

energía solar y arquitectura

Energía Solar y organización espacial Urbana

Arquitecto MARIA BERTRAND S.
Master, Doctor Urbanismo (París).
Profesor Adjunto F.A.U.

1979. El centro computarizado del National Solar Heating and Cooling Information ofrece al público norteamericano las referencias de más de 2.400 arquitectos, 2.600 ingenieros, 3.300 constructores, 2.700 diseñadores y 1.000 consultores técnicos especializados en energía solar: este campo de actividades se desarrolla tan rápidamente que las demandas sobrepasan la capacidad de los especialistas.

Simultáneamente, la cantidad de oficinas dedicadas a reciclajes, rehabilitaciones y restauraciones aumenta en 100% durante la última década. (1)

Esta doble situación no es producto de alguna arbitraria coincidencia, sino que señala el surgimiento de un nuevo enfoque frente al entorno: la violenta crisis petrolera de 1973, la gradual toma de conciencia de que las fuentes energéticas no son ni infinitas ni de tan bajo costo como para emplearlas sin medida provocan la reevaluación de ciudades y edificios y la búsqueda de una mayor calidad ambiental (2).

En efecto, la última década se caracteriza por el creciente número de conferencias (3), investigaciones, intervenciones de asociaciones profesionales como la A.I.A. (4), los gobiernos federales norteamericanos que destinan fondos (5), publican ordenanzas (6) relativas a la conservación de la energía e integración de todas las posibilidades que ofrece la energía solar a través de nuevos diseños urbano-arquitectónicos.

Lenta, pero insistentemente, más allá de las perceptibles variaciones volumétricas, lo que aflora —nuevamente— es una mayor sensibilidad hacia las características ambientales de cada lugar— renaciente sutileza perceptual que se materializa en volumetrías de escala tal vez poco espectaculares, pero de una gran riqueza formal interior y exteriormente . . .

Estas reglas, esta actitud de re-conocimiento e integración del medio exterior fueron, durante mucho tiempo, patrimonio indiscutido de la profesión arquitectónica —magistralmente materializadas en las obras de Aalto, Wright y tantos otros. ¿Por qué reivindicarlas nuevamente, y con tanta insistencia? ¿Qué significa que la A.I.A. fije como objetivos prioritarios: a. la búsqueda de diseños significativamente más eficientes que aquellos de las décadas del sesenta y setenta. b. la realización de reciclajes que conduzcan a reducciones del consumo energético de hasta un 50% con respecto a los anteriores? (7). Con ello se pareciera estar reconociendo —implícitamente— la existencia de una fase dominada por otros criterios, actitudes frente al entorno, período cuyas debilidades y problemas se evidenciaron bruscamente con el advenimiento de una crisis energética de escala insospechada por los profesionales de la construcción.

Energía y forma urbana ¿puede hablarse de crisis?

¿En qué medida la existencia de una crisis energética autoriza cuestionar determinados patrones de organización espacial? ¿Hay acaso formas y tipos de intervención urbana de mayor consumo energético frente a similares alternativas más "económicas"? ¿Cuáles son unas y otras?

Sabemos que, de todos los objetos que satisfacen nuestras

diarias necesidades, el arquitectónico es uno de los más durables y que el tamaño, distribución, orientación de los llenos y de los vanos, el modo como se relacionen con los espacios abiertos, los materiales de unos y otros . . . establecen patrones de uso energético que perduran por décadas. Este solo hecho evidencia la necesidad e importancia de un cuidadoso diseño. Se sabe también que la construcción y el mantenimiento de los edificios y espacios urbanos implica un cierto consumo de energía que ésta se ha acelerado bruscamente y que ciertas evaluaciones han llegado a evidenciar consumos "improductivos" (8).

Esta situación no es el resultado de acciones deliberadas en tal sentido, sino consecuencia de criterios culturales basados en una opción de crecimiento indefinido que se materializan en ciertos modelos urbano-arquitectónicos. El paisaje urbano —especialmente el norteamericano— tiende, por ejemplo, a definirse por un C.B.D. concentrador de grandes volúmenes densamente construidos en torno a vías heredadas de otros requerimientos más modestos y rodeado de suburbios residenciales formados por vastos conjuntos de viviendas aisladas de muy baja densidad de construcción e importantes extensiones de la infraestructura básica. Las evaluaciones sobre el consumo y eficacia muestran sin embargo que los edificios que necesitan más energía son —justamente— la pequeña vivienda aislada y los grandes edificios en altura (a partir de 8 a 10 pisos según ciertos autores), en especial los edificios dichos "sellados".

R.S. STEIN presenta, por ejemplo, algunas cifras globales que incitan a la reflexión: el uso y mantención cotidianas de los edificios ya existentes "consume" anualmente, un tercio de toda la energía producida en Estados Unidos. Entre la década del cincuenta y fines de los años sesenta la población de este país aumentó en un 45%, en tanto que, en igual lapso, el consumo eléctrico se acrecentó un 600% (8). Estas cifras no ofrecerían motivos de preocupación si tradujeran similar progresión de la calidad ambiental —suponiendo además que los recursos fueran inagotables—. Pero pareciera suceder lo contrario. Los edificios e intervenciones urbanas que concentran mayores consumos de energía tienden a ser aquellos que acumulan las críticas por su —comparativamente— pobre calidad ambiental. Si a esto se suman las destrucciones de antiguos barrios aún en buen estado, sustituidos por sitios baldíos o nuevas estructuras selladas, el resultado es aún más desfavorable (9).

