

LÓGICAS Y ESTRATEGIAS PROYECTUALES PARA LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN EL MARCO DE LA EXPANSIÓN URBANA DE LIMA METROPOLITANA SOBRE EL VALLE DE LURÍN

SUSANA BIONDI ANTÚNEZ DE MAYOLO

Tesis de Doctorado

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN

Commission Doctorale du Domaine

“Sciences de l’Ingénieur et Art de Bâtir et Urbanisme”



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad



Promotor:

Prof. Arq. **André De Herde**

Comité de acompañamiento:

Dr. Arq. **Roberto Fernández**

Arq. **Juan Reiser**

Lima, setiembre 2008

Hacer arquitectura significa plantearse uno mismo preguntas, significa hallar (...) una respuesta propia mediante una serie de aproximaciones y movimientos circulares. Una y otra vez.

SOBRE LA FORMA DE APROXIMACIÓN AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

En la cita, Zumthor¹ nos habla de la complejidad de la realidad y de la distancia entre ella y cualquier aproximación teórica. El sentido de un proyecto de arquitectura es articular la realidad.

Hablar sólo de edificios, de construcción, de arquitecturas, no refleja la situación de intercambios reales y sensibles con el paisaje. La mirada del arquitecto, al abordar un proyecto que busca la sostenibilidad, debe intentar abarcar de manera holística el conjunto de sistemas –naturales y artificiales– en el que se insertaría dicho proyecto, y entender las relaciones entre los elementos preexistentes, en sus diferentes enfoques, o miradas: [1] desde el paisaje, [2] desde el objeto arquitectónico, y [3] desde el habitante.

Se proponen estas tres miradas como las tres posibles aproximaciones que un arquitecto puede hacer al afrontar un proyecto y su entorno. Se entienden simultáneas y concatenadas, y son estos enfoques los que dan pie a las reflexiones de este capítulo, y en el capítulo 4 a la propuesta de la herramienta de ayuda al diseño arquitectónico para un proyecto sostenible.

aproximación 1 / mirada de afuera hacia adentro / el paisaje informa a la arquitectura

“La aparente pérdida de confines y límites, la disolución de los bordes, la preeminencia de la mirada difusa y móvil, la estructuración geométrica menos evidente, rígida, previsible... Todo ello son características típicas del paisaje que enriquecen la identidad de la arquitectura.”²

Ese paisaje, que parece lejano e intangible en el horizonte, tiene características más cercanas y registrables (clima, topografía, suelos, ecosistemas, relaciones) que, bajo una mirada más abierta y sensible a las dinámicas del ambiente, enriquecen el proyecto arquitectónico, estableciendo vínculos más fluidos entre el proyecto y el entorno inmediato.

Yeang establece una relación entre el sistema proyectado y su entorno y deduce que, si el proyectista plantea, al inicio del proyecto, hipótesis erróneas sobre esta relación, el resultado *será una cierta disonancia en el contacto entre el sistema proyectado y su ambiente.*³

aproximación 2 / mirada de adentro hacia fuera / la arquitectura responde al paisaje

“Las interdependencias ecológicas del interior al exterior del medio edificado consisten en emisiones de energía y materiales que se realizan desde el interior hacia los ecosistemas en forma de productos de desecho.”⁴

Esta aproximación, propia de los ecologistas, más específicamente del pensamiento de la *new ecology*, es una idea de ecología urbana ligada al tiempo y a las relaciones que se desarrollan en el territorio, en donde la arquitectura puede entenderse como *“(...) una especie de interferencia a la hora que se le exige responder a las instancias impuestas por un renovado concepto de ecología.”⁵* Renovado, porque se trata de una nueva visión de la ecología, que ya no se basa en congelar paisajes y territorios, sino en una intervención no-impositiva, en sinergia con el medio y con la tecnología. *“Una ecología donde sostenibilidad es interacción.”⁶*

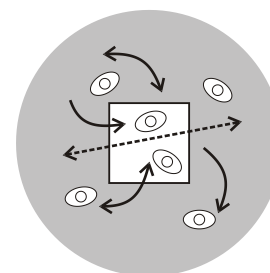
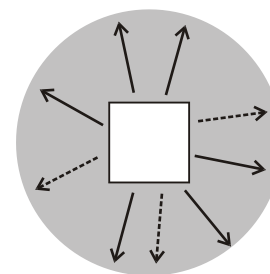
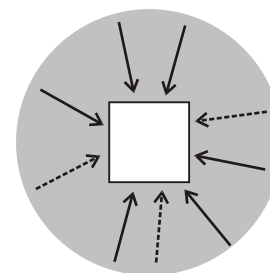
Desde este enfoque, la arquitectura asume un rol importante que participa en la modificación y evolución del territorio y el paisaje, reconociendo las sutiles interrelaciones entre el ser humano, el ambiente natural y el artificial.

aproximación 3 / mirada del habitante hacia adentro y hacia fuera / habitando la arquitectura y el paisaje

Toda arquitectura constituye un sistema inserto en su entorno, con el que realiza intercambios de energía, materia e información. Esta relación de intercambios que se da “hacia fuera”, se repite “hacia adentro”, entre la arquitectura y el habitante, y estas relaciones y sinergias son las que definen las condiciones de habitabilidad.

“Habitar es estar donde se está. Y Arquitectura es aquella que hace de ese estar bienestar.”⁷

La finalidad de un proyecto arquitectónico debería ser esta búsqueda de bienestar y de confort del usuario. Aquél, al habitar el objeto arquitectónico, se convierte en el principal evaluador de sus condiciones de sostenibili-



dad. Para lograr este bienestar, se debería cumplir con un confort físico básico (iluminación, ventilación, temperatura, etc.) pero también con un confort psicológico (espacialidad, flexibilidad, posibilidad de apropiación, relaciones interior exterior, etc.).

Hay que entender el objeto arquitectónico contemporáneo como un elemento activo y versátil con el entorno y su habitante, sugestivo, sereno, generador calidad de vida. Consciente de su influencia en la vida de los que lo habitan, el edificio debería controlar sus relaciones de impactos tanto hacia adentro como hacia afuera. *"La casa nunca más se entenderá como objeto, sino que será sujeto, a todos los efectos."*⁸

Las tres aproximaciones

Las tres miradas con las cuales se puede afrontar un proyecto, orientan el diseño y constituyen en su conjunto los pasos -concatenados e interrelacionados- a seguir. Estos pasos de reflexión, desde una posición ética del desarrollo sostenible, concluyen luego en el planteamiento de los criterios de sostenibilidad que debería considerar un proyecto arquitectónico, en sus diferentes relaciones y escalas, con el entorno natural y artificial, con los impactos en el medio ambiente, y con los beneficios en el habitar.

A manera de resumen, las tres formas de aproximación de las que se habla anteriormente aparecen a continuación en la columna izquierda, con los números 1, 3 y 4. Éstas darán lugar a los criterios de intervención del proyecto arquitectónico desarrollados en el capítulo 4 y que aparecen en la columna de la derecha (también con los números 1, 3 y 4, respectivamente). En este capítulo se incluirá un segundo punto: las lógicas de intervención, las cuales significan el cambio del rol del arquitecto y el equipo de diseño: el paso del rol pasivo de la lectura del lugar, al rol activo de la acción y la toma de decisiones proyectuales. Ese punto de quiebre necesita un paso intermedio importante que comporta la toma de posición y la definición de las líneas directrices –las lógicas de intervención- que guiarán el proyecto y darán lugar a estrategias más puntuales y precisas en cada ámbito de acción.

el paisaje informa a la arquitectura
1 DEL SISTEMA AL OBJETO ARQUITECTÓNICO
mirada de afuera hacia adentro



1 COMPRENSIÓN SISTÉMICA DEL ENTORNO
lectura a través de mapas sensibles

la arquitectura interpreta el paisaje
2 LA INTERPRETACIÓN DE LOS PROCESOS
reflexión: mirada interpretativa



2 LAS LÓGICAS DE INTERVENCIÓN
lectura síntesis y propuesta posicionamiento

la arquitectura responde al paisaje
3 DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO EN UN SISTEMA MAYOR
mirada de adentro hacia afuera



3 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE
propuesta del proyecto ecológico

habitando la arquitectura y el paisaje
4 DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO COMO LUGAR HABITABLE
mirada del habitante, hacia adentro y hacia fuera



4 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA EL HABITAR
propuesta de la calidad del espacio habitado

Estas tres aproximaciones, aunque son distintas entradas al tema, a diferentes escalas y desde enfoques diferentes, conducen a un proyecto final de escala arquitectónica. El hecho de poder manejar simultáneamente estas diversas escalas y sentidos de aproximación, permite al proyecto al que guían, tener los criterios esenciales para una propuesta sostenible.

El hecho que la escala de intervención sea reducida –arquitectónica, y no urbana ni territorial- no implica que el impacto de esa intervención sea menor: la dimensión del impacto está en función de la pertinencia de la arquitectura. Y la pertinencia resulta de una correcta lectura, reflexión y propuesta.

*"Posiblemente el problema irresuelto de la ciudad esté causado en gran medida por una cultura arquitectónica que mira única y exclusivamente a sí misma."*⁹

1 DEL SISTEMA AL OBJETO ARQUITECTÓNICO

[4-1: COMPRENSIÓN SISTÉMICA DEL ENTORNO]

*"El proyecto ecológico exige que el arquitecto contemple y entienda el medio ambiente como un sistema natural activo, y que reconozca que el entorno edificado depende de él."*¹⁰

1.0 SOBRE LA LECTURA SENSIBLE DEL ENTORNO

*"Representar una realidad es comenzar a transformarla."*¹¹

Proyectar de manera sostenible demanda una aproximación diferente al mundo y nuestra relación con él; requiere apartarse de los planteamientos de una situación de dominio sobre la naturaleza y tener un acercamiento más *de ida y vuelta*. Es necesario entonces, que el proyecto se inicie con un análisis atento del paisaje y de las diversas tensiones y relaciones que existen dentro del mismo.

Intentar comprender aquello que sucede en el lugar a intervenir constituye la primera acción proyectual. Es ineludible, si se tiene como meta una intervención de carácter relacional, que el proyecto forme parte integral y orgánica de los sistemas a los que se va a incorporar, y con los que necesariamente tiene que saber dialogar y aprender a intercambiar. Por ello, antes de cualquier intervención en un entorno, el proyectista tiene que identificar y comprender las características del lugar (situación geográfica, clima, recursos, ecosistemas, situación cultural, social, aspectos económicos, políticos).

Sin una real comprensión sistémica del entorno, se vuelve difícil poder diseñar un elemento relacional, en el sentido que se integra a un contexto que lo precede y que ha sido concebido para relacionarse con dicho contexto de la manera más positiva posible, es decir, como un elemento conformante del sistema y no como un objeto aislado, desconectado, autista.

*"La naturaleza es un sistema único interactuante, cambios en alguna parte afectarán la operatividad del todo."*¹²

Es necesario tener en cuenta para este análisis y para la posterior concepción del proyecto arquitectónico, que la lectura de un entorno siempre será subjetiva e incompleta, y por lo tanto los proyectos deben ser abiertos, con la posibilidad de adaptarse, de cambiar según la situación específica del momento.

Para esta aproximación al sistema mayor, se propone la metodología de planeamiento ecológico elaborada por Ian McHarg: una forma de lectura desde la complejidad del territorio y de la ciudad, un método de levantamiento y ordenamiento de la información por medio de la superposición de mapas por temas, elementos, acontecimientos y relaciones, entendidos como procesos simultáneos y superpuestos en el medio ambiente.

A esta metodología de lectura por capas de una realidad determinada se le llamará lectura de mapas sensibles, como contraposición a un mapeo tradicional y zonificado que excluye la complejidad y por lo tanto, es insensible a los valores y atributos sutiles de un lugar. Las lecturas de las diversas características de un lugar, se combinan y evalúan de manera conjunta y sintética en unos mapas llamados mapas síntesis¹³, donde se infieren conclusiones de lectura de una realidad compleja. Estas conclusiones, a su vez, darán lugar a un conjunto de lógicas proyectuales.

Un mapa es, en el sentido convencional, una representación bidimensional del paisaje tridimensional. En un sentido más contemporáneo, los mapas pueden registrar una gama muy grande de temas. Este cambio de la condición de los mapas, que pasaron de ser simples representaciones objetivas a tener ahora la doble condición de una cartografía *"(...) al mismo tiempo subjetiva y objetiva, refleja el cambio del centro de atención de nuestra trayectoria cultural."*¹⁴ Ya no es el paisaje o el territorio un objeto –ni de estudio ni de explotación– sino un sujeto con el cual se interactúa.

Los **mapas sensibles** son una forma de abordar la complejidad del entorno en el que se va a intervenir, aplicando la metodología ya mencionada, que consiste en recolectar, combinar y superponer los diferentes elementos, flujos y relaciones naturales y artificiales que se dan en el lugar, a manera de *layers* o capas de información.

Cada layer se refiere a un elemento o tema de análisis y constituye una manera objetiva de levantar o recolectar información, percibida siempre de manera parcial y subjetiva.

La **metodología de layers** propone levantar y cartografiar información tratando de abarcar la totalidad de las variables, pero el énfasis en la recolección de las variables dependerá de la postura del estudio. Por ejemplo, desde un enfoque ecológico se harán mapas o cartografías de los ecosistemas, desde el urbanismo se pueden hacer mapas con énfasis en las características de los asentamientos urbanos. En los dos casos, tanto como en cualquier otra postura, el fin es interpretar objetivamente el entorno en donde se intervendrá.

Esto sirve para comprender las complejas relaciones entre los elementos bióticos y abióticos, naturales y culturales: cómo el medio ambiente preexistente condiciona el proyecto arquitectónico, y simultáneamente cómo el proyecto podría afectar el medio ambiente al emplazarse en él.

El enfoque para mapear el emplazamiento del proyecto es más que la simple combinación y comparación de capas, intenta determinar la relación entre los elementos del paisaje y cómo se adaptarían éstos al cambio que supone la intervención del sistema proyectado.

Con estos mapeos se estudian entonces los sutiles aspectos de los procesos naturales y culturales, con sus propias valoraciones y limitaciones, para determinar los usos más afines a las características de las áreas estudiadas con criterios del impacto que estos usos pueden ocasionar y de los servicios que estas áreas pueden brindar. McHarg sostiene que un estudio completo para una región metropolitana implica la identificación de los procesos naturales que:

- [1] ofrecen servicios ambientales para el ser humano: como purificación del agua, dispersión de la contaminación atmosférica, mejora del clima, almacenamiento de agua, control de inundaciones, sequías y erosiones, acumulación de tierra vegetal, aumento de flora y fauna, etc.
- [2] ofrecen protección o son hostiles: como pantanos o lagunas que protegen la vida silvestre o llanuras inundables que ponen en riesgo las ciudades.
- [3] son únicos o especialmente valorados: como zonas de interés geológico, ecológico, paisajístico o histórico.
- [4] son vulnerables: como dunas, zonas de reproducción de especies y de captación de agua.

Este método abandona valores económicos absolutos, ya que sólo cubren un rango pequeño de los valores reales, y usando una escala relativa de valoración (de mayor a menor valor) hace posible incluir todos los factores importantes que refutan una propuesta puramente economicista del valor del suelo. La hipótesis central es que la distribución del área libre urbana debe responder a los procesos naturales del territorio, y es una metodología válida para cualquier área metropolitana, sin importar su ubicación.

Otra ventaja es que esta metodología permite obtener una base de datos útil para cualquier propuesta de planeamiento de mínimo costo-máximo beneficio (costo y beneficio entendidos en su sentido más amplio). Se identifican los valores del lugar, los usos posibles y la capacidad del lugar de contenerlos.

Al ser esta metodología un sistema de análisis, la forma de plantear los layers obliga a una categorización a veces difícil. Es por ejemplo difícil delimitar o catalogar cuáles son los elementos naturales y cuáles los artificiales existentes en el medio ambiente. Por el grado de intervención del ser humano, hoy no se puede hablar de una naturaleza virgen, tampoco se vive –ni se puede vivir– en un medio puramente artificial, sino en un contexto ‘híbrido’. Sin embargo, y para efectos de la recolección de la información, en esta propuesta de lectura de la realidad a través de mapas sensibles, las capas se dividen en dos grandes grupos de análisis: ambiente natural y ambiente artificial, cada uno con un conjunto de temas a cartografiar: geografía y clima, recursos, ecosistemas y paisaje en el primero; y ambiente construido, ambiente socio-cultural, y ambiente económico, político y normativo en el segundo. A continuación, se presentan y explican esas categorías de mapas, utilizando como ejemplos algunos layers del estudio realizado por McHarg con su metodología para la región del Potomac, Estados Unidos de América.

1.1 MAPAS DEL AMBIENTE NATURAL

*"La naturaleza es intrínsecamente variable."*¹⁵

En este punto se trata de evaluar ciertos factores que permitan comprender el territorio y el paisaje en un teórico estado 'natural', en su rol de soporte de la vida humana y de los cambios que ésta supone. El análisis del ambiente natural es una etapa importante para la concepción de diseños energéticamente eficientes, ambientalmente responsables y socialmente conscientes. Es importante identificar los impactos que el desarrollo pueda tener en la ecología del ambiente natural de la región y más allá de sus límites.

Según las condiciones específicas locales, cada región natural tendrá una cierta capacidad de carga y de asimilación de impactos y residuos, por lo que es importante reconocer las particularidades geográficas (las condiciones costeras o continentales, de montaña o de selva tienen ecosistemas con diferentes umbrales), topográficas (la potencial erosión del suelo y el riesgo de inundaciones delimita el uso de residuos como relleno de tierras), climáticas (las lluvias determinan la cantidad de vertidos que se puede hacer a los ríos), meteorológicas (limitan la cantidad de emisiones que pueden ser diluidas y transportadas en el aire), etc.

Para una lectura del ambiente natural en el que se va a insertar un proyecto de manera sostenible, se deben tomar en cuenta factores como la geografía, el clima, los ecosistemas, el paisaje y los recursos.

1.1.1 GEOGRAFÍA

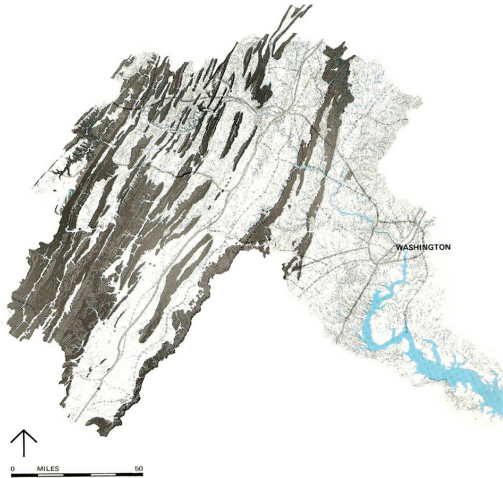
El ambiente natural es geografía. La geografía es paisaje. *"La geografía como paisaje es el resultado de recuperar el placer que hay en pensar geográficamente todas nuestras intervenciones; es el producto de redescubrir las riquezas del espacio próximo."*¹⁶

Las ciudades en general tienen su origen en alguna situación geográfica particular, como la cercanía a un río, la protección de una montaña, unas buenas condiciones para la agricultura, o para un puerto en la costa, etc. Luego son las mismas ciudades que, en un proceso histórico de superposición de huellas y construcciones sobre el territorio, han definido nuevas geografías y nuevos paisajes.

