos.*
- *Sombreo por vegetación adherida a los muros, de hoja perenne (ej. hiedra) o caduca (ej. ampelopsis).*

Iluminación natural:

- *Tener en cuenta, Nivel de iluminación interior y exterior. Uniformidad y deslumbramiento.*
- *Tipo, tamaño y disposición de aberturas: Cenital, Unidireccional o bidireccional.*
- *Coeficientes de reflexión de superficies interiores y exteriores.*
- *Dispositivos como: estantes de luz, lumiductos, claraboyas. De oscurecimiento tanto manuales como automatizados.*
- *Tipos de materiales difusores o incorporados en las superficies vidriadas, texturas, colores, opacidades, segmentaciones, reflectivos o espejados.*
- *Materiales compuestos.*

Aislamiento térmico:

- *De la envolvente edilicia utilizando materiales aislantes: ladrillo, o sistemas alternativos, homogéneos o heterogéneos, barreras aislantes (poliestireno expandido, lana de vidrio, membranas reflectantes, espacios de aire confinados).*
- *Aprovechamiento de la forma edilicia. Generalmente las compactas ofrecen una menor superficie expuesta con la consiguiente reducción de pérdidas (invierno) o ganancias (verano) térmicas.*
- *Disposición de los espacios en función de las orientaciones solares y de vientos. Espacios “tapón”.*
- *Por engrosamiento de la capa límite, por ejemplo utilizando protecciones de las superficies expuestas o texturadas.*
- *Utilización de dobles o triples vidrios o sistemas alternativos de bajo costo.*
- *Utilización de burletes propios de las carpinterías, adosables, de contacto o de arrastre. Lo cual evita la infiltración de aire, variable principal e cuanto a pérdidas o ganancias térmicas.*

Aislamiento higrófujo:

- *Utilización de barreras de vapor en pisos, techos y muros.*
- *Eliminación de puentes térmicos o su disminución, según características de las actividades del ambiente y situación exterior.*
- *Carpinterías de madera o de alta tecnología con eliminación de puentes térmicos.*
- *Eliminación de condensación superficial e intersticial.*

iv. Impacto en el contexto.

La materialización de un nuevo emprendimiento, tanto en la ciudad como en relación con un medio más natural, produce un impacto significativo, afectando la sustentabilidad del ecosistema más o menos antropizado.

- Tienen que ver con el acceso al sol o las nuevas sombras producidas, la limitación o nuevos direccionamientos o aceleraciones de las corrientes de aire originales, el afectar a la biodiversidad existente y singularidades; interferencias de visuales; incorporación de tránsito humano o automotor; incorporación de vegetación foránea o polución visual. En sí un cambio del paisaje. Colores, olores, texturas, formas, microclima, entre otros.

v. Eficiencia en la operación.

Como ya se ha dicho una de las etapas más importante a tener en cuenta es el período de uso u operación del edificio, que es donde se desatan los procesos funcionales de cada uno de los sistemas previstos. *Se deben tener en cuenta al respecto criterios de evaluación de sustentabilidad, incorporando control de calidad durante su construcción, el proceso de puesta en marcha, sistemas de monitoreo y control y manuales de operación. Esto implica una evaluación “pre” y “post” ocupación, lo cual permitirá ajustar criterios de diseño, ajuste y verificación de sistemas. Tanto para la ejecución como para el tiempo de uso se debe recurrir a la realización de análisis de impacto ambiental..*

9. CONCLUSION

Se debe apelar a criterios de diseño sustentable en relación con el ambiente natural y cultural del lugar de emplazamiento. Incluir una serie de técnicas que no actúen como elementos individuales sino como “sistemas integrados”, lo cual deriva en un criterio arquitectónico ambientalmente consciente. Reducir el uso de los recursos, fundamentalmente los energéticos, disminuir las emisiones de desechos, mejorar las condiciones ambientales, con una clara respuesta en el confort del usuario y un impacto optimizado sobre el contexto de implantación, y utilizar la tecnología disponible tanto conceptual, como instrumental, como de precálculo y cálculo durante la etapa de proyecto para asegurar un diseño acorde a las pautas establecidas. Al decir de Mumford, *“la ecología urbana, presta atención a la sensibilidad humana en su enfrentamiento con la naturaleza”*.