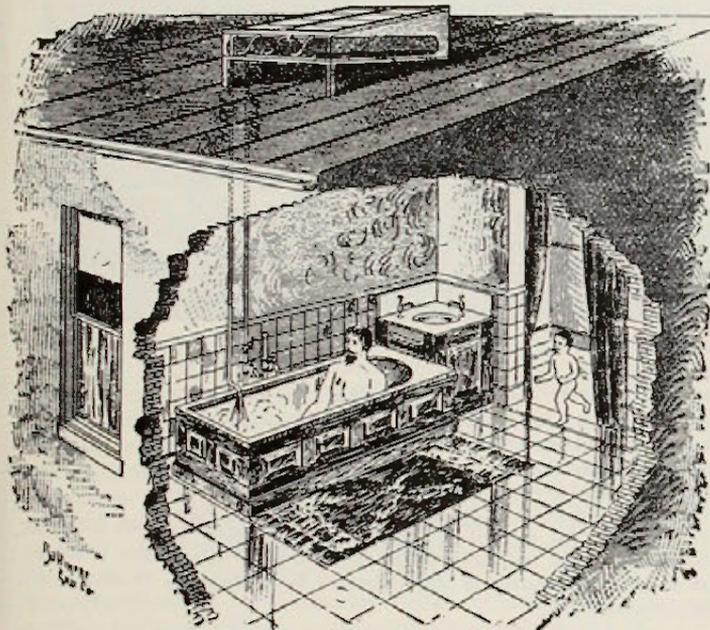
Más allá de uno u otro "tipo" de edificio, lo que está en juego es su distribución en el espacio urbano. En este sentido, el solo dato de la densidad residencial es importante: los índices extremos —muy bajos o muy altos— serían los más negativos, pero ¿dentro de qué rangos? ¿en qué nivel cultural? Los estudios son aún escasos, las comparaciones casi inexistentes (10). Una de las más recientes investigaciones estableció, por ejemplo, que los rangos de densidad más eficientes para el área metropolitana de New York corresponderían al centenar de personas por hectárea, a partir del cual el consumo energético se acrecenta paulatinamente hasta llegar a las 270 personas/há,

cifra a partir de la cual se eleva bruscamente (11). Si este tipo de análisis se restringe al solo campo de la energía solar, las incógnitas aumentan. ¿Cuáles son las densidades, alturas, volúmenes que permiten el aprovechamiento óptimo de las posibilidades solares? Aún careciendo de cifras y de resultados cualitativamente exactos, existen sin embargo algunos indicios que permiten intentar una primera aproximación al tema, evaluar, por ejemplo, las eventuales repercusiones de un uso más generalizado de los sistemas solares activos y pasivos sobre la forma y calidad ambiental del espacio urbano. Al respecto, las pasadas experiencias pueden ser útiles y conviene revisarlas brevemente.

Sistemas activos

Iniciados con este siglo, los primeros sistemas activos aplicados masivamente son los "calefactores solares". La focalización de las búsquedas en torno a los calefactores se explica por las transformaciones culturales de la época, en que la generalización de las prácticas de higiene personal y el aumento del bienestar material tornan la disponibilidad inmediata y continua de agua caliente en una necesidad básica (12).

Estos calefactores —redescubiertos varias veces en distintas épocas y países (13)— consisten en pequeñas unidades independientes, estanques metálicos pintados de negro y



Publicidad de 1980 "un gentleman de Maryland disfrutando de un baño caliente gracias al colector solar Climax".

Valley California. Calefactor solar Night & Day, integrado a la techumbre de la vivienda tradicional.

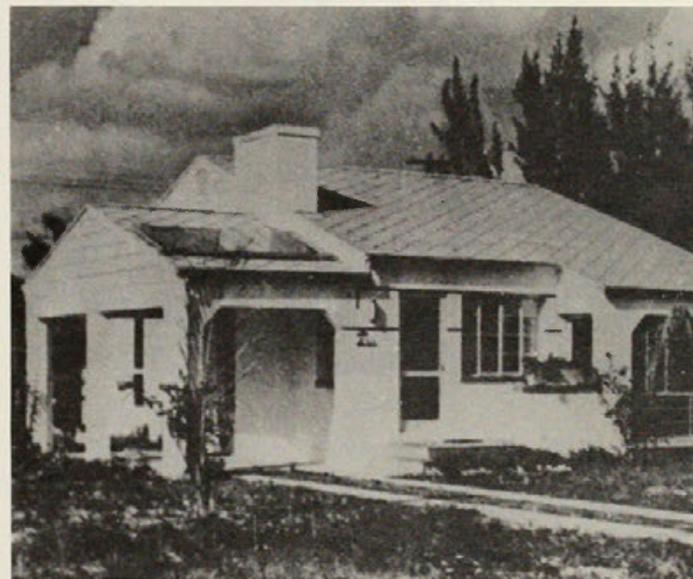


expuestos al sol. Sobrepuestos inicialmente a techumbres o muros, su impacto visual es muy restringido. No crean formas arquitectónicas especiales ni modifican los espacios urbanos existentes. Al mejorar los estudios de aislamiento empiezan también a ser incorporados al plano de la techumbre, en tanto el depósito de almacenamiento de agua es disimulado en chimeneas falsas.