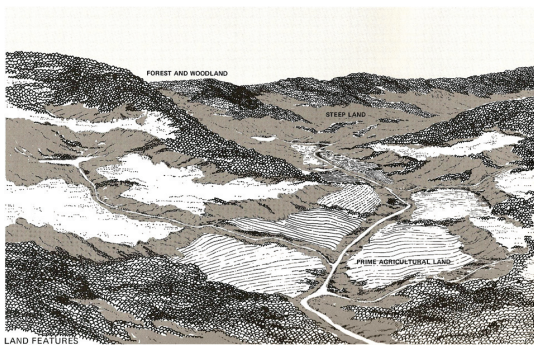
Estas estructuras geográficas, por su fuerza intrínseca, son un factor muy importante de identidad social y cultural, y aunque a veces puedan haber sido olvidadas o abandonadas por sus ciudades, tienen una gran capacidad de recuperación y reintegración. Sus características geográficas particulares les permiten potenciar los valores locales y crear una resistencia a las tendencias de homogeneización de la globalización, a la amnesia geográfica.

Así como una misma especie se adapta y varía de acuerdo a la situación geográfica, climática y ecológica, así una ciudad y sus edificios no se pueden asentar de manera uniforme y homogénea en cualquier parte del planeta. Cada territorio tiene características específicas que lo hacen único. El análisis del lugar debe comenzar por comprender esos rasgos singulares.

Listado tentativo para mapas sensibles / geografía:
Topografía, fisiografía, geología, etc.



MAPA FISIAGRÁFICO
McHARG, Design with nature. pág. 130



CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
McHARG, Design with nature. Pág. 60

1.1.2 CLIMA

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región. La combinación de parámetros climáticos define las situaciones de temperatura, humedad, precipitaciones, vientos, radiación, etc., que condicionan el desarrollo de los modos de vida en una región determinada.

Tan importante como el clima general de la región, es el microclima del entorno próximo a la arquitectura, y por ello los elementos de este ambiente cercano que lo determinan. El microclima puede tener condiciones muy diferentes a las del clima de la región, debido por ejemplo, a una pendiente y su orientación, una barrera de viento, una laguna que humedece el aire, etc.

Hay dos factores fundamentales en la definición de las condiciones microclimáticas: el sol y el viento. Donde el sol incide sin restricciones, el aire es más cálido y el suelo mismo, calentado, irradia ese calor al ambiente. Sólo esta situación puede generar diferencias térmicas de varios grados, entre lugares próximos entre sí. El segundo factor, el viento, puede alterar las condiciones climáticas: de acuerdo a su procedencia, influenciará el ambiente con una cierta temperatura y grado de humedad. Estos dos factores son condicionados a su vez por las características geográficas del lugar: unas montañas pueden ser una barrera de viento y de nubes, generar sombras y condicionar lluvias.

Las características geográficas de un lugar, junto con la acción conjunta del sol y del viento, definen así la situación microclimática del mismo, la cual resulta ser una de las condicionantes principales para la propuesta arquitectónica que pretenda insertarse correctamente en un entorno dado.

Listado tentativo para mapas sensibles / clima:

Temperatura (media máxima, media mínima), humedad, precipitación (media anual), nubosidad, soleamiento (radiación) y vientos (velocidad, dirección), microclima

1.1.3 RECURSOS

Reconocer los valores sociales inherentes a un lugar, a sus recursos y sus procesos, es el paso previo a la regulación en el uso y explotación de los mismos.

Cualquier lugar -cualquier sistema que incluye recursos como los nombrados- es la suma de procesos, históricos, físicos, biológicos. Estos conforman un conjunto de recursos naturales, culturales y humanos.

Suelo, agua y aire son recursos naturales indispensables, son el soporte para la vida. Estos recursos son valiosos para las sociedades humanas porque contribuyen a su bienestar y desarrollo, ya sea de manera directa, proveyéndolas de materias primas, minerales, alimentos, etc., o indirecta, brindándoles servicios ecológicos. La toma de conciencia de la crisis de sostenibilidad cambia la manera de utilizar el territorio y propone una nueva forma de proyectar y de manejar los recursos disponibles.

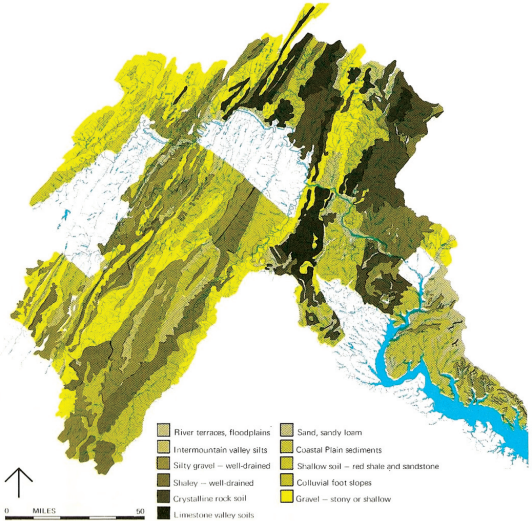
[1] **El suelo** es el sistema complejo que se forma en la superficie del terreno, inicialmente por la alteración física y química de las rocas y luego también por la influencia de los seres vivos, desarrollando una estructura en niveles superpuestos, y una composición química y biológica definidas. Constituye el sustrato natural en el cual se desarrolla la vida en la superficie de los continentes.

El suelo es el sustrato tanto de las ciudades como de la agricultura, pero antes que eso es la base para la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres. El suelo ha sido indiscriminadamente modificado y contaminado por los procesos antrópicos.

No existe para Lima un registro de los cambios de uso del suelo ni de su calidad.

Las más importantes características del suelo son su permeabilidad, su estructura y su composición química. En función de ésta y otros factores como pendiente, altitud, exposición, varía su complejidad y su productividad. El suelo es un ecosistema en sí mismo y a la vez forma parte de un sistema ecológico mayor.

Para definir los posibles usos de una superficie se necesita información precisa: no basta con que un suelo no esté forestado para considerarlo urbanizable. Se debe considerar todas sus características, es decir evaluar sus potenciales para la agricultura, las resistencias del suelo para las fundaciones de zonas urbanas, las posibilidades



MAPA DE SUELOS
McHARG, Design with nature. pàg. 133

de utilizar tanques sépticos, la susceptibilidad para la erosión, la existencia de aguas subterráneas, etc.

Mediante un mapeo de las características del suelo, éste se puede catalogar por sus valores intrínsecos, por los servicios que brinda al ser humano, o por los riesgos potenciales que comporta para el desarrollo urbano. También se pueden registrar los valores negativos como la contaminación del suelo por actividades como la agricultura, la minería, o simplemente el vertido de residuos, que ocasionan la pérdida de valor –ecológico y económico- del suelo, así como innumerables efectos sobre seres vivos.

Las funciones ecológicas del suelo (bioproducción, filtro y banco genético, servicios ambientales) son relegadas por las funciones no ecológicas: suministro de materiales y soporte de infraestructuras.

Entender el suelo como recurso es un aspecto clave para la postura del arquitecto en cuanto constructor de ciudad, y le permitirá decidir de manera responsable en la forma de ocupación del suelo, su grado de impermeabilización, y la extensión de la superficie construida con relación a su entorno natural o de soporte ecológico-productivo.

Listado tentativo para mapas sensibles / suelos:

Zonas escarpadas, suelo de alta productividad agrícola, bosques, uso de suelo, tipo del suelo.

[2] **El agua** es considerada el primer indicador de la posibilidad de vida en un planeta. En el nuestro, la cantidad del agua y su calidad están relacionadas al manejo de este recurso y al uso del suelo que lo contiene.

El agua se renueva a través del ciclo hidrológico en sus diversos estados. Si bien a nivel planetario el volumen de agua en sus diversos estados: sólido, gaseoso y líquido (salada y dulce) se mantiene constante, su distribución y características son desiguales.

Las aguas de los ríos y mares han condicionado el territorio y regulado los modos de distribución de los asentamientos. Los ríos han jugado el papel de aparato circulatorio (agua como alimento, como energía, como vía de comunicación) y de aparato excretor (renovación continua del agua, depuración de los residuos producto del metabolismo del territorio).

Los sistemas hídricos, además de proveer el agua indispensable para la vida, prestan muchos servicios al ambiente. Los cuerpos de agua saludables reducen de manera variable la materia orgánica. Lagos y pantanos son recargas de acuíferos y nichos de especies animales. El hinterland de una ciudad, área verde sostenida por el recurso hídrico, genera un microclima y es fuente de aire puro, a la vez que reemplaza contaminantes atmosféricos. Estos servicios ambientales los realiza mejor en una condición natural. Mientras más afectada esté el agua en sus condiciones de calidad y cantidad, menos servicios ambientales podrá brindar.

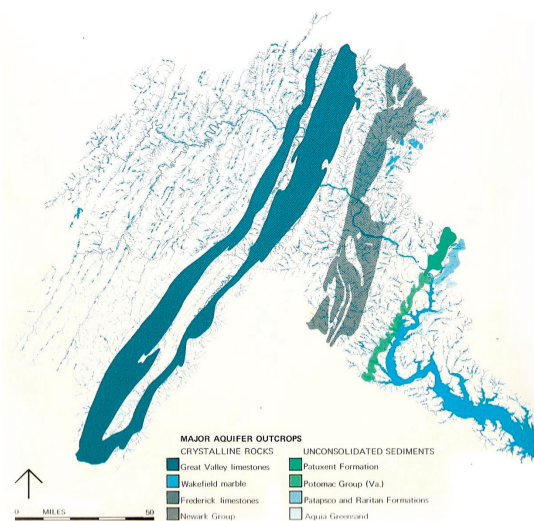
Inundaciones y sequías, erosión y sedimentación son fenómenos naturales normales, aunque sus ciclos pueden verse acelerados o modificados por procesos antrópicos. Durante los últimos años, se han dado casos de ellos con mayor frecuencia e intensidad y han causado graves daños sociales, económicos y ecológicos.

El estudio de estos ciclos hídricos permite prever las consecuencias de estos fenómenos naturales y evitar posibles desastres. Por ejemplo, leyendo la cantidad de lluvia y el drenaje del suelo se puede anticipar la propensión a inundaciones en el territorio. Otros valores negativos a considerar en el estudio son los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas debido a actividades residenciales o industriales como por ejemplo los relaves mineros que generan una pérdida de biodiversidad y de capacidad de brindar servicios ambientales.

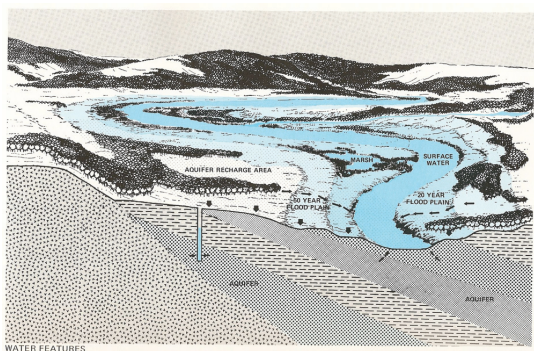
La calidad del agua que se consume, la cantidad en demanda y el modo de eliminación luego de su uso son un gran problema para cualquier ciudad. Es importante entender el ciclo hidrológico local y evitar perturbarlo de manera persistente, sobre todo en desmedro de la calidad del dicho recurso y por lo tanto de la calidad ambiental. La OMS estima que por cada dólar invertido en saneamiento de aguas residuales, se ahorran 4 dólares en costos de salud.

Listado tentativo para mapas sensibles / hídricos:

Aguas superficiales, lagunas y pantanos, llanuras inundables, acuíferos, zonas de recarga de acuíferos, niveles de contaminación.



McHARG, Design with nature. Pág. 132



CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

McHARG, Design with nature. Pág. 132

[3] **El aire** es un recurso particularmente delicado. Su composición en la tropósfera es la que hace posible la vida, ya que es en ella donde se concentran la mayoría de los gases de la atmósfera, proporcionando un ambiente adecuado para su desarrollo. En esta capa de la atmósfera es donde se encuentran las nubes y se originan los fenómenos meteorológicos y climáticos: cambios de temperatura, lluvias, importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire.

El fino equilibrio de la composición del aire se ve afectado por la contaminación atmosférica, en gran parte producida por procesos antropogénicos. Esta contaminación del aire afecta la salud de todos los individuos y ecosistemas que estén expuestos a él, y tiene además otros efectos nocivos, como cuando se precipita en la forma de lluvia ácida, o genera el conocido efecto invernadero y genera la situación actual de calentamiento global.

Listado tentativo para mapas sensibles / aire:
Contaminación

[4] **La energía** es el recurso que ha permitido al ser humano la transformación y adaptación de gran parte de su entorno natural a sus exigencias. En la medida en que aumentan los estándares de vida de una población, las innovaciones tecnológicas se consideran cada vez más imprescindibles, y se va aumentando progresivamente la demanda energética del consumidor promedio. La producción y el consumo de energía implican presiones sobre el ambiente, como la alteración de los cursos hídricos y la contaminación del aire.

Qué tipo de energía se emplea y cómo ésta se produce depende de las tecnologías disponibles y de las potencialidades de producción de energía en el lugar. Por ejemplo, zonas con una alta radiación solar permiten el uso de energía fotovoltaica, zonas con vientos de velocidades constantes medias o altas permiten la instalación de turbinas eólicas, los cursos de agua permiten la producción, en menor o mayor escala de energía hidroeléctrica. En función a esto se definen los procesos de producción y consumo de energía y sus consecuencias en el medio ambiente.

Listado tentativo para mapas sensibles / energía:
Producción y potencial de energía hidroeléctrica: energía solar, energía eólica, energía hidroeléctrica, energía geotérmica, etc.

1.1.4 ECOSISTEMAS

Un ecosistema es un sistema formado por una comunidad de organismos y el ambiente físico que los acoge. El concepto tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos que lo conforman y los flujos de energía y materiales que lo atraviesan, los cuales no pueden ser entendidos de forma aislada.

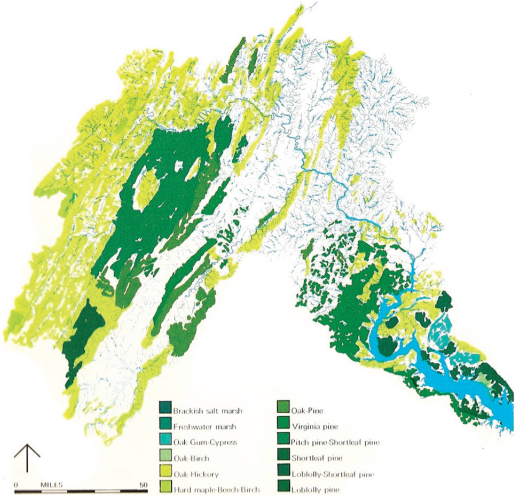
El bienestar humano depende en gran medida de los ecosistemas y de los beneficios que estos otorgan, tales como la producción de alimentos y agua potable. Casi todos los ecosistemas de la Tierra han sido transformados por la acción del ser humano, sobre todo en los últimos 50 años. La alteración del hábitat y del clima, la sobre-explotación, la contaminación, la reducción de biodiversidad, disminuyen la capacidad de los ecosistemas de absorber estos y otros impactos, y reducen su capacidad de brindar servicios ambientales, mientras que al mismo tiempo la demanda de estos servicios se ve intensificada.

Listado tentativo para mapas sensibles / ecosistemas:
Calidad de bosques, de lagunas y pantanos, de playas, de lomas, vegetación existente , fauna existente y hábitat de vida salvaje.

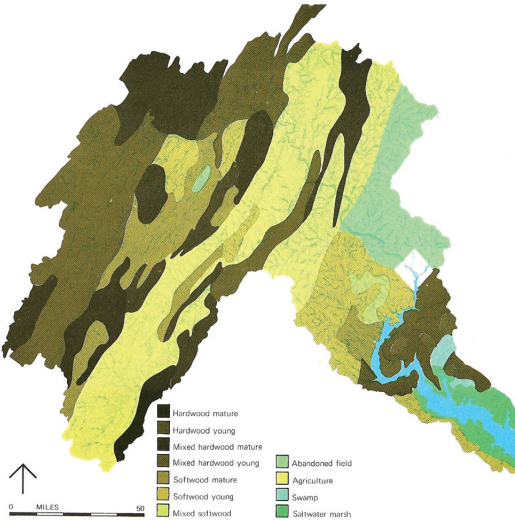
1.1.5 PAISAJE

*" (...) en los últimos años estamos asistiendo a una transferencia significativa: todo lugar ha pasado a ser entendido como un paisaje, sea natural o artificial (...) Así, modificado el punto de vista, el paisaje pierde su inercia y se convierte en objeto de transformaciones posibles, es el paisaje lo que puede proyectarse, lo que deviene artificial."*¹⁷

Todo lugar se entiende actualmente como un paisaje natural y artificial a la vez. El paisaje ya no es un fondo



MAPA DE FLORA
McHARG, Design with nature. Pág. 134



MAPA DE FAUNA
McHARG, Design with nature. Pág. 132

natural sobre el cual se veían colocados los objetos artificiales. A partir de la aparición de una nueva sensibilidad ambiental y un intento de comprender la complejidad de la realidad, el paisaje pasa a ser objeto de interés primario, sujeto de las transformaciones arquitectónicas, urbanas, territoriales. Hoy, los límites entre arquitectura y paisaje se disuelven.

Se puede definir como paisaje cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes elementos presentes en ella y cuyo resultado tiene cierta unidad visual en el espacio. Es un lugar con características funcionales y morfológicas similares, que definen su extensión y escala: un paisaje regional de desierto puede albergar un paisaje local de oasis; un paisaje de montañas áridas puede albergar un paisaje efímero (estacional) de lomas.

Los diferentes paisajes que conforman un territorio se pueden reconocer a partir de ciertas características que los definen. Un territorio heterogéneo puede estar conformado por diversos paisajes que conviven, como el de valle con el desierto, el océano, una cordillera y un paisaje urbano; otro territorio homogéneo puede estar conformado por diversos paisajes agrícolas de sutiles diferencias en su conformación artificial. *“El Paisaje es la única plataforma integradora de un desarrollo urbano y un cambio sostenibles, democráticos, rentables, ecológicos.”*¹⁸

Listado tentativo para mapas sensibles / paisaje:

Tipos de paisajes y sus características, valor paisajístico.

1.2 MAPAS DEL AMBIENTE ARTIFICIAL

Los sistemas artificiales son *“(...) susceptibles de estudiarse según el modelo de los ecosistemas, de modelizarse como grandes organismos de reelaboración y consumo de insumos trófico-energéticos y excretores de residuos y de caracterizarse como ámbitos concretos de relación entre demandas del habitar de un grupo social y las ofertas del hábitat de una segunda naturaleza, compuesta de recursos naturales y de densas redes de mediaciones tecno-estructurales.”*¹⁹

En este punto se trata de evaluar ciertos factores para comprender el edificio y la ciudad (el artificio) en el territorio (la naturaleza). Todo artificio ha sido construido y pensado sobre la base –y con la materia prima– del mundo natural.

Pero la ciudad es una consecuencia física de una construcción cultural no material, de una organización social, con otras variables que las del mundo natural. Se hace necesario entonces intentar registrar y comprender las situaciones humanas, que constituyen todo un mundo de comportamientos, particulares según la sociedad, o generales a la condición humana.

De estas situaciones específicas y comportamientos, se puede levantar información muy útil para el proyecto de arquitectura, sobre todo para su pertinente inserción social, su apropiación por los usuarios y su correcto funcionamiento como elemento conformador de ciudad.