El éxito de los calefactores solares se ve reforzado por el elevado costo de los combustibles tradicionales. Su empleo parece tan obvio que, según un periódico de la época "ningún constructor puede permitirse desperdiciar los rayos del sol" . . . (12) en regiones como Arizona y California, donde pronto dejan de constituir una novedad.

Al perfeccionarse e integrarse más fuertemente a la vivienda ya existente, el ya débil impacto visual de los calefactores se torna casi nulo. Tanto es así que, al descubrirse y distribuirse combustibles más eficientes como el gas, el paso de uno a otro sistema no provoca ninguna modificación espacial.

Del mismo modo, allí donde los combustibles tradicionales continúan siendo escasos y onerosos, los calefactores solares se popularizan rápidamente sin alterar los anteriores modelos espaciales, como sucede por ejemplo en Miami y la región de Florida. Utilizados para promover la venta de viviendas ("Don't fail to see this wonderful bungalow . . . garage with laundry, solar water heater, frigidaire . . . other fine features") (12), su expansión se detiene un breve instante al finalizar el primer boom constructivo de la región y se reinicia —más fuertemente— cuando la depresión de los años treinta los torna nuevamente atractivos.



Florida, 1930. El calefactor solar Duplex se integra a la techumbre en tanto que el estanque está disimulado por la chimenea falsa.

En esa década, más de la mitad de la población de Miami y el 80% de las nuevas viviendas tienen un calefactor solar "doméstico". Otros 5.000, de mayor tamaño, se encuentran en hoteles, hospitales, industrias.

Los sistemas solares se encuentran entonces en una proporción de 2 es a 1 frente a otros medios de producción energética, sin que por ello el espacio urbano o el estilo arquitectónico de la ciudad difiera de otros menos "solares" de la zona.

Las modificaciones de formas y espacios surgen cuando los sistemas activos —ya más sofisticados— empiezan a combinarse con los pasivos. Pero, dado el carácter experimental de muchas de estas realizaciones —como las casas solares del M.I.T.— su impacto es muy limitado como para influir sobre la organización urbana existente.

Los sistemas pasivos o la modificación de las formas

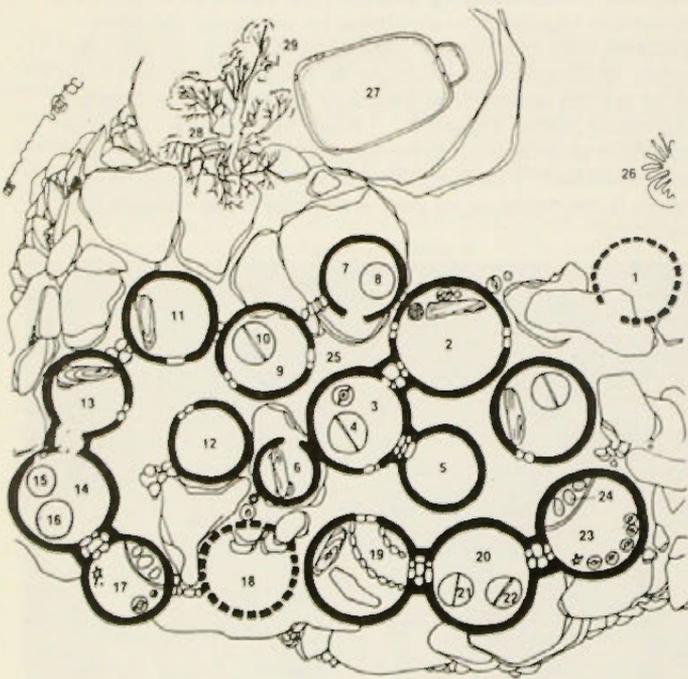
Curiosa contradicción de términos, los sistemas solares "pasivos" son los que provocan —forzosamente— importantes modificaciones del espacio. Por su definición misma, los encargados de obtener y mantener los mejores niveles de habitabilidad son el tipo, posición, material, aberturas,

elementos móviles de los volúmenes construidos en su interrelación al espacio exterior. Vista desde este ángulo, R.G. STEIN considera que la historia de la arquitectura es, en gran medida, "una historia de la arquitectura solar" (8). Esto se traduce en opciones relativas a:

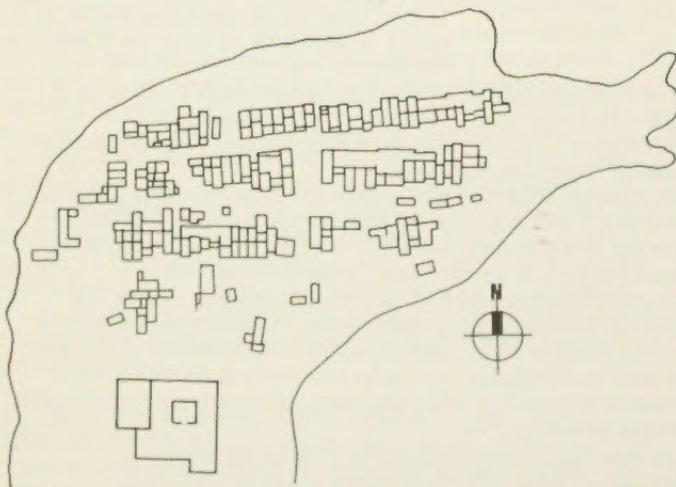
- orientaciones, dominantes y profundidad de los recintos principales,
- diferenciación acusada de fachadas y variedad en cada una de ellas,
- rangos de altura predominantes, movimiento de techumbres,
- distanciamientos y diversificaciones volumétricas,
- cuerpos centrales de mayor altura, variedad de patios y espacios intermedios.

Croquis Aldea Matakan. Cameroun

Construcciones en adobes cuya agrupación responde a su patrón social a la vez que regula la velocidad de circulaciones de aire, calmándolo en las zonas de encuentro familiar. (STEIN, pp. 31).



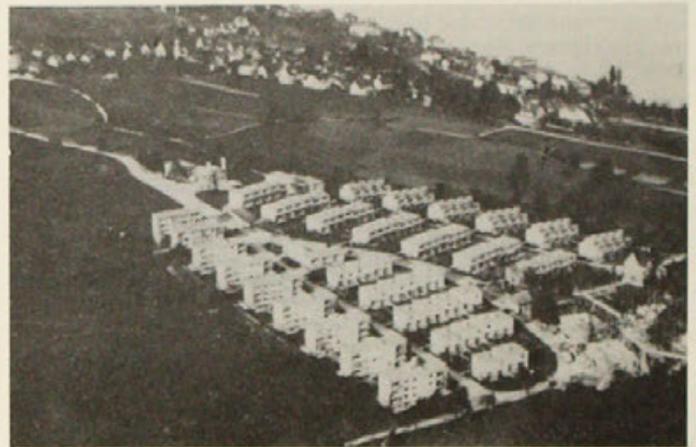
Pueblo Acoma. El plano muestra la disposición que favorece el asoleamiento máximo invernal, con los espaciamientos correspondientes a las alturas de los edificios para evitar las sombras en los otros recintos.



Un proceso de diseño que considere e integre las diferentes solicitaciones exteriores, entre las cuales las posibilidades de la energía solar, trabaja con un vocabulario de principios y formas sorprendentemente ricos. Pero, algo muy curioso sucede cuando la "necesidad" de recibir sol —una de las reglas básicas del urbanismo "progresista" (14)— es la única que considera, y desde el ángulo estrecho de una orientación para todos los volúmenes: la variedad deja paso a la monotonía, la riqueza a la uniformidad. Las diferencias sobre los espacios que resultan de estos dos criterios de diseño resaltan al comparar los ejemplos habitualmente citados en los estudios sobre arquitectura y energía:

Comunidad de Neubühl. Zurich. Suiza

Proyecto de 7 arquitectos. 200 departamentos que van desde el estudio a la vivienda de 6 piezas reunidas en 33 edificios situados en flanco de colina y espaciados de modo que todos reciban el sol invernal.



Siemestadt. Berlín. Alemania.

Edificios de departamentos:

1929. Edificios de cuatro pisos, espaciados como para no obstruirse el sol de invierno. El proyecto, denominado "heliotropo" suscita el entusiasmo y la preferencia por los bloques. L. Mumford ve allí la clave para dar sol a toda la ciudad. Las fallas del sistema aparecen algo después, al punto que mediciones posteriores muestran que las calles recibían más calor que los edificios (12). Sobre todo, no dejó de observarse que este tipo de volumen solo "trabaja bien frente al sol cuando es muy delgado", lo que lo torna antieconómico (12).



1. Comunidad Suiza Neubühl, cerca de Zurich. Vista del SO.
2. Edificio de departamentos en Siemestadt, cerca de Berlín. Orientación Solar.

Pese a su reducida capacidad tecnológica, sociedades "primitivas" manejan una variedad espacial que es la que permite la más adecuada respuesta ambiental. Inversamente, el empobrecimiento conceptual frente al sol —que de fuente de energía actuando conjuntamente con todos los otros factores ambientales— pasa a ser referencia de una orientación única producen no solo la monotonía sino también una paulatina "desorientación" respecto a los anteriores valores urbanos (15). La siguiente etapa, del edificio aislado del entorno —"sellado"— se encuentra así preparada en nombre del acceso al sol. Pero, esta manera algo simple de trabajar espacios urbanos y volúmenes arquitectónicos, aunque dominante en cierto momento, no puede generalizarse: las actuaciones sensibles, cuidadosas para con el entorno natural han conducido a las obras que despiertan admiración por su belleza y su calidad ambiental. Baste recordar las viviendas de Wright, el extraordinario uso de la luz de las bibliotecas de Aalto (16), algunas de las casas solares norteamericanas de los años cuarenta . . .