La ciudad tiene que entenderse como una secuencia de adaptaciones culturales al lugar. Tanto los edificios como la ciudad son, individualmente o en su conjunto, adaptaciones, algunas exitosas y otras no; las exitosas tendrán un valor especial en los mapas del ambiente artificial. Este mapeo es una investigación de la identidad cultural creada a partir de la identidad natural.

El estudio del ambiente artificial se puede abordar desde las siguientes categorías, o capas: ambiente construido, ambiente cultural y social, y ambiente económico, político y normativo.

1.2.1 AMBIENTE CONSTRUIDO

Las ciudades deben sus características particulares a una situación geográfica precisa. Pero las mismas ciudades se construyen y se caracterizan a sí mismas: son una conformación urbana particular, con cascos históricos, edificios emblemáticos, espacios públicos, etc., que genera sus propias características, independientemente del

paisaje natural en el que estén insertas. Hoy, la superposición cultural y el crecimiento demográfico modifican las tramas originales y los límites teóricos de las ciudades. En este proceso evolutivo, las ciudades aparecen como nuevos y heterogéneos paisajes urbanos en el territorio.

Las características urbanas particulares permiten a las ciudades potenciar los valores culturales y definir una identidad local que resiste a las tendencias de homogeneización de la globalización, al anonimato. Dadas las características particulares de cada ciudad, el estudio de ellas debe comenzar por comprender esos rasgos singulares.

La ciudad se compone de elementos como espacios públicos y monumentos históricos, parques y ríos. Es posible reconocer el rol de estos sitios aparentemente insignificantes no solo como parte de una expresión importante y valiosa para la ciudad, sino también para la salud de sus habitantes: a OMS determina que son necesarios entre 9m² y 11m² de área verde por cada habitante.

La ciudad también se compone de procesos que la modifican: crecimiento, densificación, fragmentación, polarización, reconstrucción. Los antiguos límites más o menos definidos de las ciudades han cedido ante las nuevas escalas, las de un nuevo espacio urbano-territorial. En las ciudades actuales conviven *“núcleos consolidados y márgenes inciertos, creaciones bastardas y suelos desnaturalizados, realidades inacabadas y realidades diversas y grandes suelos vacantes que aludirían a esa nueva definición entrópica, incierta y definitivamente inacabada del territorio contemporáneo.”*²⁰

Esta información de procesos y de elementos puede ser registrada y valorada, para entender el ambiente construido que conforma el entorno directo del proyecto arquitectónico.

Listado tentativo para mapas sensibles / ambiente construido:

valor del suelo histórico o urbano, usos de suelo, infraestructura y redes de transporte, crecimiento urbano en el tiempo (ciudad formal-informal), estado de consolidación de la ciudad, densidades, servicios básicos (agua, desagüe, electricidad, recojo de residuos sólidos), infraestructura y equipamiento urbano (salud, educación, seguridad, alumbrado público, áreas verdes), condiciones de la vivienda.

1.2.2 AMBIENTE SOCIO-CULTURAL

*“La ciudad es la obra maestra de la sociedad humana, probablemente el producto más acabado de la capacidad creadora de nuestra especie. Es el artificial y muy organizado ámbito de la política, la convivencia y el descubrimiento, un soberbio almacén de tiempo, un perfecto depósito de sabiduría e historia y a la vez un formidable generador de actividades de todo tipo.”*²¹

La ciudad es el espacio que expresa identidades y orígenes comunes, tanto en sus monumentos como en sus accidentes. El ambiente socio-cultural es una mezcla de las identidades del pasado y las del presente. La ciudad es el espacio construido que contiene estas identidades, espacio de relación social, de apropiación cotidiana, de expresión, de integración cultural.

Las relaciones sociales son el bien más valioso que tienen las sociedades humanas, y por lo mismo es necesario proporcionar un entorno adecuado para la interacción social y la vida comunitaria.

El espacio es la expresión de la sociedad, es la sociedad misma. Los procesos sociales conforman el espacio y lo modifican. Si las sociedades cambian, cambian también los espacios con los que viven y en los que conviven. El espacio urbano es el soporte de las prácticas sociales, es el lugar que reúne esas prácticas que son simultáneas en el tiempo.

Listado tentativo para mapas sensibles / ambiente socio-cultural:

Conformación de la población, (edades, etnias, religiones, origen), valoración de monumentos y espacios públicos, actividades productivas, índice de desarrollo humano.

1.2.3 AMBIENTE ECONÓMICO, POLÍTICO Y NORMATIVO

*"La ciudad es un organismo capaz de crear orden físico, social, político, económico y cultural. La ciudad concentra actividades, es un potente foco generador de orden y como consecuencia un poderoso epicentro emisor de desorden"*²²

La economía actual, global y competitiva, ha provocado fuertes cambios en los modos de gobernar y administrar las ciudades. Esto se refleja en el modo de planificar la ciudad, antes orientado a la prestación eficaz de servicios de bienestar social, ahora cada vez más hacia un enfoque de crecimiento económico liderado por el sector privado.

Las políticas actuales aprovechan las capacidades del sector privado para el desarrollo de la estructura física y así explotan el potencial del mercado con la finalidad de desarrollarse a un ritmo sostenido y con una mínima intervención y participación del sector público. En este contexto, las políticas actuales tienen la obligación de introducir normativas y medidas de fiscalización que controlen la medida en la que estas actividades privadas modifican la ciudad y su ambiente.

Para la arquitectura, es preciso plantear una normativa en función al conjunto de criterios de sostenibilidad para el proyecto arquitectónico, según las necesidades locales y regionales. Los mecanismos de crecimiento y desarrollo de las ciudades deberían ser fiscalizados por su impacto en el ambiente y su capacidad de generar calidad de vida en las poblaciones.

En la carrera por el desarrollo, la empresa privada puede hacer grandes aportes, sobre todo en países donde el sector público carece de los medios o los mecanismos para impulsar este desarrollo y búsqueda de bienestar de la ciudadanía. La tendencia creada por la inversión privada de una planificación urbana fragmentada, a base de proyectos individuales, no permite tener una visión a largo plazo. Una normativa que oriente las acciones privadas y los procesos de crecimiento en las ciudades, junto con una planificación estratégica, podrían funcionar como un instrumento que ayude a planificar con eficacia y administrar las ciudades y sus recursos para el futuro.

Listado tentativo para mapas sensibles / ambiente económico, político y normativo:

Límites políticos, indicadores económicos (PBI, PEA, calidad de la vivienda), planificación urbana, zonificación.

“El método debe también asumir desarrollar principios relativos a este sistema de valores y finalmente los principios deben constituirse en políticas que aseguren que los recursos de la ciudad, el sitio y los artefactos, sean reconocidos como valores y determinantes de la forma, tanto en el planeamiento como en la ejecución de los trabajos.”²³

El tema desarrollado en el punto anterior, ‘del sistema al objeto arquitectónico’, busca entender, de la manera más comprehensiva posible, la situación de un lugar determinado y sus habitantes, del ecosistema –natural o urbano- en su conjunto. La conclusión de una comprensión sistémica del entorno daría paso, en un primer lugar, a poder determinar cuáles son las necesidades, posibilidades, potencialidades y debilidades de dicha situación.

El primer acto proyectual es la interpretación de los procesos y la consiguiente toma de posición sobre las lógicas que debería seguir el proyecto arquitectónico, buscando su pertinencia a las situaciones evidenciadas en el estudio anterior.

2.0 SOBRE LOS MAPAS SÍNTESIS DEL ENTORNO

En este capítulo de la tesis se habla de la exploración del entorno, de la reflexión de las preexistencias y su posible intercambio con la arquitectura a proponerse. Se asume una posición frente al mapeo sensible para, a partir de ella, realizar una interpretación de la ciudad y del territorio. Esta postura frente a la lectura del lugar implica una valoración crítica de las posibles acciones a tomar, y de esa manera se evalúan los impactos y las interrelaciones que una intervención arquitectónica pueda generar sobre el entorno.

Este punto, **‘la interpretación de los procesos’**, reúne los mapas síntesis, a manera de conclusión de los mapas sensibles, los cuales a su vez hacen una lectura desde la primera forma de aproximación planteada por la tesis: ‘del sistema al objeto arquitectónico’. Luego, esta forma de aproximación al lugar se convierte, a través de los **mapas síntesis**, en lógicas de intervención.

Es aquí donde se interpretan los procesos registrados en la lectura del entorno, natural o artificial; el capítulo 4 se centra específicamente en la propuesta de **las lógicas de intervención** particulares a un lugar dado, asumiendo su carácter intrínseco de acción en el proyecto y funcionando como rótula entre [1] la comprensión sistémica del entorno y [3 y 4] las estrategias específicas de intervención.

Esta etapa de búsqueda de una respuesta arquitectónica apropiada al entorno, es la etapa en la que se definen o plantean ciertas intenciones de diseño, basadas en la comprensión del lugar y en una posición ética de la práctica arquitectónica. El estudio previo sobre un lugar y su problemática ambiental y urbana, adquiere ahora una intencionalidad táctica, capaz de formular ciertos criterios más que de seguir modelos.

Se obtienen diagnósticos, se proponen hipótesis, anticipaciones de movimientos, capaces de conjugar condiciones genéricas y respuestas particulares. A esto se le llamarán las **lógicas** de la propuesta, que darán lugar luego al planteamiento de **estrategias** generales (en la etapa de diseño y anteproyecto) y específicas (en la etapa de proyecto y especificaciones técnicas) que permitan materializar las lógicas de intervención planteadas.

Desde que hacemos una lectura de la realidad, la acción proyectual es un intento de relacionar, asociar, conectar, vincular, el artificio a un entorno conocido o al menos percibido. El primer paso de este proyectar debería ser la definición de ciertas lógicas de intervención, de ciertos criterios, posicionamientos, formulaciones flexibles y precisas a la vez. *Criterios estratégicos en lo global y tácticos en lo local. Criterios de relación y acción.*²⁴

El arquitecto actual no es un productor de objetos, sino un estratega de procesos: debe propiciar reglas de juego –a través de ciertas lógicas de acción- para estructuras y sistemas en constante cambio, como lo es la ciudad contemporánea, por ejemplo. *Procesos, más que sucesos*, es lo que debería hacer el arquitecto hoy.

Los criterios de intervención son el resultado de la superposición de todas las variables consideradas en el estudio del entorno y su interrelación compleja, planteando la hipótesis de un proyecto arquitectónico.

Entonces, las **lógicas** de intervención, basadas en la comprensión del lugar y en una posición ética de la práctica arquitectónica, darán lugar luego al planteamiento de **estrategias** generales -en la etapa de diseño y anteproyecto- y específicas -en la etapa de proyecto y especificaciones técnicas-, globales -a gran escala- y locales -a escala reducida.

*"La arquitectura es un hacer complejo porque es un proceso de síntesis que es fecundado por todo aquello que está detrás de la arquitectura: la historia, la sociedad, el mundo real de las personas, sus emociones, esperanzas y esperas, la geografía y la antropología, el clima, la cultura de cada país, y además la ciencia y el arte."*²⁵

Los mapas sensibles o layers del estudio del lugar se superponen para concluir en una lectura comprehensiva y completa de los factores involucrados y sus interrelaciones. La combinación de los layers de datos registrados, permite su posterior interpretación.

Lo interesante de la interpretación es la posibilidad de definir, en los procesos naturales y artificiales, un sistema de valores con el cual trabajar. La lectura se puede dividir en fenómenos naturales y fenómenos artificiales: en la primera categoría entran los valores naturales del paisaje y de los recursos; en la segunda categoría entran valores artificiales importantes para la cultura como edificios históricos, restos arqueológicos y lugares y espacios significantes. El factor más importante a considerar en ambas categorías es la condición de escasez de un recurso porque puede ser de importancia social y cultural. Además, con los mapas síntesis es posible identificar también la eventualidad de yacimientos mineros, las condiciones de accesibilidad al lugar, los valores de biodiversidad y de vulnerabilidad, factores negativos como la propensión a desastres naturales, etc.

Dada la información de los mapas síntesis se vuelve posible prescribir el uso de suelo más conveniente para cada lugar y para las partes que lo componen. *"La región, entonces, debe ser descrita como fenómenos, vista como procesos, reconstituida en un sistema de valores el cual se pueden identificar, usos de suelo intrínsecamente adecuados, sean exclusivos o combinados."*²⁶

Este resultado no es un plan; no constituye un plan en sí mismo porque simplemente muestra una lectura del territorio y sus procesos, y revela las interacciones y usos más adecuados a esta situación. A partir de esta lectura se puede desarrollar un plan de intervención y una propuesta urbana acorde con el entorno como sistema sensible. A diferencia de los mapas de usos de suelo convencionales, por lo general con grandes áreas monofuncionales, estos mapas parecen más unos mosaicos, porque son resultado de una superposición de atributos sutiles. La gran complejidad resultante es la complejidad real de posibilidades y debilidades del lugar.

Finalmente, con estas múltiples lecturas a partir de la combinación compleja de los factores y fenómenos que conviven en un territorio, se pueden construir, según la metodología propuesta por McHarg, tres grupos de mapas en cuanto sus niveles de síntesis: mapas de interpretación, mapas de viabilidad y mapas de compatibilidad.

2.1 MAPAS DE INTERPRETACIÓN

Estos mapas son resultado de una primera superposición de la información recogida en los layers de mapas sensibles. Derivan en una interpretación directa de las características naturales del entorno, de sus potencialidades de intervención y uso. Se pueden elaborar mapas como los siguientes:

Mapas de recursos minerales: la importancia del reconocimiento de estos recursos minerales es permitir su eventual explotación, con importantes consecuencias para la zona y la región. Se pueden incluir desde arenas, gravas, mármoles u otras piedras, hasta posibles yacimientos de cobre, plata, oro, de carbón, petróleo o gas natural.

Listado tentativo para mapas de interpretación / recursos minerales:

Sedimentos fluviales, grava, arena, arcilla, roca, piedra caliza, carbón, cuarzo, granito, etc.

Mapas de pendientes: la importancia de las pendientes reside en que el grado de inclinación del terreno define en gran medida su uso. Se pueden definir sitios planos para asentamientos humanos, lugares para deporte aventura, corredores de transporte, etc. Estas características son determinantes de una identidad regional.

Listado tentativo para mapas de interpretación / pendientes:
0-5% de pendiente, 5-15% de pendiente, 15-25% de pendiente y más de 25% de pendiente.

Mapas de accesibilidad: la importancia es de reconocer los grados y formas de accesibilidad de un lugar permite plantear las conexiones del mismo con otras ciudades y regiones. Se pueden definir qué barreras naturales pueden dificultar la comunicación y a la vez permitir un alto grado de conservación de una zona o una pérdida de valor inmobiliario la misma.

Mapas de recursos hídricos: la importancia del reconocimiento de los recursos hídricos es definir la disponibilidad y calidad del agua. Se pueden incluir los cuerpos de agua superficiales y subterráneo.

Mapas de zonas de riesgo: la importancia de reconocer estas zonas es poder evitar construir asentamientos humanos en esas superficies inseguras. Se pueden definir áreas propensas a inundaciones, deslizamientos, sequías, contaminación u otros fenómenos, naturales o antrópicos.

Mapas de áreas de conservación: la importancia del reconocimiento de áreas de conservación es definir cuáles son los lugares con un valor especial por su condición única, natural o cultural: ecosistemas de especial valor o fragilidad, restos históricos, paisajes especiales. Se pueden definir corredores escénicos, sitios de interés geológico, sitios de interés ecológico, sitios de interés arqueológico, sitios de recreación.

2.2 MAPAS DE VIABILIDAD

Estos mapas son resultado de una síntesis compleja y suponen un posicionamiento proyectual: a partir de las potencialidades del entorno, se plantean zonas con viabilidad para ciertas actividades y menor predisposición para otras. Se pueden elaborar mapas como los siguientes:

Mapas de áreas adecuadas para la agricultura: la geología, el clima, los suelos, la pendiente, y por lo tanto el drenaje, junto con la exposición al viento y al sol, determinan qué zonas son apropiadas para la actividad agrícola. Se pueden definir cuáles son los suelos más fértiles, los que no lo son pero pueden ser acondicionados para ser productivos, y otras áreas que, asociadas a pendientes elevadas y suelos erosionables, son compatibles con una cobertura forestal.

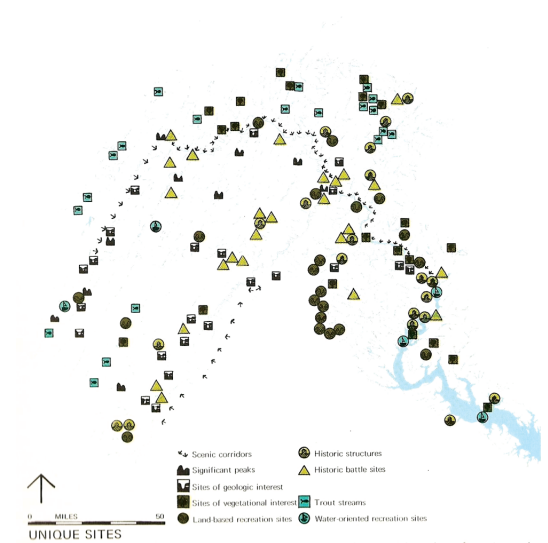
Listado tentativo para mapas de interpretación / agricultura:
Adecuada para agricultura en general con prácticas de conservación del suelo, adecuada sin prácticas de conservación del suelo, adecuada para agricultura limitada con prácticas extensivas de conservación del suelo y no adecuada para agricultura.

Mapas de áreas adecuadas para la actividad forestal: se pueden definir áreas de actividad forestal de acuerdo a su pendiente y ubicación cercana al lugar de procesamiento de la madera producida. La actividad forestal es clasificada por McHarg en 'operativa comercial' y 'no comercial', de acuerdo a la capacidad de regeneración de sus bosques, y 'no operativa', cuando no presenta posibilidades de ser explotadas, como resultado de su pendiente, falta de accesibilidad, distancia, etc.

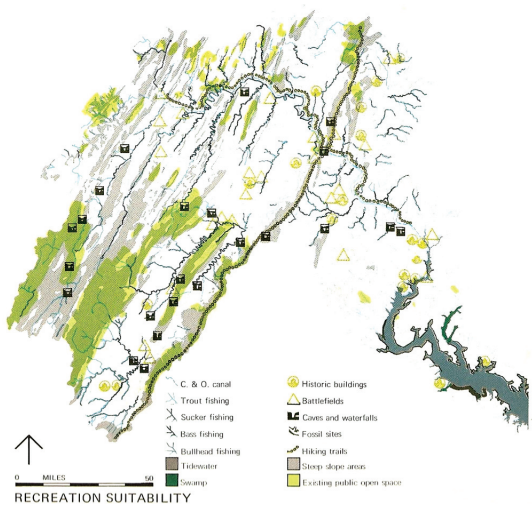
Listado tentativo para mapas de interpretación / actividad forestal:
Operativas comerciales de madera dura y de madera blanda, operativas no comerciales y no operativas.

Mapas de áreas adecuadas para la recreación: desde la geología se pueden reconocer cuevas o depósitos con fósiles; desde el clima se pueden determinar zonas adecuadas para recreación estacional; la fisiografía revela la forma del paisaje y sus accidentes; la hidrología el patrón de sus ríos; los ecosistemas revelan la biodiversidad y cantidad de vida salvaje; la accesibilidad determina qué lugares se pueden explotar intensivamente (en recreación estacional) y cuáles son reservas. La combinación de valores determina la oportunidad y potencialidad de dichas áreas.