Extraña paradoja. La búsqueda de sol de las últimas décadas fue la que condujo, ayudada por un concurso de otras circunstancias, a muchos de los actuales problemas de energía de las ciudades actuales: la huída del sombrío y congestionado Londres condujo a las soleadas y dispersas ciudades-jardines sobre cuyo modelo proliferan los interminables suburbios ulteriores, en tanto que el bloque del CBD que se eleva y posiciona siguiendo una orientación solar dominante más que según el trazado de la calle anuncia el futuro volumen independiente de fachadas iguales . . . Y esto conduce a los problemas cuya solución se busca nuevamente a través del uso de la energía solar . . .

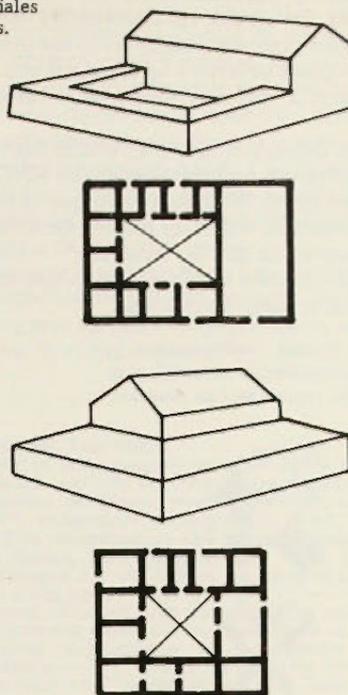
¿HACIA EL SURGIMIENTO DE UNA NUEVA ESTETICA?

Para aquellos que han examinado el problema de la energía y las diversas soluciones "realistas" basadas en diseños "energy-conscious", la aparición de una nueva estética es evidente. Su "novedad" no residiría en ningún descubrimiento exótico, sino en la profundización y refinamiento de las lecciones acumuladas a través del tiempo, en especial aquellas de los diseños de sistemas solares "pasivos" —(Así por ejemplo, si el sol que se desea aprovechar óptimamente cae diferentemente en los distintos planos de fachadas, éstas no pueden ser —formalmente— iguales). Más aún, llegan a postular que la variedad que nacería del solo imperativo solar permitiría generar un "sentido del lugar" —que continúe— renovándola — la tradición arquitectónica. En otros términos, las soluciones visibles —visuales— se emplearían respondiendo a requerimientos y búsquedas de modificaciones ambientales precisas y no a usos exclusivamente simbólicos que puedan desnaturalizarlas o deformarlas. Conviene examinar rápidamente algunos de estos planteamientos.

El espacio post-industrial de Mazria.

Para el arquitecto E. MAZRIA, la crisis petrolera de 1973 marca el inicio de la edad y la arquitectura post-industriales (17). Coincidiendo con los postulados de STEIN, afirma que el diseño "energy-conscious" permitirá resolver los problemas que suscite la creciente escasez de recursos a la vez que creará formas nuevas pero que se reconcilian con aquéllas de la tradición histórica. Llevado al espacio urbano, esto significa retorno a una ciudad, formalmente, más homogénea, donde se atenúa la dicotomía centro/suburbio, desdensificándose el primero y compactándose los otros. Este ordenamiento urbano se irá conformando con volúmenes que reutiliza —transformándolo— el vocabulario de la arquitectura pre-industrial: plantas relativamente angostas, mayor altura de los cuerpos centrales, patios interiores estrechamente vinculados a volúmenes variados. El diseño post-industrial sería, sin embargo, más sofisticado que su inspirador: el conocimiento acumulado y las posibilidades tecnológicas del presente conducirían a espacios más eficientes a la vez que a una volumetría más compleja, reformulada además sobre la base de eventuales regionalismos (19).

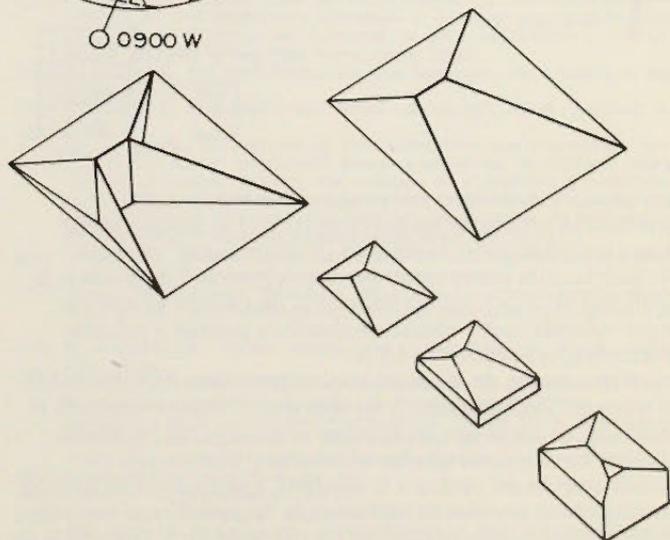
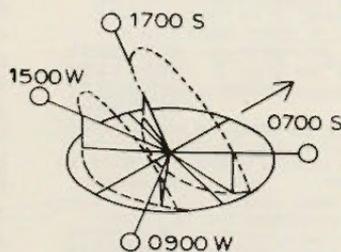
Formas pre-industriales dominantes.