Listado tentativo para mapas de interpretación / recreación:
Deportes al aire libre, sitios históricos, características naturales, paseos, zonas empinadas, espacios públicos existentes, etc.



MAPA SITIOS ÚNICOS
McHARG, Design with nature. Pág. 132



McHARG, Design with nature. Pág. 132

Mapas de áreas adecuadas para la urbanización: es importante determinar qué factores condicionan las posibilidades de urbanización. Condiciones como poca pendiente (menos de 5%); pocas probabilidades de inundación (una frecuencia no mayor al 2%); no ser un área de recarga de los acuíferos; no ser zonas muy expuestas o muy encerradas; tener una adecuada disponibilidad de agua; ser accesibles, etc., definen las áreas adecuadas para asentarse sin riesgos previsibles. El resultado normalmente arroja áreas pequeñas en las que coinciden todos los criterios considerados.

Listado tentativo para mapas de interpretación / urbanización:
No adecuadas, marginalmente adecuadas, adecuadas y óptimas.

2.3 MAPAS DE COMPATIBILIDAD

Estos mapas son resultado de un proceso de compatibilización de los mapas anteriores. Las diferentes viabilidades de uso de las áreas estudiadas, se unen de manera complementaria en un mapa de usos compatibles, en el que los usos propuestos corresponden a los potenciales de dichas áreas. Se puede concluir en tres mapas de compatibilidad de usos, que constituyen un posicionamiento propositivo y proyectual: áreas en las que es conveniente la conservación, áreas en las que es conveniente la urbanización (con usos diversos: residencial, comercio-industria) y áreas en las que es conveniente el uso recreacional.

Mapas de áreas de urbanización: se determina qué zonas son aptas para la urbanización, ya sea de uso residencial, comercial y/o industrial.

Mapas de áreas de recreación: se determina qué zonas son aptas para actividades de recreación y qué tipo de actividad se desarrolla en ellas.

Mapas de áreas agrícolas /forestales: se determina qué zonas son aptas para actividades agrícolas y forestales y en qué medida son explotables.

*"Los artefactos deben ser medidos en términos de su efecto sobre la vida, no como objetos independientes."*²⁷

3.0 SOBRE LA ARQUITECTURA, LA CIUDAD Y EL PAISAJE

Esta aproximación parte de una percepción culta y sensible de la naturaleza, entender a la ciudad y la arquitectura **en** el medio ambiente y sabiéndolas parte integrante **del** mismo. Estas arquitecturas, estas ciudades, deben responder **al** medio ambiente particular en el que se insertan, y por sobre todo interactuar positivamente **con** él.

Ésta es una postura ética que pretende reposicionar al hombre frente a la naturaleza, no como un mero explotador sino como habitante, es decir, como parte de un ecosistema.

Si en el punto 1 de este capítulo se hizo la división entre ambiente natural y artificial para efectos del estudio, en este punto es importante enfatizar que el paisaje en el mundo contemporáneo no se entiende más como un paisaje natural, es siempre un paisaje intervenido por el hombre, construido, interpretado.

Este modo de aproximación al proyecto arquitectónico se caracteriza por analizar el medio edificado utilizando el concepto de ecosistema, es decir, *"en función de su estructura de componentes bióticos y abióticos, de sus interacciones globales y de los flujos de energía y materia a través del sistema."*²⁸

Esta aproximación al proyecto como sistema ecológico, con intercambios complejos con el medio ambiente, se sustenta para Yeang²⁹ en las siguientes premisas:

[1] Es preciso mantener el funcionamiento y las condiciones viables de la ecología global y local, para un futuro sostenible. Esto implica limitar en lo posible los efectos negativos de los sistemas y construcciones humanas sobre los ecosistemas.

[2] El proyecto arquitectónico tiene que ser sensible a los ecosistemas, a nivel local y global, para reducir el ritmo actual de destrucción de los ecosistemas.

[3] El proyecto arquitectónico debe orientarse hacia la conservación de los recursos, ya que éstos son limitados, y los residuos producidos no son fácilmente reciclables.

[4] La humanidad forma parte de un sistema cerrado en la biósfera, y los procesos del medio ambiente, por ser unitarios, deben ser considerados holísticamente como parte del proceso de proyecto y planificación en la creación del entorno edificado.

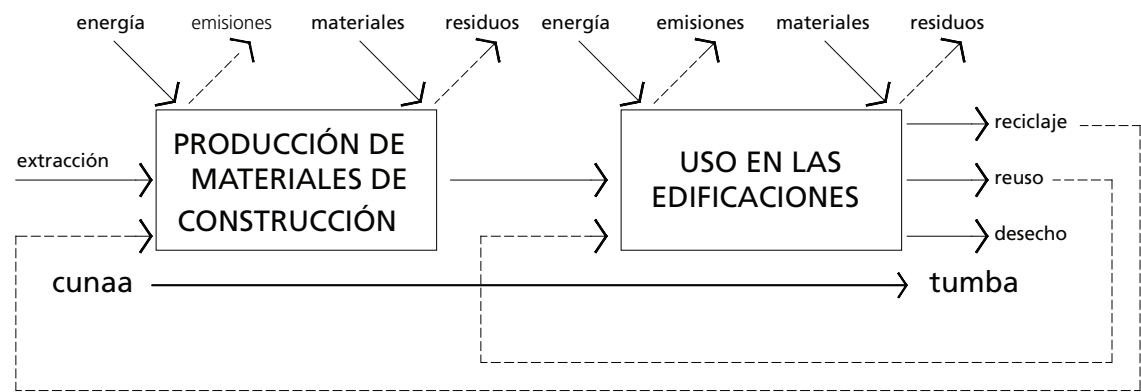
[5] Existen interrelaciones e interconexiones entre el entorno construido y el medio ambiente, tanto local como globalmente. De ahí que todo cambio que se produzca en una parte cualquiera de esos sistemas afecta a todo el sistema. El proyecto debe enfocarse en función de la conectividad de los procesos y recursos ecológicos locales y globales.

A partir de estas premisas y con una lectura clara del impacto que puede generar la arquitectura en su entorno inmediato en particular, y en el medio ambiente en general, es factible ordenar el proceso de diseño con ciertos criterios que minimicen este impacto negativo y, en lo posible, lo conviertan en positivo.

Un proyecto con estos requerimientos necesita comenzar con un planteamiento previsor en la etapa de diseño, con una mirada crítica a sus posibles influencias e interacciones con el entorno, los ecosistemas y los recursos, y con una propuesta sensible a sus limitaciones y oportunidades.

[1] la arquitectura

Así, la arquitectura pasa a ser entendida como un ente que gestiona los flujos de energía y materia que se originan entre el sistema proyectado y su medio ambiente. El enfoque se centra, entonces, en los impactos causados por la edificación sobre el medio ambiente, al pasar a ser parte integrante de él. Esta aproximación se concentra en los flujos de inputs y outputs que origina un edificio y cómo aquellos modifican su entorno, en un campo de acción inmediato –como las implicaciones del asentamiento en un lugar- o en un campo de acción más amplio –como las implicaciones de la elección de los materiales en cuanto a su extracción, fabricación y transporte.



Si concebimos la edificación como un sistema, que interactúa con su entorno y con el cual intercambia flujos de recursos y residuos, podemos llegar a esquemas simplificados que nos ayuden a evaluar los impactos de cada etapa de un edificio, desde su construcción hasta su destrucción y desecho al fin de su vida útil.

[2] la ciudad

*"El medio urbano constituye una auténtica 'planta' de servicios que debe considerarse como una serie de redes interrelacionadas (...) que incorporan el capital supeditando la productividad totalmente a la eficiencia de la 'planta' urbana."*³⁰

Las ciudades son consideradas como 'áreas físicas de intensificación de flujos' porque concentran las áreas productivas, los servicios especializados y a la población. El problema de las ciudades no es sólo la contaminación o el impacto de la construcción, sino principalmente la mala administración de los flujos de energía. La ciudad es un sistema altamente disipativo, que consume y desperdicia grandes cantidades de energía. Es un sistema complejo que debe considerarse como un sistema abierto, que intercambia energía e información con el medio ambiente. Las ciudades son "máquinas provocadoras de impactos sobre el medio ambiente."³¹

La ciudad influye en la sobrevivencia de un sistema territorial mucho más amplio, del cual extrae energía, materiales, y sobre él finalmente descarga sus residuos. La región urbana, por lo tanto, está definida por "la vertiente de recursos vitales, que comprende además de las zonas edificadas, el complejo sistema ambiental en el cual se supone que se desarrollan la mayor parte de los ciclos ligados al metabolismo de la ciudad misma, sin olvidar que el ambiente de salida de una ciudad corresponde al ambiente de entrada de los ambientes limítrofes."³²

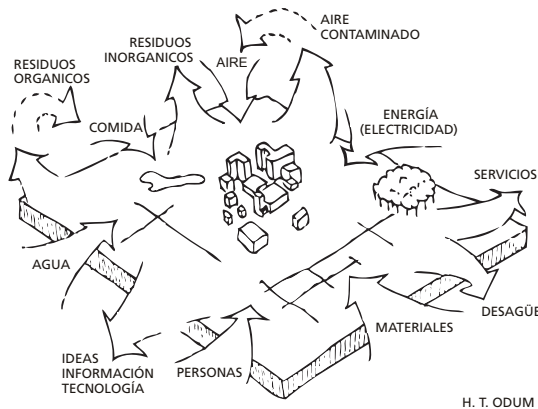
La relación de las ciudades con el medio ambiente en la actualidad es fundamentalmente parasitaria. Si se pretende reducir este desequilibrio es necesario encontrar una relación sostenible entre ciudad y territorio, una relación no parásita sino simbiótica, de apoyo mutuo.

[3] el paisaje

La construcción de edificios y ciudades en el territorio es la construcción de los paisajes contemporáneos. La ciudad es una creación de sus habitantes, el territorio es el lugar donde ésta se emplaza y se desarrolla, comparte, intercambia, crece, evoluciona.

La diferencia entre una intervención en un entorno rural y uno urbano es que el primero tiene una mucho mayor variedad ecológica, y por lo tanto la actividad urbanizadora puede causar mayores pérdidas que las de un entorno ya construido, en el que normalmente queda poca diversidad y complejidad ecológica, y donde los cuidados se limitan a los componentes abióticos como el suelo, el aire, el agua.

Es importante enfatizar la necesidad de comprender el paisaje, como un escenario y a la vez un proceso natural y cultural interactuante que, reconociendo su complejidad, nos puede dar las claves de actuación en él.



3.1 EL ASENTAMIENTO

La relación de un edificio con el suelo se debe diseñar cuidadosamente para que el proyecto pueda pasar a formar parte del ecosistema del lugar, como una unidad ambiental que con sus componentes bióticos y abióticos, naturales y artificiales, constituyen un todo en la formación de un ecosistema.

Incluso el edificio mejor proyectado en términos de su impacto ecológico, simplemente al emplazarse en un lugar, provoca un cambio espacial en su entorno y por lo tanto una alteración en la composición del ecosistema. Los impactos que pueda ocasionar el edificio en el lugar, así como los impactos derivados de las actividades resultantes del uso del edificio (transporte, consumos) deben ser previstos en la etapa de proyecto.

3.1.1 RELACIÓN CON EL SUELO

El suelo cumple, además de funciones ecológicas (como bioproducción, filtro y banco genético), dos funciones básicas no ecológicas: suministro de materiales y soporte de infraestructuras, funciones que deben orientarse hacia un desarrollo sostenible, mediante un uso racional y consciente.

Este punto trata del suelo como soporte de la arquitectura, no como algo delimitado, estable, horizontal, determinado y homogéneo, sino como superficie que se relaciona directamente con el edificio. En otras palabras, asentarse en un lugar es ver el suelo como un sistema topográfico activo y relacional. En general, se debe proteger las zonas ecológicamente vulnerables, evitar cambios muy bruscos en zonas naturales y limitar la modificación del recubrimiento del suelo.

La relación con el suelo puede variar desde intervenciones mínimas hasta manipulaciones del terreno. Ambas deberían de responder, en diferente medida, a la **morfología del terreno**, los **ciclos del agua**, a los posibles riesgos (inundaciones, deslizamientos, etc.) y las condiciones del **habitat**.

3.1.2 EMPLAZAMIENTO, FORMA, ORIENTACIÓN

La definición de la forma de un edificio y la orientación de sus lados exteriores dependerá de la relación de estos lados o envolventes del edificio con las situaciones ambientales específicas del lugar, ya sea naturales (micro-clima) o artificiales (situaciones urbanas).

Las preexistencias en el lugar y las formas en las que el edificio va a relacionarse con ellas son las que determinarán la materialización de sus envolventes y su posición específica. La forma del edificio, siguiendo las lógicas de la naturaleza, dependerá de las situaciones específicas del lugar, sobre todo del clima: en un clima frío, la forma más eficiente es la compacta, para tener la menor superficie exterior y evitar la disipación del calor; en un clima cálido, el edificio puede estar compuesto de volúmenes dispersos, aumentando las superficies de contacto con el exterior, aprovechando los vientos, cuidándose del sol.

3.1.3 USO DEL SUELO

En función de lograr un menor impacto en el entorno, es recomendable tener la menor **área ocupada** posible con la construcción, dejando la mayor superficie posible de suelo no construido, y en lo posible, este suelo sin construir, debería mantener su condición de permeabilidad, es decir, no ser pavimentado con materiales impermeables,

La **densidad** habitacional que proponga el proyecto permite evitar la dispersión espacial y cuidar áreas sensibles o productivas. La densidad reduce las necesidades de infraestructura, redes de servicios, y por lo tanto de suelo, materiales y energía. La densidad hace más rentable el transporte público, aumentando la cantidad de usuarios potenciales. Una densidad media referencial es de 4 pisos, o de 100hab/Ha.

Esta situación da una masa crítica suficiente para lograr una **diversidad de usos**, que contribuye a las relaciones de proximidad y a la generación de medios urbanos mixtos, reduciendo los desplazamientos en vehículos privados. Está demostrado³³ que con más de 4 pisos y sin una diversidad de usos, se reducen de manera significativa

las relaciones sociales entre interior y exterior.

Otro punto a considerar es la definición de áreas comunes en los proyectos, como parte de la diversidad de usos que contiene, permite generar economías de escala, para la generación de energías renovables, el manejo de los residuos, cuidado de la biodiversidad, etc. de manera grupal.

3.2 LA CONSTRUCCIÓN

*"La actividad constructora consume, transforma y derrocha, cantidad ingentes de energía (y de agua), directamente en la obra, en todo el proceso constructivo, en la aplicación de sistemas, máquinas y técnicas."*³⁴

Hoy, el 50% de todos los recursos consumidos en el planeta son usados en la industria de la construcción. Esta misma industria ha hecho que el 60% de las tierras de cultivo productivas hayan desaparecido, usa el 40% del total de agua disponible para el hombre, demanda el 70% de la producción global de madera.³⁵

Por estos motivos, es importante evaluar cuidadosamente el impacto que genera un objeto arquitectónico, tanto durante su uso, como durante su construcción. La elección de **sistemas y procesos constructivos** apropiados determinarán un menor impacto en el entorno inmediato, así como de manera indirecta.

Durante el proceso constructivo es posible controlar y limitar, dependiendo de la elección del sistema constructivo, el proceso, la capacitación de los trabajadores y la gestión eficiente de la obra, **los impactos directos de la construcción.**

3.2.1 SISTEMAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

*"La actividad constructora consume (...) indirectamente en el desplazamiento del personal, en la extracción la fabricación industrial y transporte de los materiales."*³⁶

El consumo de recursos en la construcción depende de la elección de técnicas y de los procesos constructivos. El optar por sistemas cuya realización es compleja para las posibilidades del lugar, o cuyo proceso es ajeno o muy costoso, aumentará el impacto ambiental del proyecto.

Es importante diseñar para que el proceso constructivo tenga el menor impacto directo. Los procesos posibles de realizarse con mano de obra local y materiales locales tendrán un impacto ambiental menor que aquellos que requieran materiales importados y mano de obra o maquinaria especializada.

3.2.2 IMPACTOS DIRECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

*"Todos los objetos producidos por la construcción (...) organizan el espacio urbano, lo reglamentan visual y funcionalmente, lo estructuran social y económicamente, crean un sólido orden urbano, pero al mismo tiempo, su producción y su uso generan desorden, hieren al medio ambiente urbano e inciden la salud física y psíquica de los ciudadanos, en su comportamiento y su destino."*³⁷

La edificación, entendida como un sistema abierto (porque tiene intercambios de flujos de entrada de recursos y de salida de residuos con su entorno), depende de los ecosistemas del entorno para la producción de sus recursos y la asimilación de sus desechos. Esto implica que el medio ambiente debe poder asimilar los residuos producidos.

Las grandes cargas ambientales del sector de la construcción se le atribuyen su consumo de recursos y su producción de los residuos sólidos. Los recursos naturales usados en la construcción ascienden a la mitad de todo el consumo de recursos a nivel mundial. Además, se estima que alrededor del 13% de todos los residuos sólidos a nivel mundial pertenecen a desechos de construcción y demolición, en una proporción de 1:2 de residuos generados por actividades de construcción y de demolición respectivamente. En Holanda, por ejemplo, esta cantidad es alrededor de 4.25 mil millones de toneladas de desechos de construcción cada año³⁸.

Según las condiciones específicas locales, cada lugar tendrá una cierta capacidad de carga y de asimilación de residuos. El sistema edificado debe controlar su **consumo de recursos**, limitar la **contaminación directa del suelo, el agua y el aire**, y asumir la **gestión de sus residuos** sólidos, líquidos y gaseosos.

3.3 LA VIDA ÚTIL DEL EDIFICIO

“La construcción es responsable del consumo de un 30% de la energía, utilizándola en climatización e iluminación, sin contar la energía gastada en la fabricación de materiales y sistemas y en el transporte de estos mismos. Mientras el 50% del calentamiento global es causado por el uso de combustibles fósiles en el uso y construcción de edificaciones, aproximadamente el 60% del resto es generado en el transporte de bienes y personas de y hacia los edificios.”³⁹

Este punto trata de evaluar los impactos durante la vida del edificio, según su concepción de la organización de la materia y el espacio, de los flujos de energía, y de su gestión en el tiempo.

A continuación se presenta una reflexión sobre la ciudad como ecosistema, que se puede extender a la actuación de sus edificios, para entender la forma e intensidad de sus flujos: Odum subraya que la ciudad difiere de un sistema consumidor natural porque:⁴⁰ [1] tiene un metabolismo mucho más intenso por unidad de área, el cual requiere un flujo de energía de entrada mucho más alto; [2] tiene un requerimiento elevado de materiales, como por ejemplo de metales, de uso comercial e industrial, además de las materias necesarias para el sostenimiento de la vida; [3] tiene una salida de residuos de dimensiones mucho más elevadas, muchos de los cuales son sustancias sintéticas más tóxicas que las sustancias originales. [4] tiene un pequeño componente productor, incapaz de abastecer el consumo de los habitantes. La ciudad es un ecosistema dependiente que funciona a base de la energía preparada por productores externos (sistemas agrícolas, combustibles fósiles, etc.) [5] no tiene sistemas encargados de convertir los residuos en materias primas o alimentos. Es decir, los organismos recicladores no son capaces de funcionar con la misma intensidad con la que se emiten los residuos y por lo tanto no existe el necesario mecanismo cíclico en el ecosistema urbano.

La intensidad del flujo de recursos en una ciudad no es compatible con los ritmos de regeneración natural, ni con la velocidad de sus escasos componentes recicladores. Por lo tanto, los sistemas artificiales –léase los edificios– deben ajustar sus propios modelos de producción y consumo y producir modelos de recuperación eficientes, en lugar de depender de los procesos de asimilación y regeneración de la biósfera, los cuales se encuentran saturados.

Las ciudades, y por lo tanto los edificios, deben buscar cambiar su metabolismo lineal por uno cíclico y de menor contaminación. Los edificios, como unidades de un sistema-ciudad, podrían ser elementos que produzcan su propia energía, capturen y reciclen su propia agua, reusen materiales considerados residuales, conviertan el CO₂, etc. Para considerar todas estas posibles acciones, es necesario evaluar los siguientes temas, respectivamente: flujos de **energía**, flujos de **agua**, generación y **manejo de residuos**, posibilidades de **transporte**, y finalmente promover un uso eficiente y un buen mantenimiento del edificio a través de un **manual del usuario**.

Para todas las consideraciones de flujos de materia y energía, se puede aplicar el principio de ‘trias ecológica’, que consiste en tres simples lógicas de uso: [1] reducir el uso, [2] usar renovables, y [3] manejar eficientemente la necesidad restante. Este principio intenta cambiar la tendencia lineal de consumo y desecho por una cíclica y más sostenible, más consciente de su impacto en el ambiente. Los flujos lineales deben cerrarse y en la medida posible convertirse en ciclos. En dichos ciclos se debe tender a reducir, primero el volumen de los mismos, segundo la velocidad del flujo, y por último la energía usada en ellos.

3.3.1 ENERGÍA

La arquitectura puede ser entendida como una organización material que regula y da orden a los flujos de energía; y simultánea e inseparablemente, como una organización energética que estabiliza y mantiene las formas materiales.⁴¹

Esto lleva a dos conclusiones: arquitectura, como artefacto del ambiente humano, que regula los flujos naturales de energía y canaliza la energía acumulada en sustancias combustibles para el beneficio de los seres vivos

que la habitan; y arquitectura, como materia organizada, que está sujeta al deterioro permanente y necesita un abastecimiento constante de materiales y energía para permitirle reconstruir su forma.

En resumen, el edificio es un organizador de procesos pero es en sí mismo un proceso, y en ambas situaciones necesita de la presencia de energía. Por eso, la energía es parte imprescindible de la arquitectura de dos maneras: a través del consumo de los edificios, o mejor dicho, de los usuarios de los edificios, en el funcionamiento de equipos, en la regulación térmica, el calefacción de agua, en iluminación, etc.; y a través de la energía necesaria para organizar, modificar y reparar el ambiente construido. En otras palabras: a través de la energía consumida por los procesos que alberga un edificio y a través de la energía consumida por el proceso que es en sí mismo el edificio. Se podría llamar a la primera, energía de mantenimiento (teniendo en cuenta la ambigüedad del término, ya que podría sugerir referirse a los procesos de reparación y conservación, que estarían incluidos en el siguiente término) y a la segunda, energía de construcción. Esta última ha sido estudiada en el punto 3.2 LA CONSTRUCCIÓN de este mismo capítulo, y aquí se tratará específicamente sobre la energía de mantenimiento.

Los objetivos para lograr edificios energéticamente más eficientes podrían ser los siguientes:

- [1] El edificio debe controlar las condiciones ambientales exteriores y conseguir una situación de bienestar que reduzca al mínimo las necesidades de calefacción o refrigeración adicionales, mientras que, simultáneamente, aprovecha las condiciones exteriores ventajosas para el usuario, como la iluminación y la ventilación naturales.
- [2] Los edificios deberían tener la capacidad de abastecerse de energía 'limpia' y almacenarla para poder usarla según sus necesidades.
- [3] Se deben aprovechar los ciclos energéticos existentes en el lugar, pero nunca dañarlos por sobreexplotación.

Es importante evaluar los posibles **tipos de energías** a utilizar (de manera activa o pasiva en los edificios), y las **medidas de ahorro** que se pueden proponer para reducir el consumo energético.

3.3.2 AGUA

Existen en total aproximadamente 1,400 billones km³ de agua en el mundo, de los cuales el 97.5% es agua salada y sólo el 2.5% agua dulce. Alrededor del 30% de este 2.5% consiste de aguas del subsuelo, y solamente el 0.3% proviene de aguas renovables de lagos y ríos, el resto el resto proviene de deshielos de glaciares y nevados.⁴²

Se estima que la demanda global anual de agua es de 5,000km³, de acuerdo al Banco Mundial, el consumo global de agua se duplica cada veinte años. Esto quiere decir que el agua dulce es un bien escaso. Según el Departamento de Obras Públicas de Holanda, se puede ahorrar hasta el 30% de agua en su uso doméstico, 90% en el uso industrial y 50% en el sector agrícola⁴³. Esto resultaría en una reducción del consumo de agua de 5,000 a 2,500km³.

El agua es un material necesario para la construcción, pero también es un recurso básico para la vida, por lo que su ciclo de renovación debe ser cuidado especialmente. Es importante evaluar la **proveniencia del agua** a utilizar, los sistemas e intensidades de captación del recurso, y las **medidas de ahorro** posibles en el proyecto arquitectónico.

3.3.3 RESIDUOS

*"(...) Los recursos no sólo deben ser mantenidos, sino después de usados, reciclados para su posterior utilización"*⁴⁴

La especie humana es la única en la Tierra que produce residuos sólidos, líquidos y gaseosos que pueden ser altamente tóxicos y acumularse por largos períodos de tiempo. Los residuos y la contaminación demuestran una grave ineficiencia en el sistema económico, ya que representan recursos que no están disponibles para ser usados o son nocivos. Para McDonough⁴⁵, una sociedad sostenible eliminaría el concepto de residuo.

Al igual que las estrategias para evitar la producción de residuos durante la construcción de un edificio, aquí se

proponen los siguientes criterios para el diseño con miras a reducir la generación de residuos durante la vida útil de un edificio:

[1] Para residuos sólidos:

- Diseñar en los edificios espacios para la segregación de residuos reciclables como papeles y cartones, plásticos, vidrios, tetra-packs.
- Diseñar en los edificios un espacio para fabricación de compost a partir de la recolección de los residuos biodegradables.
- Diseñar en los edificios un espacio para recolectar residuos peligrosos o de desecho especial, como pilas, baterías, aceites.

[2] Para residuos líquidos:

- En lo posible, diseñar sistemas de tratamiento de aguas residuales: tratamiento y reutilización de aguas grises, tratamiento y reutilización de aguas negras por separado.
- Diseñar circuitos de agua que reusen las aguas grises para abastecer los inodoros, siempre y cuando éstos reciban un uso constante.
- Diseñar sistemas de tratamiento del agua como las lagunas de fitodepuración, que usan los contaminantes del agua como nutrientes, por lo que filtran y procesan las aguas residuales, llegando incluso a devolverle al agua un nivel de calidad que la hace admisible para la irrigación y para consumo del ganado.

3.3.4 TRANSPORTE

La problemática de transporte es una de escala metropolitana, y es competencia de las autoridades proponer políticas de transporte público masivo. Sin embargo, a nivel de una intervención arquitectónica, se puede cuidar de no empeorar la situación, por ejemplo proponiendo usos mixtos para evitar excesivos desplazamientos, o dando la suficiente flexibilidad a la vivienda como para que pueda albergar usos de oficina, taller, comercio, etc., con la misma finalidad.

Se puede incentivar también el uso de medios de transporte lentos, proponiendo espacio de depósito de bicicletas, o también diseñando lugares por donde transitar, independizados de los ejes de transporte rápido, para que, al disociarlos del ruido y contaminación que estos últimos generan, sean más atractivos para la gente.

Otra estrategia para reducir los desplazamientos, es la de incentivar el uso de autos con energías alternativas, que sólo es posible si se habilitan lugares de recarga energética, como por ejemplo proponer espacios de carga de autos eléctricos en los estacionamientos de los conjuntos de vivienda.

3.3.5 MANUAL DEL USUARIO

“El final de la ejecución de un proyecto no es el punto final de la obra. Una vez que las maquinarias acaban su trabajo de construcción de un espacio, comienza una segunda vida del proyecto, generalmente olvidada, pero crucial a la hora de proveer de bienestar y confort al usuario.”⁴⁶

Si un edificio fue diseñado para aprovechar el sol y la ventilación natural, pero sus ocupantes no lo saben, es posible que ellos no gocen del nivel de confort esperado, y a continuación agreguen equipamiento de acondicionamiento ambiental como equipos de aire acondicionado, o calefacción. Si un edificio ha sido bien diseñado, es una lástima que por el simple hecho de no conocer su funcionamiento correcto, los usuarios no lo usen de manera óptima. Por eso se plantea como necesaria la elaboración de un manual que guíe al ocupante en cuanto al uso de los sistemas instalados –activos y pasivos- y al mantenimiento adecuado de la edificación, con el objetivo de aprovecharlo de la manera más eficiente posible, y de alargar su vida útil. De esta manera, los flujos de energía y materiales serán los menos posibles.

3.4 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El uso convencional de los materiales y los edificios es de un flujo lineal, *unidireccional*, de *no renovación* en términos de Yeang, *de la cuna a la tumba* en términos de McDonough. Esto conduce a una transformación lineal de los recursos en residuos, con un período intermedio de uso relativamente corto. La extracción de recursos significa un problema de capacidad productiva y renovabilidad de los mismos; la emisión de residuos plantea grandes problemas de evacuación, asimilación y contaminación. Los edificios deben ser evaluados en función de su impacto ambiental, durante todo su ciclo de vida.

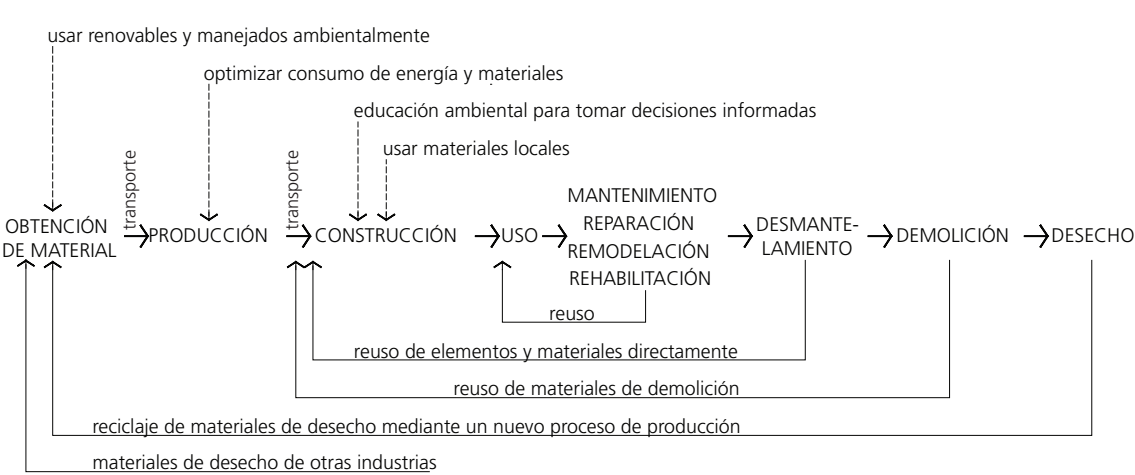
El análisis de ciclo de vida de un edificio consiste en un análisis del impacto generado: la elección de materiales que constituyen la edificación (con sus respectivos impactos ambientales) y el consumo de recursos (energía, materiales) y generación de residuos (contaminación, calor, basura) resultantes de las acciones de construcción, mantenimiento, uso, renovación y remodelación. [ANEXO 2]

Es necesario pensar en un diseño que: calcula sus impactos indirectos en el medio ambiente por los materiales que utiliza; prevé el ciclo de vida de los componentes del edificio; y permite la adaptabilidad y flexibilidad del mismo para alargar lo más posible su ciclo de vida.

Cada material tiene un ciclo de vida útil, después del cual es necesario reemplazarlo e idealmente procesarlo a través del reciclaje para, con un menor gasto energético y de materiales, obtener un nuevo producto. Los edificios están compuestos por materiales con diferentes ciclos de vida cada uno, y por ello necesitan ritmos de mantenimiento diversos: necesitan poder desensamblarse, permitiendo reemplazar con más facilidad los materiales o elementos más deteriorables.

Las ciudades, a su vez, están compuestas por edificios de diferentes épocas y en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida. De la misma manera que en edificios y casas, con una escala diferente en cuanto a espacio y tiempo, las ciudades sustituyen las partes que las componen a medida que la vida útil de éstas se agota. A pesar de ser éste el proceso normal de las ciudades y sus elementos, la proyectación arquitectónica lo considera como un evento excepcional y no previsto. *“El proyecto debe dar al edificio la capacidad de des-componerse que haga posible todas las sustituciones esenciales para su conformación y funcionamiento.”*⁴⁷ En otras palabras, al diseñar para el desensamblaje independiente de los elementos de un edificio, se permite prolongar la vida del mismo, y utilizar de manera óptima los elementos constructivos, reemplazando sólo lo necesario y generando la menor cantidad de residuos en el proceso.

Todos los materiales se pueden catalogar de acuerdo a la duración de su ciclo de vida, a la energía utilizada en su producción y al impacto posterior que cada uno ocasione en el ambiente, dependiendo éste último de si el material, al cumplir su ciclo de vida útil, sea reusado, reciclado o simplemente convertido en residuo. *“Si el proyectista consigue cerrar cíclicamente el circuito constituido por las secuencias del modelo de uso –recurso natural/producto/usuario/otra fuente de recurso- de tal manera que un elemento ya utilizado sea devuelto nuevamente al circuito, entonces podrá decirse que está muy cerca de la solución ideal.”*⁴⁸



Con esta visión, el objetivo del ahorro de recursos puede ser contemplado, en su sentido más amplio, como el esfuerzo para hacer que un proceso sea cada vez más cíclico.

Esto implica una evaluación necesaria de los elementos constructivos elegidos para una edificación, ya que cada uno de ellos tiene un impacto en este flujo de recursos y puede incidir en la conversión de los flujos lineales en cíclicos, y en reducir el impacto de los mismos en cada una de sus etapas (extracción de materias primas, producción, energía incorporada, transporte, tiempo de vida útil, desuso, reuso, reciclaje o desecho, capacidad de ser asimilado por el ambiente, inocuidad hacia el medio ambiente).

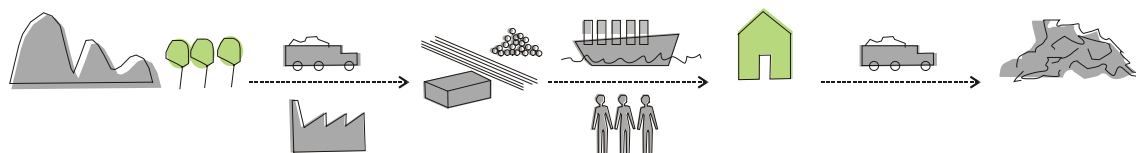
Dado que la extracción y la elaboración de los recursos materiales y energéticos para el medio edificado comportan impactos ambientales, el proyectista debe ser consciente en la elección de materiales empleados como insumos, tomando en cuenta los siguientes criterios: la **proveniencia** y transporte de los materiales utilizados; su **impacto 'de la cuna a la tumba'** en función a sus formas de extracción, transformación y desecho de sus materiales (de acuerdo a su capacidad de ser reusado, reciclado o biodegradado) y a su energía incorporada; a las posibilidades de **mantenimiento y recambio** de elementos y piezas del edificio; y a la **flexibilidad** del mismo, como cualidad que le permite subsistir en el tiempo, adaptándose a los cambios de usos. [ANEXO 2]

3.4.1 PROVENIENCIA DE LOS MATERIALES

El proyecto sostenible debe reconocer que cualquier actividad constructiva comporta, además de cambios en el entorno local, desplazamientos espaciales, gastos energéticos y contaminación por el transporte de materiales desde el lugar de extracción hasta el de uso final. Los costos ambientales serán mayores mientras mayor sea la distancia de proveniencia.

Fijar un límite de distancia de proveniencia de los materiales suele ser uno de los criterios para la elección de los mismos, en proyectos que buscan reducir su impacto ambiental. Algunos estudios sobre el impacto de los materiales de construcción llegan a clasificarlos como locales, regionales, o globales, según el lugar de producción con relación al lugar de uso, priorizando los materiales locales a los globales, justamente por comportar un menor costo de transporte.

3.4.2 IMPACTO DE LA CUNA A LA TUMBA



Al ciclo convencionalmente lineal de uso de recursos, McDonough lo ha llamado metafóricamente 'de la cuna a la tumba', y propone contraponerle un flujo 'de la cuna a la cuna', que implica el reusar o reciclar los recursos para volver a usarlos de manera cíclica, alargando su ciclo de vida, modificando el flujo lineal y contribuyendo a reducir el impacto ambiental. Siguiendo con la metáfora, convertir la 'tumba' en una nueva 'cuna'.

Un impacto muchas veces no contabilizado por la arquitectura y la construcción es el del uso indirecto de suelo: no el del emplazamiento de un edificio sino el necesario para la **extracción** de la materia prima y la **fabricación** de los materiales de construcción. Las minas y canteras de donde provienen los materiales pueden causar la inaceptable pérdida y contaminación de áreas naturales y poblaciones; la extracción de la fina capa de tierra fértil de los frágiles valles para la manufactura de adobes o ladrillos los pone en serio peligro. Las otras etapas a considerar del material, y por extensión del edificio, son la etapa de su **vida útil** y, al momento del fin de la vida útil, sus procesos de **reuso, reciclaje o eliminación**.

Al alargar el ciclo de vida de un recurso, mediante su reprocesamiento y reinserción a una nueva vida útil, la energía incorporada relativa a ese tiempo de uso efectivo se ve reducida significativamente. En un reprocesamiento de materiales se reducen también costos energéticos en transformación, mano de obra y transporte, y se emite menor contaminación al ambiente.

Como criterio para la elección de los materiales, el concepto de **energía incorporada** es útil. Los términos energía incorporada o energía gris se refieren a toda la energía necesaria para extraer, refinar, transformar y

utilizar los materiales.⁴⁹ Existe energía incorporada en todos los productos procesados, desde un vaso hasta un auto. En estos términos, las edificaciones representan una enorme inversión de energía. Cada edificio es una compleja combinación de muchos materiales procesados, cada uno de los cuales contribuye al total de energía incorporada del edificio.

La energía requerida para extraer y procesar la materia prima para un componente individual, así como la energía usada para transportar el producto terminado a la obra e instalarlo, toda forma parte del costo energético incorporado en la estructura final. Incluso la energía utilizada en mantener los componentes del edificio y finalmente retirarlos y reciclarlos o desecharlos al final de su vida útil, forma parte de la ecuación de energía implícita para un material de construcción en particular. Este concepto resalta los altos costos energéticos de materiales pesados, como piedra, agregados, ladrillo, concreto, y los altos costos de producción de materiales ligeros, como el aluminio o PVC.

Muchas personas ya están familiarizadas con el concepto de mejorar la eficiencia energética de los edificios reduciendo el uso de energía en operarlo. Comparativamente, se ha puesto poco interés en reconocer o reducir la energía incorporada en estas estructuras. Y a medida que la energía operativa o energía de uso es menor, la energía incorporada tiene un porcentaje cada vez mayor del total de energía que usa el edificio. El input de energía necesario para extraer, transportar y producir materiales de construcción, más la energía usada en el proceso constructivo, pueden sumar una gran parte de los requerimientos energéticos durante todo el ciclo de vida de un edificio energéticamente eficiente.