Las "envolventes solares" de Knowles

Intensificando todas las correlaciones que ofrecen los diseños solares pasivos, R. KNOWLES estudia la definición geométrica de los volúmenes urbanos: las "envolventes solares", o juego de rasantes basado en los requerimientos solares mínimos que se desea establecer en una zona dada y en cuyo interior se inscriben formas que, indirectamente, regulan densidades, escalas, cerramiento . . . (20).

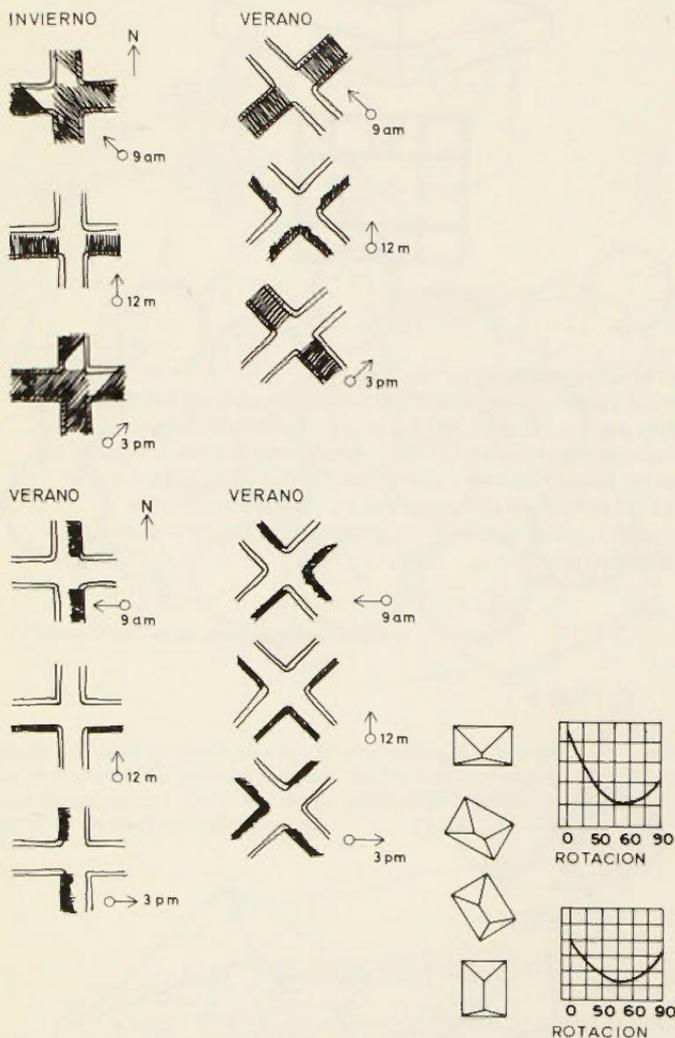
Determinación general de la "envolvente"



Coincidiendo con MAZRIA y STEIN, la aplicación de este sistema implicaría una similar homogeneización de la forma de un espacio urbano que en este caso puede ser imaginado de manera más detallada. En efecto, los envolventes dependen de un tiempo y un espacio precisos: cuales serán los mínimos de asoleamiento que se desea obtener a lo largo del año y en qué zona, con qué topografía, qué disposición de la vialidad, cuál zona de terreno . . .

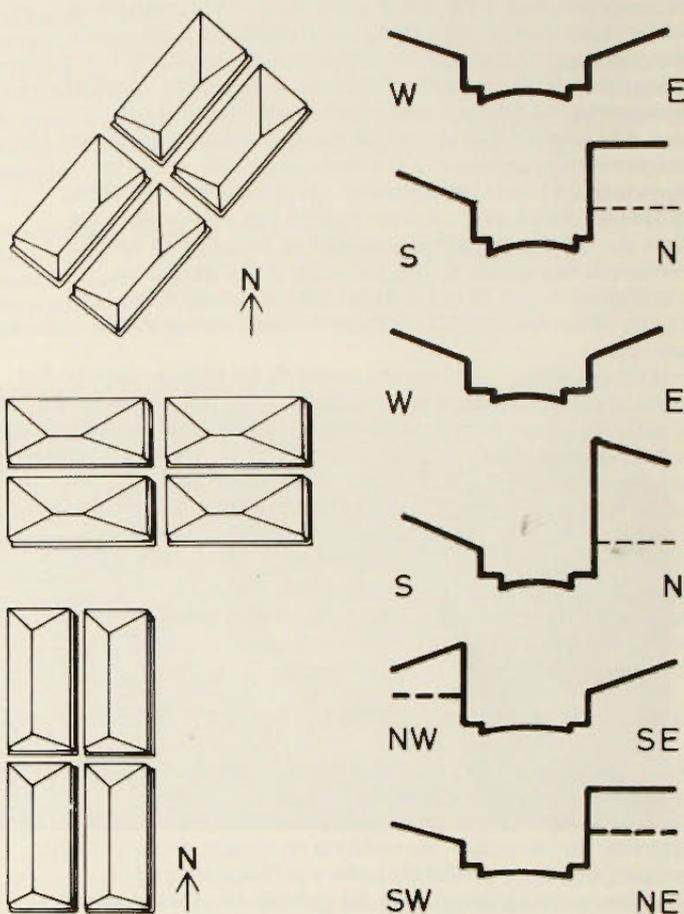
La disposición de las calles, por ejemplo, afecta fuertemente la definición de la envolvente. La investigación de KNOWLES, realizada en la ciudad de Los Angeles, reveló que la trama "Jeffersoniana" —orientada según los puntos cardinales— se encuentra menos favorecida que la "española" —orientada a 45° con respecto a los puntos cardinales en lo que se refiere a asoleamiento invernal y sombra veraniega.