La cuantificación de la energía incorporada, para cualquier material en particular, es una ciencia inexacta, que requiere de una mirada amplia a todo el proceso de producción y uso, y con un gran número de variables potencialmente significativas. Por ello, la complejidad de los cálculos de energía implícita es frustrante incluso para los científicos, y es muy fácil que el individuo, constructor, o diseñador se desanimen al no poder obtener datos o cifras exactas. Es posible, sin embargo, tomar decisiones informadas sobre qué tipo de materiales utilizar de acuerdo a la energía incorporada aproximada, sin la existencia de datos precisos. Además de las consideraciones sobre el impacto de fabricación y uso del material, es necesario agregar consideraciones sobre el fin de su vida útil: sus posibilidades de **reuso o reciclaje** -y con ello extender su vida útil- o su **eliminación**.

Para los productos que pueden ser fácilmente reusados, la prioridad será durabilidad y un largo período de vida útil; para los productos que no se pueden reusar con facilidad, el requisito será una relativamente rápida biodegradabilidad. Para ambos, es un requisito la no toxicidad –tanto para los usuarios como para el medio ambiente- de sus componentes. Y finalmente, para todos los materiales, el reciclaje es una solución que resuelve tanto el tema de recursos (materiales, energéticos) limitados, como el de producción de residuos.

Hay algunas reglas generales y de sentido común que pueden aplicarse para el uso de materiales, en cuanto a su impacto:

La energía incorporada de materiales reciclados es generalmente menor que la contenida en materiales nuevos. El reciclaje usa poca energía en obtener la materia a reciclar. A pesar de requerir transporte, limpieza y clasificación, esto frecuentemente implica mucho menos energía que la producción con materia prima desde su extracción.

Reusar edificios completos o reusar materiales reduce la cantidad total de energía incorporada aun más que al usar materiales reciclados. A pesar de que reusar materiales (o edificios) implique la limpieza y reparación de los mismos, representa una manera de ahorrar sustancialmente en el consumo de energía.

La energía incorporada puede ser rebajada reduciendo la energía requerida en cualquiera de las etapas de producción. Por ejemplo, la energía gris de la madera se reduce en gran parte si se deja secar al aire en lugar de secarse en horno. Incluso si la madera es talada, aserrada y transportada de la misma manera, la que es secada al aire tiene sólo un tercio de la energía incorporada de la secada en horno, medido en millones de Btu por pie².

Esoger materiales durables y de larga vida, especialmente aquellos que requieran de poco mantenimiento, tiende a una energía incorporada menor que la de los materiales desechables o de corta vida. A pesar de que los materiales menos durables puedan no involucrar mucha energía para su producción, la necesidad de repararlos o reemplazarlos frecuentemente, junto con la necesidad de desechar el producto una vez retirado del edificio, resulta en una energía incorporada más alta a lo largo de la vida del mismo.

Diseñar edificios para que tengan un período largo de vida, con un mantenimiento fácil y flexibilidad para adaptarse a necesidades cambiantes

Usar materiales locales o tradicionales, que además de los bajos costos energéticos, usualmente tienen procesos

con menor gasto energético que los materiales de construcción convencionales.
construir edificios e infraestructura con materiales locales y de bajo consumo de energía donde sea posible

3.4.3 MANTENIMIENTO Y RECAMBIO DE ELEMENTOS

Es importante tener en cuenta, durante el diseño de un edificio, que su vida útil depende en cierta medida de cómo se organizan sus procesos de mantenimiento y recambio de elementos. Para ello, es necesario entender los sistemas del edificio, cómo se organizan y complementan, y cómo los diferentes elementos tienen diferentes cuidados, diferente tiempo de vida, diferente forma de mantenimiento. El pensar en los materiales como elementos independientes que conforman un sistema constructivo, permite su recambio por separado sin desechar inútilmente partes todavía en funcionamiento, evitando la producción excesiva de residuos durante la vida del edificio. Esto implica un diseño constructivo que contemple un fácil desensamblaje y priorice elementos de poco mantenimiento y larga durabilidad.

3.4.4 FLEXIBILIDAD

La cualidad de un edificio de ser flexible en el tiempo, de aceptar y acomodarse a diferentes usos y costumbres, le permite alargar su tiempo de vida considerablemente. Un edificio construido con un uso específico y que no puede ser adaptado a nuevas funciones, será demolido, y en su lugar se construirá otro. Este proceso genera gastos enormes de energía, materiales, tiempo, produce impactos directos e indirectos de construcción, genera alteraciones ambientales, etc. Por el contrario, un edificio con capacidad de adaptación evitará todo esto, albergando en su interior las diferentes actividades requeridas a lo largo del tiempo. Así, una determinada cantidad de energía e impactos generados para su construcción se reparten en un lapso de vida más prolongado, mientras en el primer caso se acorta este lapso y se vuelven a generar impactos negativos de la misma magnitud.

4 DEL OBJETO ARQUITECTÓNICO COMO LUGAR HABITABLE

[4-4: ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA EL HABITAR]

4.0 SOBRE LA CALIDAD DEL HABITAR

La OMS define la salud como *un estado de **bienestar** físico, mental y social total y no simplemente como una ausencia de enfermedad*. La sensación de confort es la expresión del bienestar de un individuo en relación con su entorno.

Un lugar habitable –que no es lo mismo que un lugar simplemente habitado–, debe ofrecer a sus usuarios esa posibilidad de bienestar fisiológico, psicológico y social, y por lo tanto, la sensación de confort que lo evidencia. Este título se focaliza en la capacidad de los espacios construidos –exteriores o interiores– de ofrecer ese bienestar, tanto físico como psicológico y social, que nos permite vivir saludablemente, tanto a los seres humanos como por extensión a todos los ecosistemas que conforman nuestro entorno.

Así como es evidente que no son los mismos elementos los que condicionan un ambiente natural que uno urbano, también es evidente que no se pueden medir con los mismos criterios las condiciones de confort o bienestar al exterior que al interior de un edificio. Principalmente, porque los elementos que caracterizan el clima o el ambiente del espacio exterior –radiación directa, vientos, precipitaciones– son exactamente los que quedan excluidos, o al menos controlados por el edificio. Por lo general, las condiciones ambientales son más estables al interior de los edificios que en los espacios abiertos, sobre todo en climas extremos.

Además, en la percepción de cada tipo de ambiente influyen también la manera de vestirse (sobre todo en climas extremos en los que el interior de los edificios climatizados ofrece una mayor diferencia con el exterior) y el tipo de actividad que se realiza, por ejemplo correr al aire libre o trabajar en un escritorio al interior.

Por estas grandes diferencias de condiciones ambientales y de la predisposición del habitante a la percepción de las mismas, y para efectos de estudiar los criterios con los que se obtiene un ambiente de calidad y capaz de ofrecer bienestar, es necesario primero hacer la diferencia entre ambientes exteriores e interiores.

4.1 CALIDAD DEL AMBIENTE EXTERIOR

*"La ciudad puede que haya dejado de ser protección (geografía), mercado (economía) o escenario en el que se lleva a cabo la lucha por la vida (historia), pero es todavía el lugar, o al menos así lo entiendo, en que sentir la proximidad, la presencia de los otros, y esto es algo de lo que nunca se podrá prescindir ni olvidar."*⁵⁰

Las personas, estando al exterior, son más flexibles y permiten un mayor rango de variaciones ambientales para considerar encontrarse en una situación de confort, cosa que no sucede cuando se encuentran al interior de los edificios. En otras palabras, existe un factor de adaptación psicológica al medio ambiente que es mucho más marcado cuando el habitante se encuentra en un espacio exterior que en uno interior. Hay también una predisposición a aceptar y adaptarse a las condiciones climáticas de la estación.

Muchas situaciones teóricas de falta de confort cuantitativo en espacios exteriores (altas o bajas temperaturas, exposición a la radiación o al viento, etc.) son aceptadas con gusto por el o los sujetos porque se trata de opciones personales sin ninguna obligación: descansar al aire libre, hacer algún deporte, encontrarse con amigos, etc.

En general, para el ambiente exterior, a diferencia de los enfoques sobre el ambiente interior, las condiciones ambientales no-neutrales, con la posibilidad del usuario de adaptarse, ofrecen una mayor satisfacción. Por ello, no se debe ver la falta de neutralidad térmica como una situación de falta de confort, sino como la posibilidad de adaptarse a su entorno. *Se trata de abandonar la idea de un confort inmutable por la de un confort cambiante, dinámico, adaptado.*⁵¹

Los ambientes urbanos exteriores deben ser pensados para sus usuarios, especialmente los peatones, quienes experimentan el espacio exterior sin la mediación de un vehículo (desde el cual la percepción es totalmente distinta y el tiempo de paso muy reducido como para considerarlos en este caso). Es necesario, entonces, tener en

cuenta el espacio que puede ser recorrido por un peatón. La velocidad promedio de un caminante adulto es de 1.3m/s. Circular a pie es posible idealmente una distancia de hasta 2Km -y en bicicleta de hasta 5Km- pero rara vez un peatón sobrepasa los 300m sin una motivación importante.

Para evaluar la calidad de un ambiente exterior, podemos considerar dos tipos de variables: las cualitativas y las cuantitativas: Todos los criterios que conforman un **ambiente urbano psicológica y socialmente saludable** ([1] relación del edificio con el entorno, [2] espacios que permitan el uso, la integración, la diversidad, [3] relación con los valores culturales locales actuales, memoria colectiva) son criterios cualitativos; las características de un **ambiente urbano físicamente saludable** pueden ser cuantitativas (calidad del aire) o cualitativas ([1] integración y manejo de elementos naturales, [2] integración de especies naturales apropiadas, [3] tratamiento de superficies) y las **condiciones de confort urbano**, como parámetros registrables, son condiciones cuantitativas (temperatura, humedad, vientos, acústica).

El factor cultural tiene una importante influencia en la forma de percibir una situación o un determinado espacio construido: dos individuos de diferentes culturas tendrán una percepción diferente del entorno, y por lo tanto un comportamiento distinto. Pero no sólo el factor social y cultural influye, sino también un factor subjetivo: cada interpretación y forma de aprehensión del entorno es una lectura particular, de acuerdo a las experiencias vividas, a la edad, al estado anímico, a las memorias, etc.

Para efectos de análisis, se hará una reflexión por separado de cada uno de estos criterios a continuación, pero es importante remarcar que todos deben ser entendidos como un conjunto que interactúa y que es percibido de manera global por el usuario, por lo que la calidad de un espacio radica en la interacción y coherencia de estos estímulos sensoriales, y no en la sumatoria de los mismos.

4.1.1 AMBIENTE URBANO PSICOLÓGICA Y SOCIALMENTE SALUDABLE

[1] relación del edificio con el entorno

El espacio urbano se debe concebir en función del uso y las actividades posibles, el tiempo en el que se usa y las condiciones climáticas probables.

Los espacios intermediarios constituyen un vínculo y a la vez una transición entre el espacio privado y el colectivo, de uso público. Estos espacios pueden ser un filtro de las condiciones exteriores hacia el interior, pero también tienen la capacidad de generar una relación estrecha entre edificio y ciudad, espacio público, conforman el zócalo urbano, dan lugar a interacciones sociales

La conformación del zócalo urbano es una condición importante para un espacio público, ya que determina los bordes de este espacio y su dinamismo e interacción con los elementos arquitectónicos que lo delimitan. Una calle cuyos bordes son puertas de estacionamientos de vehículos limita la interacción social; un edificio sin aberturas hacia el espacio urbano niega su relación con la ciudad.

El espacio público agradable tiene generalmente una cierta continuidad en sus condiciones ambientales. Es más difícil para el habitante adaptarse a cambios abruptos en las condiciones del entorno que aceptar situaciones a las que se acostumbra poco a poco –sobre todo cuando se trata de alejarse del campo de confort⁵²-, por ejemplo niveles de ruido, niveles de luminosidad, intensidad del viento o cambios de temperatura. Los espacios de transición entre interior y exterior ayudan a que los cambios sean menos bruscos.

[2] espacios que permitan el uso, la integración, la diversidad

La propuesta de un paisaje urbano que incluye cierta diversidad es mejor aceptada por el ciudadano que un espacio monótono y de características monótonas. Los espacios que tienen por ejemplo zonas soleadas y con elementos de sombra son mejor aceptados y por lo tanto más utilizados –en el transcurso del día y a lo largo del año) que los que ofrecen una sola condición ambiental. Galerías, elementos cortavientos, elementos de sombra, etc. ofrecen esta gama de variaciones que dan diversidad a un espacio exterior.

La diversidad cobra más importancia para la calidad del espacio exterior que la búsqueda de las condiciones óptimas de confort fisiológico. Es mejor dar a los usuarios una variedad de condiciones a elegir, de acuerdo al uso, la época del año y las preferencias de cada uno. Esta posibilidad que tiene el habitante de elegir entre la diversidad de condiciones del ambiente, ayuda a crear una mayor sensación de confort. Según estudios de

confort térmico europeos, la parte soleada del espacio exterior debe comprender entre el 20% y el 80% de la superficie del mismo.⁵³

Existen propuestas de estudio del espacio público a partir de mapas microclimáticos, que definen zonas de "calma y sol", "calma y viento", "sombra y calma" y "sombra y viento".⁵⁴

Algunos elementos o configuraciones urbanas pueden influenciar la sensación de seguridad, como las dimensiones del espacio exterior: cuando un espacio es muy profundo (el dejar de distinguir objetos o personas a lo lejos) o muy angosto, sin otros espacios que lo atraviesen, acrecienta la sensación de inseguridad del peatón.

Es importante ofrecer la posibilidad de irse de dicho espacio cuando alguien así lo desee, ya sea por calles a otras direcciones o a establecimientos públicos como tiendas, cafés, restaurantes, que son a la vez elementos subjetivos de sensación de seguridad y agentes activos de control social.

Otra cualidad urbana importante es la diversidad social, la convivencia de diferentes condiciones sociales, diferentes edades, diferentes capacidades en un mismo lugar.

[3] **relación con los valores culturales locales actuales, memoria colectiva**

Para que un espacio colectivo tenga sentido, es necesario tomar en cuenta los factores históricos, culturales y estéticos del lugar. Capturar situaciones, acciones, momentos particulares de dicho lugar y resaltarlas le da al espacio una cualidad significativa y la vez logra una identificación directa y apropiación del espacio público por sus habitantes.

*"En un medio real, sólo hay identidades en relación a otras identidades."*⁵⁵ El habitar siempre es simultáneamente local y global, individual y colectivo, pasado y presente.

4.1.2 **AMBIENTE URBANO FÍSICAMENTE SALUDABLE**

[1] **integración de elementos naturales**

Hay muchos elementos naturales que se insertan normalmente en un ambiente exterior, para empezar, los elementos climáticos como los rayos del sol, la brisa, o simplemente el contacto directo con el cielo. Otros, como la vegetación o la lluvia, nos remiten también al carácter cíclico de los elementos naturales. Todos son importantes y su coherente integración a los espacios exteriores nos relaciona directamente a nuestro hábitat natural, nos vincula a los ecosistemas que nos sostienen.

Existen muchos estudios que demuestran que los elementos naturales son beneficiosos para el ser humano. Por ejemplo, el ojo humano está adaptado mejor a la luz natural que a la artificial. La adaptación del ser humano del paso del exterior a un espacio interior es dos veces más rápida si el interior está iluminado naturalmente.⁵⁶

Otras investigaciones comprueban que la existencia de vegetación es un elemento esencial para el bienestar del ser humano, que evita malestares y ayuda a una más pronta recuperación de las enfermedades. La reincorporación y regeneración de grandes áreas verdes en las ciudades, como parques metropolitanos, es un aporte a la calidad de vida urbana.

Desde la acústica, los estudios demuestran también que las personas prefieren los sonidos naturales, como el generado por el agua, que los artificiales, como los de los vehículos u obras de construcción. Los sonidos humanos (voces, risas, juego de niños, música en vivo) son considerados placenteros o neutros.⁵⁷ El enmascaramiento de ruidos con el sonido del agua de una fuente, o las hojas de los árboles es una buena técnica para alcanzar un ambiente sonoro agradable.⁵⁸

[2] **calidad del aire**

Una quinta parte de la humanidad vive en lugares donde el aire que se respira no es bueno⁵⁹, caso muy frecuente en las grandes ciudades. La contaminación atmosférica procede de una serie de fuentes, desde fábricas de cemento, refinerías de petróleo y metales, centrales eléctricas y aviones hasta los vehículos motorizados que emiten gases, son los causantes de la polución del aire, del efecto invernadero, de las islas de calor de las ciudades y de muchas enfermedades respiratorias crónicas.

A nivel global, las edificaciones son responsables de aproximadamente la mitad de la emisión global de dichos



Fuente: QUINO. Bien, gracias ¿y usted? 1976

gases. La energía gastada en el mantenimiento de edificios, que proviene de fuentes fósiles, es el principal productor de CO_2 , el gas más importante entre los que ocasionan este fenómeno. Las emisiones de CO_2 han ido en aumento desde la revolución industrial, y continúan incrementándose a pesar de acuerdos como los de Río o Kyoto. Otros contaminantes del aire son el monóxido carbónico, el plomo, los óxidos de nitrógeno, el ozono, las partículas de materia, el dióxido sulfúrico y el radón, y a esto se le suman la contaminación sonora y lumínica.

El monóxido carbónico (**CO**) es un gas incoloro e inodoro que se forma cuando el carbono de los combustibles no es quemado por completo. Es uno de los componentes emitidos por vehículos y motores. En las ciudades, del 85 al 95% de todas las emisiones de CO provienen de vehículos de combustión, debido generalmente a las congestiones de tránsito, problema que atañe a arquitectos y urbanistas. Los niveles más altos de CO se registran durante los meses más fríos del año, cuando el fenómeno de inversión térmica es más frecuente: la contaminación se queda atrapada cerca al suelo, entre una capa de aire caliente. El monóxido carbónico tiene efectos negativos en la salud de los seres vivos ya que reduce la cantidad de oxígeno que llega a los órganos del cuerpo.

El **plomo** es otro agente contaminante del aire, cuyos niveles se han visto reducidos en gran cantidad, debido principalmente a la reducción de emisiones de automóviles. Hoy en día son las plantas de procesamiento de metales las mayores responsables de la emisión de plomo en el aire. Los más expuestos a los efectos del plomo son las personas, los animales y los peces al aspirarlo, ingerirlo en la comida, el agua, el suelo o el polvo. El plomo se acumula en la sangre, huesos, músculos y grasa.

Los óxidos de nitrógeno (**NO_x**) son el grupo de gases altamente reactivos que contienen nitrógeno y oxígeno en cantidades variables. Muchos son incoloros e inodoros, sin embargo, el dióxido sulfúrico (**NO₂**) se puede ver sobre muchas áreas urbanas como una niebla marrón-rojiza. Los óxidos de nitrógeno se forman al quemar combustibles a altas temperaturas, como en el proceso de combustión. Las principales fuentes son vehículos de motor, plantas eléctricas y otras fuentes industriales, comerciales y residenciales a combustión. NO_x y NO₂ reaccionan con otras sustancias en el aire y forman ácidos que caen a la tierra con la lluvia, como niebla o partículas secas. Pueden ser transportadas por el viento miles de kilómetros. NO_x reacciona con el amoníaco, la humedad y otros compuestos, formando ácido nítrico, que es perjudicial para la salud; también deterioran la calidad del agua, haciéndola inviable para muchos peces, acelerando la eutrofización; el óxido nitroso, un miembro de los NO_x, es uno de los gases que causan el efecto invernadero.

El ozono (**O₃**) a nivel superficial es un contaminante del aire que causa problemas de salud humana, daña cultivos y plantas y es un ingrediente clave del smog urbano. A nivel del suelo, el ozono se crea por una reacción química entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos volátiles orgánicos (VOC) en la presencia de calor y luz solar. Éste tiene la misma estructura que el ozono que está a kilómetros de la Tierra, pero mientras el que se encuentra en la estratósfera forma una capa que protege la vida, el superficial es considerado 'malo'. Las emisiones de los vehículos, industrias, vapores de gasolina y solventes químicos son las mayores fuentes de NO_x y VOC, que ayudan a la formación de ozono, y es conocido como el contaminante del aire del verano, porque se ocasiona por un clima cálido y luz solar. Tiene efectos negativos en los hombres, plantas y ecosistemas: interfiere con la capacidad de las plantas de producir y almacenar alimentos, lo que las hace más susceptibles al clima, enfermedades, insectos y a otros contaminantes.

El dióxido sulfúrico (**SO₂**) pertenece a la familia de los óxidos sulfúricos (SO_x), gases que se disuelven fácilmente en agua. Los gases SO_x se forman al quemar un combustible que contenga azufre, como el petróleo crudo o el carbón, al extraer la gasolina del petróleo, o al refinar metales. El SO₂ se disuelve en el vapor de agua y forma ácidos, e interactúa con otros gases y partículas y forma sulfatos y otros productos dañinos para las personas y su medio ambiente. Una fuente de SO₂ son las plantas industriales que derivan sus productos de materias primas como ore metálico, carbón y petróleo, como refinerías de petróleo, fábricas de cemento e industrias de producción de metales, aunque el mayor agente productor de estos gases son las plantas eléctricas, especialmente las que queman carbón.

La calidad del aire urbano se define en función de la composición de estos gases y partículas en suspensión presentes en la atmósfera. Es posible medir de manera cuantitativa en un ambiente exterior la calidad del aire y deducir los efectos en la salud de los ciudadanos comprobados por numerosas investigaciones médicas.

4.1.3 CONDICIONES DE CONFORT URBANO

En cuanto a los parámetros que pueden ser medidos de manera cuantitativa en un ambiente exterior, se distinguen: las características acústicas, la temperatura, la humedad, la radiación y el viento. A estos se les puede sumar otras dos condiciones, de carácter cualitativo: el soleamiento y la protección de la intemperie.

La temperatura, la humedad, la radiación y el viento son los principales parámetros climáticos que influyen en el confort térmico del ser humano, junto con otros dos factores de confort: la vestimenta y la actividad realizada, factores que modifican sustancialmente la percepción del microclima.

[1] criterios cuantitativos de confort térmico al exterior

De los diversos métodos elaborados para evaluar el confort térmico exterior, se ha seleccionado aquí un método simplificado clásico, que ha sido puesto a prueba en estudios tanto sobre espacios interiores como en espacios exteriores. Este método es el gráfico bioclimático de Olgyay.

El gráfico bioclimático de Olgyay (1963) es un método gráfico simplificado cuya ventaja es ser de muy rápida aplicación. Sirve para comprender la interacción de los parámetros climáticos, poder aproximarse a las condiciones de confort y plantear estrategias generales de diseño. [ANEXO 1]

Los gráficos psicrométricos son usados convencionalmente para calcular la aplicación de sistemas activos de calefacción y aire acondicionado, pero se pueden usar también como apoyo del diseño de sistemas de acondicionamiento pasivos, como base de los gráficos de confort, en los que se determina un área de neutralidad térmica, e incluso se puede graficar los potenciales efectos de las estrategias de diseño pasivo aplicadas a la edificación. Estos efectos se basan en un conjunto de suposiciones propuestas por Olgyay y Szokolay, quienes extienden el área de la ‘zona de confort’ basándose en su capacidad de moderar los efectos del clima.

[2] criterios cualitativos de confort térmico al exterior

Además de los datos cuantitativos sobre el confort térmico, es importante considerar las cualidades del espacio que permiten y favorecen el buen uso del mismo. Información sobre el soleamiento, los elementos generadores de sombra, y la protección de la intemperie son condiciones claves para el desarrollo de un espacio vital.

4.2 CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

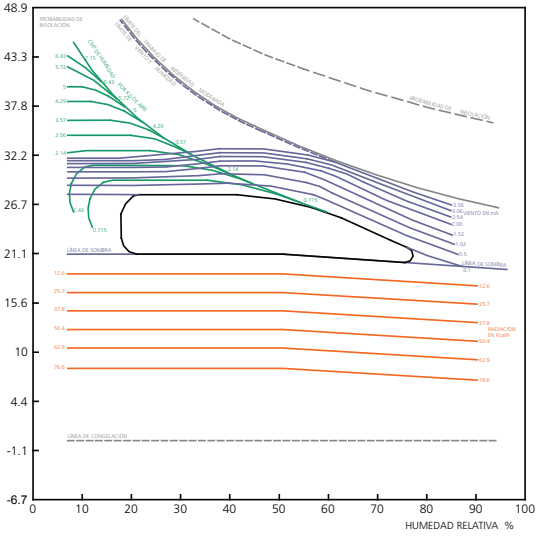
La función clásica de la arquitectura como “manejo de los elementos naturales” no ha dejado de ser necesaria. (...) El control de los climas de la arquitectura, hoy como siempre, depende más de sus formas básicas que de las complejidades tecnológicas añadidas.⁶⁰

4.2.1 CONDICIONES DE CONFORT

Es importante aclarar que este estudio no está a favor de un planteamiento de neutralidad en los ambientes interiores, según el cual, durante todo el año, en cualquier lugar, y para cualquier tipo de actividad y usuario, los edificios deben ofrecer la situación teóricamente óptima de ambientes térmicamente neutros, acústica, visual y olfativamente aislados.

“Está demostrado que la variabilidad en el tiempo de los parámetros es un factor positivo en el confort de las personas.”⁶¹ La variación temporal de los parámetros térmicos, acústicos y lumínicos es importante. Los ambientes dinámicos, asociados al uso de las energías naturales, admiten rangos de confort mucho más amplios que los ambientes estáticos. Los ambientes interiores que permiten una manipulación y adaptación por el usuario tienen unos márgenes de confort de sus usuarios de hasta el doble que los de ambientes estáticos.

Se propone aquí cambiar de enfoque, y pasar del puramente objetivo, cuantitativo y científicamente medible, a uno más humano, de relaciones, vínculos y contactos. Uno que entienda los límites de la arquitectura como filtros más que como barreras. Un ambiente interior debería dejar de ser evaluado de manera absoluta y estática, y pasar a ser evaluado de manera relativa a las condiciones exteriores simultáneas, y comprendido en el tiempo y en el ciclo estacional que le corresponde.



La comodidad, la percepción lumínica o acústica, la sensación estética, son factores aprendidos. Existe una aclimatación cultural del habitante local⁶², y una adaptación fisiológica a las estaciones; existe una necesidad del ser humano de vincularse con su entorno, oír los sonidos a su alrededor, ver lo que está escuchando, oler lo que está viendo.

Sin embargo, es importante mantener las condiciones ambientales de los ambientes interiores dentro de un rango estable y confortable, para evitar generar situaciones de malestar debido a cambios bruscos, condiciones extremas o contrastes muy fuertes.

[1] Confort térmico

La teoría del confort adaptativo dice que, además de los 6 parámetros para el confort térmico considerados por Fanger –temperatura del ambiente, temperatura de las paredes (de acuerdo a su capacidad térmica), humedad relativa del aire, velocidad del aire, la vestimenta y el metabolismo- existen dos aspectos más a ser tomados en cuenta: la adaptación climática y la capacidad de interacción. La adaptación climática puede darse en diferentes niveles, desde cambios de comportamiento según el tiempo, hasta cambios fisiológicos⁶³ –el cuerpo reacciona a las condiciones del ambiente exterior y modifica, en un lapso de días o semanas, la temperatura de la piel o el nivel del metabolismo, para adaptarse al clima- y psicológicos –está demostrado que las personas tienen una mayor tolerancia cuando tienen control sobre su ambiente, pueden modificar las condiciones de sol, sombra, movimiento de aire, etc. En otras palabras, cuando tienen la capacidad de interactuar.

En otras palabras, al interior de los edificios la sensación de confort térmico se ve influenciada, de manera similar que al exterior, por: [a] factores subjetivos como: factores fisiológicos (edad, sexo, herencia, etc.) factores personales (la vestimenta) y factores sociales (el tipo de actividad, la aclimatación cultural); y [b] los factores climáticos: la **radiación solar**, la temperatura, la humedad relativa, y el **movimiento del aire**, y finalmente [c] el factor de ocupación: la cantidad de usuarios, y el equipamiento necesario, quienes a su vez son fuentes que emiten calor al interior del espacio.

Los factores del clima exterior son controlados por la mediación del proyecto arquitectónico y sus elementos integrantes, por ejemplo, dejando pasar o no la radiación directa, o almacenando calor de acuerdo a la capacidad térmica de los materiales, generando sombras, o ventilando, todo esto teniendo en cuenta los otros factores explicados arriba, las características de sus ocupantes, el uso y las actividades realizadas.

Si los edificios sirven de protección de las condiciones climáticas del lugar, sería lógico afirmar que los edificios deberían asegurar, sin ningún consumo energético, un confort al menos equivalente al del exterior.⁶⁴ Es decir, los ambientes interiores no deberían ser más calientes en verano, ni más fríos en invierno, que el ambiente exterior.

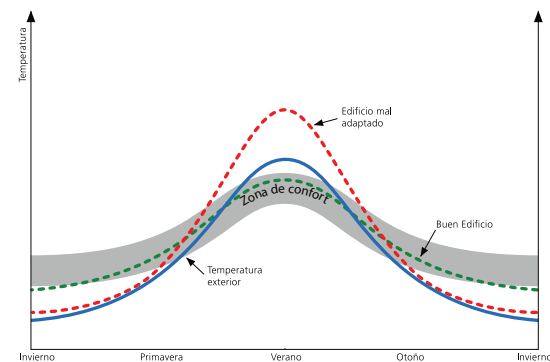
En lo que respecta al confort térmico, se propone empezar la etapa de diseño con la utilización del gráfico de confort de Olgay ya visto en el espacio exterior, y que permite determinar rápidamente las necesidades del lugar, según sus parámetros de temperatura y humedad, y definir posibles estrategias de diseño.

[2] Confort acústico

*Está demostrado que las sensaciones sonoras actúan sobre nuestro bienestar, no sólo directamente, sino también modificando, con frecuencia de manera negativa, nuestras sensaciones térmicas, lumínicas, o de otro tipo.*⁶⁵

Los sonidos en espacios interiores pueden mejorar o empeorar de acuerdo a los acabados y formas de los elementos de cerramiento, o de acuerdo a la forma y proporción de los espacios que los contienen. Esta capacidad de la arquitectura de interactuar con el sonido, de reforzarlo, corregirlo, enriquecerlo, es la visión positiva del sonido en la arquitectura. La visión negativa es asumir la acústica de la arquitectura como una simple protección contra el ruido.

Al margen de la definición en términos físicos del sonido, podemos catalogar como *ruido* cualquier sonido no deseado. Es decir, desde un punto de vista psicológico, la falta de utilidad para un sujeto de un sonido, puede convertirlo –aunque se trate de uno puro- en ruido. La atención inconsciente del individuo, excitada por la información recibida a través de un sonido que no le interesa, convierte dicho sonido en molesto, aunque su nivel de intensidad sea bajo.



Temperatura en las edificaciones a lo largo del año. Fuente: ROULET, Claude-Alain, Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments

La vida humana transcurre en ambientes siempre repletos de sonidos, pero la mayoría son sonidos que están presentes sin que se tome conciencia sobre ellos. Cuando un sonido se convierte en algo muy conocido del entorno, deja de ser registrado de manera consciente por el cerebro, aunque eso no signifique que dejen de influir inconscientemente en el estado anímico o en otras sensaciones o reacciones del individuo.

[3] Confort visual:

La luz solar es la base más importante de nuestra percepción y la más cómoda para nuestra visión. La luz natural es la que ofrece uno de los más elevados rendimientos lumínicos y la que mejor reproduce los colores. Además, existe una relación entre la cantidad de tiempo al día (entendido como el ciclo día-noche) al que está expuesto el ser humano a luz natural y artificial, que influye sobre sus reacciones y su estado de salud.

La medida de la cantidad de luz que llega a una superficie, a la que se llama iluminación, no es necesariamente la más precisa, porque lo que el ojo humano ve es la cantidad de luz que esa superficie refleja, llamada luminancia.

La visibilidad es un concepto que depende de las relaciones entre las luminancias presentes en el campo visual. La visibilidad se ve afectada por el efecto de deslumbramiento, que consiste en tener dentro del campo visual una superficie de gran iluminancia que obliga a la visión a reducir su sensibilidad, y por lo tanto la visibilidad y la capacidad de distinguir los elementos menos iluminados. Se puede concluir que el problema de la luz en un espacio se reduce al equilibrio y a un juego de luminancias en el mismo. Los efectos de luz se pueden dar con luz directa o difusa, con su direccionalidad, su coloración (propia o por reflexión), su filtrado.

[4] Confort olfativo:

“Un olor es un conjunto de compuestos químicos presentes en el aire, y que nuestro sistema olfativo percibe, analiza y decodifica para emitir un juicio cualitativo sobre el ambiente olfativo”.⁶⁶

El sentido del olfato nos permite desde deleitarnos con aromas agradables hasta reconocer olores que provienen de fuentes potencialmente nocivas para el ser humano. Los posibles olores en un ambiente interior provienen de la misma edificación (sobre todo de los materiales de acabados), de los equipos de ventilación y climatización y de los mismos usuarios (humo de tabaco, cocina, metabolismo). Así también, un ambiente interior puede recibir olores del exterior, desde el humo de los vehículos hasta aromas de jardines o la brisa del mar.

Una buena ventilación permite reducir la falta de confort olfativo, y una zonificación relacionada a los aromas agradables permite aumentar la percepción de bienestar del habitante.

4.2.2 AMBIENTE INTERIOR FÍSICAMENTE SALUDABLE

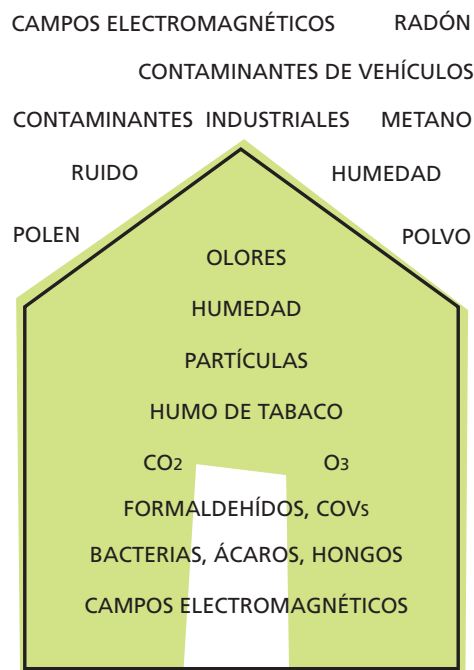
Un objetivo principal de la edificación es asegurar ambientes que ofrezcan bienestar. Existen actualmente muchas edificaciones cuyos ambientes interiores ocasionan reacciones por parte de los usuarios, reacciones que no pueden ser vinculadas directamente a causas evidentes, como concentraciones excesivas de contaminantes, o mala ventilación, y sin embargo son síntomas reales de falta de confort en aquellos ambientes. A esto se le conoce como el ‘síndrome del edificio malsano’ o SBS (Sick Building Syndrome).

Las personas que desarrollan el SBS, evidencian reacciones fisiológicas o sensoriales agudas cuando se encuentran al interior del edificio en cuestión, y los síntomas desaparecen cuando dejan ese ambiente. Existe una lista de 11 síntomas, de los cuales los seis primeros son los más frecuentes. De ahí se desprende el índice BSI (Building Symptom Index), con valores del 0 al 11. Los síntomas son los siguientes:

Síntomas más frecuentes:

Ojos secos, irritados, con picazón
Nariz tapada, respiración difícil por la nariz
Garganta seca o irritada
Dolor de cabeza
Piel seca
Apatía, fatiga

Otros síntomas observados:



Contaminantes exteriores e interiores. Fuente: Traité d'architecture et urbanisme bioclimatiques

Ojos llorosos
Secreciones nasales, uso frecuente de pañuelos
Pecho oprimido, dificultad para respirar
Síntomas de gripe
Piel irritada, erupciones

El edificio, entonces, puede representar una situación de riesgo para la salud de sus ocupantes, sea la fuente o el contenedor de los contaminantes. Los niveles de riesgo son mucho más altos en un espacio interior que en uno exterior, porque existen diversas fuentes: contaminantes químicos, físicos y biológicos, y porque la presencia de varios de ellos puede generar sinergias que hacen que su efecto en conjunto sea mucho más potente que la simple suma de los efectos conocidos de cada uno de ellos por separado. Los agentes que pueden causar una contaminación interior son: los materiales de construcción, especialmente los que están en contacto con el ambiente interior, como acabados de pisos, y paredes; las instalaciones técnicas; el mobiliario y los accesorios; la ocupación humana y las actividades realizadas en dichos ambientes; las mascotas, etc.

Contaminantes químicos: CO₂, CO, anhídridos, ozono, COV, tolueno, formaldehído, productos de tratamiento de la madera, humo de tabaco, plomo.

Contaminantes físicos: radón, polvo, fibras, campos electromagnéticos.

Contaminantes biológicos: ácaros, hongos, microorganismos

[1] **Elección de materiales y sistemas por la salud de los habitantes.**

La elección de los materiales de construcción y acabados juega un rol principal en la calidad del ambiente interior y en la salud de sus habitantes. Conociendo las ventajas y desventajas de los materiales en términos de su impacto en la salud, se pueden elegir de manera responsable. Por ejemplo, para elegir entre productos de diferentes tipos de plástico, es mejor evitar el uso del PVC, utilizar cuando es posible polietileno o polipropileno.

A manera de anexo, se presenta un cuadro de materiales, destacando sus ventajas y desventajas para la salud humana, elaborado a partir de información del IBGE (Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement).

[ANEXO 3]

[2] **Calidad del aire, ventilación**

Además de la ventilación por motivos de acondicionamiento térmico de la edificación, es necesario evaluar la necesidad de ventilar para lograr una renovación de aire adecuada y así asegurar su calidad. Muchos estudios del fenómeno SBS comprueban que en los edificios ventilados naturalmente existen menos síntomas de SBS que en los edificios ventilados de manera artificial. Si la ventilación es inadecuada puede generar corrientes de aire molestas; si es insuficiente puede dar lugar a una mala calidad del aire.

4.2.3 AMBIENTE INTERIOR PSICOLÓGICAMENTE SALUDABLE

[1] **Espacialidad adecuada, relación interior-exterior, vistas**

Para lograr una propuesta de calidad es necesario no sólo decidir en función de cifras y datos objetivamente medibles (como temperatura y humedad interiores, niveles de iluminación y componentes del aire interior), sino también es muy importante tener en cuenta la manera como la arquitectura y su definición del espacio afectan el aspecto psicológico del habitante.