Características de las tramas "Jeffersoniana y española" sobre el asoleamiento invernal y la sombra veraniega en la región de Los Angeles, California.



Esto afecta la definición de la volumetría máxima y la significación urbana de los envolventes que se puedan trazar en uno u otro trazado; la retícula "Jeffersoniana" permite volumetrías más importantes pero la "española" favorecería la legibilidad urbana (según la definición de Lynch) ya que sus juegos volumétricos y efectos luz/sombra ayudan a reforzar direcciones, orientaciones, hitos: Del mismo modo, en las manzanas rectangulares orientadas EO del trazado "Jeffersoniano", las mayores alturas se sitúan en el límite sur, en tanto que en aquellas orientadas NS las alturas máximas son menores que las anteriores y disminuyen paulatinamente del centro a la periferia. Las alturas son todavía menores en las envolventes del trazado "español" y se reparten asimétricamente, encontrándose los máximos en el costado N de las intersecciones.

Efectos de la trama "Jeffersoniana" —en sus dos posiciones— y de la trama "española" sobre la definición de la envolvente solar según los postulados de KNOWLES.



Se trata, según el autor, de un sistema que abre la posibilidad de un paisaje urbano diversificado, con calles y esquinas que, actuando como eventos visuales, definen cauces, barrios, direcciones. La envolvente crea variedad dentro de cierta escala, con lo que elimina tanto la monotonía de máximos de altura aplicados uniformemente como las bruscas discontinuidades formales. Por otra parte, siendo cada envolvente función de la anterior y referencia de la siguiente, contribuye a una interdependencia de las partes que aseguraría un orden urbano global. Finalmente, su carácter único para cada manzana, cada barrio, cada ciudad o región, refuerzan el "sentido de lugar" de cada asentamiento humano. A nivel más detallado, el trabajo con las envolventes solares favorece una cierta fragmentación volumétrica, la estrecha articulación de espacios construidos/no-construidos . . . que se traducirían en una mayor diversidad perceptual, amén del mejoramiento de la calidad ambiental.

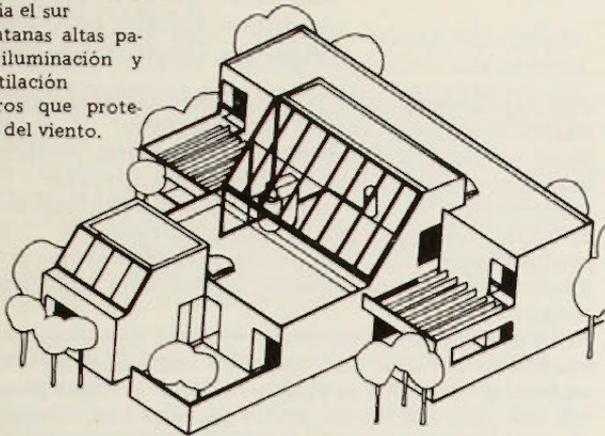
Estos y otros enfoques —como las "ciudades-estado" de D. MORRIS (24) presentan una fuerte convergencia. Ahora bien ¿en qué medida la realidad de las actuales búsquedas con sistemas solares es congruente con ellas? Los más recientes concursos, proyectos o realizaciones ¿presentan acaso similares postulados? Un rápido vistazo a algunos de ellos permite verificar que, efectivamente, así pareciera suceder:

Conjunto Pájaro Solar. Davis-California

Arq. Sam Davis (21)

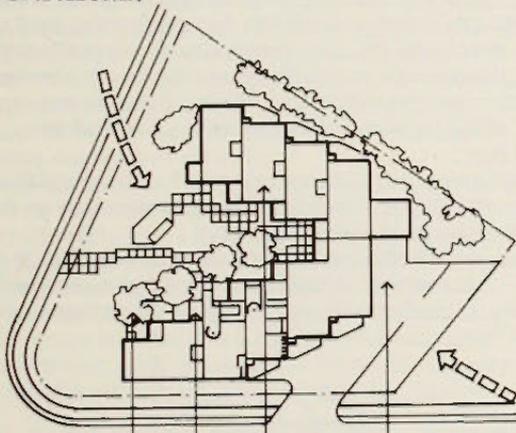
El conjunto, de 36 viviendas de diferente tamaño, se sitúa en un terreno de 1.2 há. Un módulo cuadrado ordena viviendas y espacios públicos: plazoletas, estacionamientos. Las viviendas presentan una volumetría variada, estrechamente articulada a los espacios exteriores, y abriéndose hacia el Sur para permitir tanto vistas hacia el paisaje circundante como el máximo acceso a la energía solar.