Es importante que el diseño arquitectónico para la sostenibilidad aporte una situación de mayor intercambio con la ciudad, mayores relaciones sociales. Es necesario plantear edificios que establezcan vínculos con la comunidad y con los espacios públicos.

El vínculo con el exterior es ineludible, por la doble necesidad del ser humano de relacionarse con ese hábitat, ese medio ambiente que lo alberga, y con los otros miembros de la sociedad a la que pertenece. La medida en la que un espacio privado se vincula con el espacio público de manera aceptable para su ocupante varía de acuerdo a los valores urbanos del ocupante y de la sociedad, y de aceptación de las características de la zona en la que se encuentra la edificación. Por ejemplo: un ciudadano considerará importante tener un balcón o terraza hacia la calle si tiene vista a un área verde, o si es una zona tranquila y residencial, mientras otro puede preferir el contacto con el exterior si se trata de una zona de mayor movimiento e intercambio con los paseantes.

[2] **Flexibilidad y adaptabilidad al uso y al usuario.**

La posibilidad de modificar las condiciones de un ambiente determinado influyen en la sensación de confort del ser humano. Es así que, cuando es posible modificar el flujo de aire (abrir y cerrar ventanas), la radiación solar (abrir o cerrar cortinas o persianas), cambiar de lugar en el ambiente, etc, la sensación de confort es mayor que en un espacio no operable (con ventanas fijas, aire acondicionado), incluso con las mismas condiciones térmicas del ambiente.

Además, una edificación flexible no sólo provee de un mayor grado de bienestar a sus habitantes, sino a los ecosistemas, porque al permitir libremente cambios en su organización, distribución y espacialidad, entonces su tiempo de vida es lo más largo posible. Los posibles cambios en un mediano o largo plazo, a medida que pueden irse modificando los usos los habitantes, la posibilidad de crecer, reducirse, ampliar, o transformar en cualquier sentido la edificación, su propia versatilidad le permite al edificio ajustarse a diferentes situaciones, diferentes ocupantes, diferentes usos, y continuar prestando servicios.

[3] **Controlabilidad de los sistemas del edificio.**

La capacidad de un ambiente cerrado de ser modificado por su ocupante le permite a éste último sentirse bien en la medida en que no se siente condicionado de manera restrictiva por unas condiciones fijas e inmutables, sino se siente capaz de intervenir en su entorno y por lo tanto capaz de apropiarse del mismo, hacerlo suyo y sentirse a gusto en él.

CONCLUSIÓN: CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

La degradación del medio ambiente y las condiciones de vida actuales ya se conocen. Las soluciones a los problemas causados por los asentamientos humanos están ligadas a temas de materiales, energía, aire y agua a una escala global.⁶⁶ La toma de conciencia de esta situación por parte del arquitecto debe llevar a asumir su responsabilidad sobre el medio edificado, no sólo con respecto al impacto real que ocasiona su construcción en el territorio y el paisaje, sino también con respecto a los impactos durante su vida útil, y luego al fin de la misma.

Es justamente durante la etapa del proyecto cuando se tienen las mejores oportunidades de abordar y anticipar los problemas del deterioro ambiental que pueden surgir a lo largo del ciclo de vida de un edificio.

El conjunto de criterios propuestos en este capítulo, agrupados y relacionados entre sí con las lógicas particulares de las **formas de aproximación** al proyecto de arquitectura planteadas por esta tesis, conforman un sistema de ayuda al diseño y de evaluación de su condición de sostenibilidad.

Este sistema permite, en el CAPÍTULO 3, estudiar los casos de referencia, algunos de los cuales ayudaron en el proceso a modificar, ajustar y definir las versiones preliminares de dicho sistema, y en el CAPÍTULO 4 desarrollar cada punto del conjunto y plantearlo como un sistema que sirva para afrontar un caso específico: la costa central peruana y la ciudad de Lima.

El modo de aproximación de un proyecto a la realidad define su naturaleza, y los modos de aproximación propuestos estructuran el conjunto de criterios, que servirán como herramienta de ayuda al diseño y a la vez como instrumento de evaluación.

El conjunto de criterios se estructura en cuatro grandes partes:

- [1] Una primera parte bajo el título de la comprensión sistémica del entorno, que constituiría un capítulo a leer a manera de reflexión sobre el estudio del contexto antes de empezar el proceso de diseño. Esta parte se define con una mirada de afuera hacia adentro, en donde el paisaje informa a la arquitectura.
- [2] Una segunda parte que se desprende de la primera a manera de conclusión, en la que se definen las lógicas de intervención, que buscan la pertinencia de la propuesta arquitectónica a realizar, que se determinan a partir del estudio del entorno en la primera parte y que constituyen la rótula entre la primera parte y las dos siguientes, en las que se plantean las estrategias específicas de intervención.
- [3] Una tercera parte conforma el conjunto de estrategias de intervención en relación al impacto que genera la arquitectura en **el medio ambiente**. Esta parte se define con una mirada **de adentro hacia fuera**, en donde **la arquitectura responde al paisaje**.
- [4] Una cuarta parte en la que se encuentran el conjunto de estrategias de intervención en relación al impacto en **el habitar**. Esta parte se define con una mirada **del habitante, hacia adentro y hacia fuera, habilitando la arquitectura y el paisaje**.

Las tres miradas con las cuales se puede afrontar un proyecto, orientan el diseño y constituyen en su conjunto los pasos -concatenados e interrelacionados- a seguir. Estos pasos de reflexión, desde una posición ética del desarrollo sostenible, concluyen luego en el planteamiento de los **criterios de sostenibilidad** que debería considerar un proyecto arquitectónico, en sus diferentes relaciones y escalas, con el **entorno** natural y artificial, con los **impactos** en el medio ambiente, y con los **beneficios** en el habitar.

Estos criterios de sostenibilidad, enumerados de manera esquemática, son:



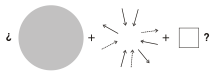
1. LA COMPRENSIÓN SISTÉMICA DEL ENTORNO

1.1 COMPRENDER EL AMBIENTE NATURAL

- 1.1.1 GEOGRAFÍA
- 1.1.2 CLIMA
- 1.1.3 ECOSISTEMAS
- 1.1.4 RECURSOS
 - 1.1.4.1 el suelo
 - 1.1.4.2 el agua
 - 1.1.4.3 el aire
 - 1.1.4.4 la energía
- 1.1.5 PAISAJE

1.2 COMPRENDER EL AMBIENTE ARTIFICIAL

- 1.2.1 AMBIENTE CONSTRUIDO
 - 1.2.1.1 Dinámicas urbanas, ocupación del territorio
 - 1.2.1.2 Trama urbana, densidades
 - 1.2.1.3 Infraestructura y servicios
 - 1.2.1.4 Usos, patrones arquitectónicos y constructivos
- 1.2.2 AMBIENTE SOCIOCULTURAL
- 1.2.3 AMBIENTE ECONÓMICO, POLÍTICO Y NORMATIVO



2. LAS LÓGICAS DE INTERVENCIÓN

2.1 INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES

2.2 VIABILIDAD DE LA PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

- 2.2.1 PERTINENCIA SOCIO-CULTURAL
- 2.2.2 PERTINENCIA ECOLÓGICA Y AMBIENTAL
- 2.2.3 PERTINENCIA ECONÓMICA

2.3 COMPATIBILIDAD DE DISCIPLINAS



3. LAS ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE

3.1 EL ASENTAMIENTO

- 3.1.1 RELACIÓN CON EL SUELO
 - 3.1.1.1 diseño coherente con la morfología del terreno
 - 3.1.1.2 diseño respetuoso del ciclo del agua
 - 3.1.1.3 cuidado del hábitat de las especies preexistentes
- 3.1.2 EMPLAZAMIENTO, FORMA Y ORIENTACIÓN
- 3.1.3 USO DEL SUELO
 - 3.1.3.1 Relación entre área de terreno y área ocupada, coeficiente de edificación
 - 3.1.3.2 densidad habitacional, usos,

3.2 LA CONSTRUCCIÓN

- 3.2.1 SISTEMAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS
- 3.2.2 IMPACTOS DIRECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN
 - 3.2.2.1 consumo de recursos en obra (agua, energía, materiales)
 - 3.2.2.2 contaminación del suelo, del agua, del aire
 - 3.2.2.3 gestión de residuos en obra

3.3 LA VIDA ÚTIL DEL EDIFICIO

- 3.3.1 ENERGÍA
 - 3.3.1.1 Proveniencia.
 - 3.3.1.2 Medidas de ahorro: concepción bioclimática, sistemas pasivos, activos e híbridos que reduzcan la demanda energética del proyecto.
- 3.3.2 AGUA
 - 3.3.2.1 Proveniencia. Sistemas de recolección de agua.
 - 3.3.2.2 Medidas de ahorro: diseño de las redes de agua, elección de aparatos y sistemas ahorradores
- 3.3.3 RESIDUOS
 - 3.3.3.1 Propuesta de sistemas de tratamiento de aguas residuales
 - 3.3.3.2 Espacios y sistemas de recolección, selección y tratamiento de residuos sólidos
 - 3.3.3.3 Elección de equipamiento sin emisiones de gases contaminantes (CO2, NOx,...)
- 3.3.4 TRANSPORTE: posibilidades de transporte alternativo
- 3.3.5 MANUAL DEL USUARIO: guía de buen uso y mantenimiento del edificio

3.4 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

- 3.4.1 PROVENIENCIA DE LOS MATERIALES
- 3.4.2 IMPACTO “de la cuna a la tumba” DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO
 - 3.4.2.1 impacto en el medio ambiente: extracción, transformación y forma de desecho
 - 3.4.2.2 vida útil vs. energía incorporada
- 3.4.3 MANTENIMIENTO Y RECAMBIO DE ELEMENTOS
- 3.4.4 FLEXIBILIDAD

4. LAS ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA EL HABITAR



4.1 CALIDAD DEL AMBIENTE EXTERIOR

- 4.1.1 AMBIENTE URBANO PSICOLÓGICAMENTE Y SOCIALMENTE SALUDABLE
 - 4.1.1.1 Relación del edificio con el entorno
 - 4.1.1.2 Espacios que permitan el uso, la integración y la diversidad
 - 4.1.1.3 Relación con valores culturales locales actuales, memoria colectiva
- 4.1.2 AMBIENTE URBANO FÍSICAMENTE SALUDABLE
 - 4.1.2.1 Integración de elementos naturales
 - 4.1.2.2 Calidad del aire
- 4.1.3 CONDICIONES DE CONFORT URBANO
 - 4.1.3.1 Criterios cuantitativos: microclima urbano (temperatura, humedad, radiación, viento)
 - 4.1.3.2 Criterios cualitativos: soleamiento y protección de la intemperie
 - 4.1.3.3 Confort acústico

4.2 CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

- 4.2.1 CONDICIONES DE CONFORT INTERIOR
 - 4.2.1.1 Térmico: diseño bioclimático; radiación, sombras, ventilación natural.
 - 4.2.1.2 Acústico: zonificación de acuerdo a fuentes de ruido, estrategias de control y enmascaramiento del sonido.
 - 4.2.1.3 Visual: iluminación natural, relación con el exterior.
 - 4.2.1.4 Olfativo: zonificación y ventilación de los ambientes, el recorrido del aroma.
- 4.2.2 AMBIENTE INTERIOR FÍSICAMENTE SALUDABLE
 - 4.2.2.1 Elección de materiales y sistemas para asegurar la salud de los habitantes.
 - 4.2.2.2 Calidad del aire, ventilación.
- 4.2.3 AMBIENTE INTERIOR PSICOLÓGICAMENTE SALUDABLE
 - 4.2.3.1 Espacialidad adecuada, relación interior-exterior, vistas. Relación con elementos naturales
 - 4.2.3.2 Flexibilidad y adaptabilidad al uso y al usuario.
 - 4.2.3.3 Controlabilidad de los sistemas del edificio.

NOTAS

1 ZUMTHOR, Peter. Pensar la arquitectura

2 COLAFRANCESCHI, Daniela, Landscape + 100 palabras para habitarlo, pág. 26

3 YEANG, Ken. Proyectar con la naturaleza. pág.3

4 WANN, David. Biologic: Designing With Nature to Protect the Environment. pág. 50

5 COLAFRANCESCHI, Daniela, Landscape + 100 palabras para habitarlo, pág. 141

6 GAUZA, Manuel en Diccionario METAPOLIS de arquitectura avanzada, pág.177

7 ARNAU, Joaquín, 72 voces para un diccionario de arquitectura teórica, pág.100

8 PORRAS, Fernando, en Diccionario METAPOLIS de arquitectura avanzada, pág. 282

9 TRACHANA, Angelique. ‘Ecología del ambiente artificial’ en Revista ASTRAGALO N°16. pág. 59

10 YEANG, Ken. ‘El rascacielos ecológico’, pág. 31

11 GUALLART, Vincent, en ‘Diccionario METAPOLIS de arquitectura avanzada’, pág. 103

12 McHARG, Ian. ‘Design with nature’, pág. 56

13 Ver CAPÍTULO 2 – 2 LA INTERPRETACIÓN DE LOS PROCESOS

14 BOWKETT Steve, en COLAFRANCESCHI, Daniela. ‘Landscape + 100 palabras para habitarlo’, pág. 186

15 McHARG, Ian. ‘Design with nature’, pág. 56

16 BATLLE Enric, en COLAFRANCESCHI, Daniela. ‘Landscape + 100 palabras para habitarlo’, pág. 83

17 ÁBALOS, Iñaki y HERREROS, Juan, en ‘Landscape + 100 palabras para habitarlo’, pág. 57

18 ANDERSSON, Stig L., en ‘Landscape + 100 palabras para habitarlo’. pág. 73

19 FERNÁNDEZ, Roberto. ‘Crítica ambiental y nueva agenda de gestión de ciudades’ en Revista ASTRAGALO N°16 pág. 11

20 GAUSA, Manuel, en ‘Diccionario METAPOLIS de arquitectura avanzada’, pág. 519

21 MIQUEL, Luis. “De la crisis global al impacto local” en Revista ASTRAGALO N°16 Pág. 38

22 MIQUEL, Luis. ‘De la crisis global al impacto local’ en Revista ASTRAGALO N°16 pág. 38

23 McHARG, Ian. ‘Design with nature’, pág. 176

24 GAUZA, Manuel, en Diccionario METÁPOLIS de arquitectura avanzada. Pág. 136

25 PIANO, Renzo. ‘La responsabilità dell’architetto’, pág. 17

26 McHARG, Ian. ‘Design with nature’, pág. 137

27 McHARG, Ian. ‘Design with nature’, pág. 172

28 YEANG, Ken. ‘Proyectar con la Naturaleza’, pág. 39

29 premisas elaboradas a partir de YEANG, Ken. ‘El rascacielos ecológico’, pág. 56

30 TRACHANA Angelique. ‘Ecología del ambiente artificial’ en Revista ASTRAGALO N°16, pág. 53

31 MIQUEL, Luis. ‘De la crisis global al impacto local’ en Revista ASTRAGALO N°16, pág. 38

32 MININNI, Mariavaleria, citada por BETTINI, Virginio. ‘Elementi di ecología urbana’, pág. 54

33 ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S., SILVERSTEIN, M., citados en IBGE, ‘Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments’.

34 MIQUEL, Luis. ‘De la crisis global al impacto local’ en Revista ASTRAGALO N°16, pág. 39

35 EDWARDS, Brian. ‘Rough guide to sustainability’, pág. 10

36 MIQUEL, Luis. ‘De la crisis global al impacto local’ en Revista ASTRAGALO N°16, pág. 39

37 MIQUEL, Luis. ‘De la crisis global al impacto local’ en Revista ASTRAGALO N°16, pág. 39

38 Agenda 21 de construcción sostenible, pág. 84

39 EDWARDS, Brian. ‘Rough guide to sustainability’, pág. 21

40 ODUM, Eugene P. citado por BETTINI, Virginio. ‘Elementi di ecología urbana’, pág. 21

41 MARGALEF, Ramón, citado por FERNÁNDEZ-GALIANO, Luis. ‘El fuego y la memoria’. pág. 5

42 HENDRIKS, Ch.F., ‘Sustainable construction’, pág. 93

43 Ibid. pág. 95

44 ODUM, 1969

45 McDONOUGH, William, Decano de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Virginia y autor de Los Principios de Hannover

46 COLAFRANCESCHI, Daniela, en ‘Landscape + 100 palabras para habitarlo’, pág. 141

47 LOS, Sergio. L’Architettura Naturale 2/1998 pág. 99

48 ODUM, E. P. citado en YEANG, Ken. ‘Proyectar con la naturaleza’, pág. 101

49 McDONOUGH, William. ‘Los principios de Hannover’. pág. 9

50 FERNÁNDEZ-GALIANO, Luis. ‘La arquitectura de la no-ciudad’, pág. 118

51 REITER, Sigrid. ‘Elaboration d’outils méthodologiques et techniques d’aide à la conception d’ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes’, pág. 172.

52 los estudios muestran que la adaptación humana es mucho más rápida cuando pasa a condiciones más confortables, y por el contrario, cuando pasa a condiciones menos confortables requiere de mayor tiempo de adaptación.

53 NIKOLOPOULOU & al. 2004, en REITER, Sigrid. Elaboration d’outils méthodologiques et techniques d’aide à la conception d’ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes. pág. 162.

54 STEEMERS & al. 2004, en REITER, Sigrid. Elaboration d’outils méthodologiques et techniques d’aide à la conception d’ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes. pág. 164.

55 BERQUE, Augustin, 1990 : “dans un milieu réel, il n’existe d’identités qu’en relation avec d’autres identités”.

56 REITER, Sigrid, DE HERDE, André, L’éclairage naturel dès bâtiments. Belgique, Ministère de la Région Wallonne, 2001.

57 KANG & al. 2004, en REITER, Sigrid. Elaboration d’outils méthodologiques et techniques d’aide à la conception d’ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes. pág. 173.

58 En el caso de enmascaramiento de ruidos de construcción con una fuente de agua, un estudio de Yang & Kang demuestra que se logra un confort por la percepción de la fuente de agua, hasta los 70dBA. Tomado de REITER, Sigrid. Elaboration d’outils méthodologiques et techniques d’aide à la conception d’ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes. pág. 174.

59 GIRARDET, Herbert, Ciudades alternativas para una vida urbana sostenible, pág. 108.

60 SERRA, Rafael, ‘Arquitectura y climas’, pág. 82

61 SERRA, Rafael, 'Arquitectura y climas', pág. 18

62 Rafael SERRA, en su libro 'Arquitectura y climas', asevera que en distintos periodos históricos ha existido una sensibilidad muy diferente al frío y al calor. Además, está comprobado experimentalmente que dicha sensibilidad es un factor cultural aprendido, desarrollado a lo largo de los años por los niños, en estrecha asociación con el aprendizaje del lenguaje.

63 Esta condición que se ve afectada cuando se aclimatan artificialmente los edificios, creando condiciones tan diferentes a las naturales, que el cuerpo deja de reconocer la estación y por lo tanto necesita de un mayor acondicionamiento térmico

64 CHATELET, FERNANDEZ et al, (1998) en ROULET, Claude Alain, 'Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments', pág. 3

65 SERRA, Rafael, 'Arquitectura y climas', pág. 57

66 'Agenda 21', sección I capítulo 6