- 1 - Colector Solar
- 2 - Tanque solar de almacenamiento
- 3 - Tanque agua
- 4 - Arbol hoja caduca para sombrear en verano
- 5 - Ventanas hundidas hacia el sur
- 6 - Ventanas altas para iluminación y ventilación
- 7 - Muros que protegen del viento.

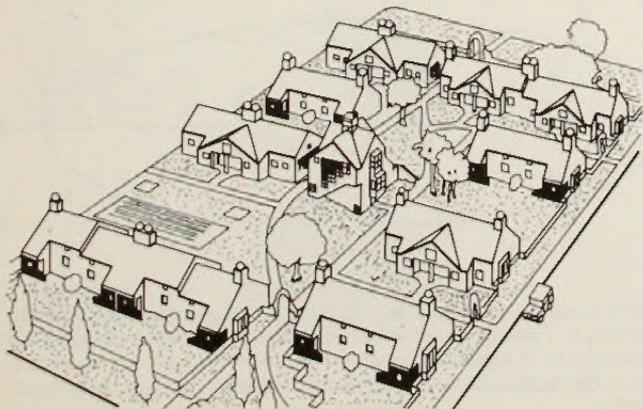


Conjunto residencial Wilchwood Seattle.
Arq. E. Meng Ass (22)

Este es uno de los siete ganadores en el "segundo concurso de diseño con sistemas solares pasivos". Las viviendas, organizadas según una volumetría variada se ordenan en torno a una plazoleta que se abre en secuencias jerarquizadas hacia el Sur. La vegetación se ha dispuesto para regular la recepción solar según las horas del día y la estación. La distribución y materiales de la vivienda permite crear circulaciones de aire en tanto que los colores favorecen la reflexión de la luz solar.



Conjunto solar para personas de edad. Roosevelt (23). Este pequeño grupo de viviendas emplea sistemas solares activos y pasivos. Situado en un terreno de 0,8 há, comprende un edificio central para actividades comunitarias y 8 edificios en torno a él, orientados hacia el Sur y cada uno con su solarium. Dadas las características de los usuarios, el diseño explota los efectos pintorescos utilizando planos de techumbre simples, fuertes para atenuar las diferencias entre las fachadas Norte y Sur.



Desde tiempos inmemoriales, el factor solar ha sido uno de los grandes ordenadores del espacio urbano. Los nombres mismos de Heliópolis, Port Sunlight reafirman esta realidad que las actuales búsquedas enfatizan todavía más. Esta rápida revisión deja entrever los eventuales efectos de una generalización de los sistemas solares activos y pasivos, de un diseño de "energy-conscious" y confirma la trascendental importancia del quehacer arquitectónico en todos sus niveles. Todo hace preveer que esta importancia debería ir acentuándose a medida que la progresiva transición hacia la sociedad post-industrial vaya acelerándose: el diseño empleará cuidadosa y concientemente las diferentes posibilidades energéticas y en especial aquellas de la energía solar.

Todas las esperanzas son posibles. Los arquitectos pueden crear belleza y calidad ambiental que desean sabiendo que pueden disponer de la más valiosa e ilimitada de las energías conocidas por el hombre: el conocimiento.

NOTAS

- (1) A.I.A. Journal, Feb. 1980.
- (2) Al definir la conservación no sólo como protección, sino como búsqueda del uso más eficiente de los recursos, prácticamente todas las decisiones de diseño pueden conducir a ella. "The Energy to Conserve". *Progressive Architecture*, 4/83, pp. 81 Ver también R.G. STEIN, *Architecture and Energy. Conserving Energy through Rational Design*, New York, Anchor Press, 1977, 322 pp; B. STOKES. "Building for the Future. Housing in an era of limits", *Environment*, 24/3, 1982.
- (3) Siendo estas cada vez más especializadas en temas específicos del aprovechamiento solar. Así recientemente se celebró en Phoenix la "Conferencia Internacional en Iluminación Natural" patrocinada por el Department of Energy, el A.I.A. y otras Instituciones similares norteamericanas. Ver A.I.A. Journal, June 1983.
- (4) Desde 1970, el A.I.A. propone programas para la reducción del consumo energético. Sus informes anuales de 1974 y 1975 reafirman esta posición y estiman urgente que todos los edificios sean "energy-efficient" para 1990. La conferencia anual de esta Institución en 1980 indica que se debe dar prioridad a todas las formas de Información sobre diseños "energy-conscious" del futuro mundo post-petróleo. A.I.A. Journal, August 1979, July 1980.
- (5) Durante la administración Carter se crea por ejemplo un Banco Solar —Solar Bank— destinado a proveer fondos para investigaciones, créditos para la construcción y promoción de todos los sistemas solares.
- (6) Resumidas en sus grandes líneas en "From Assessments to Zoning State Enacting Solar Laws". A.I.A. Journal, August 1979.
- (7) A.I.A. Journal, July 1980.
- (8) *Ibid.* Ver igualmente R.G. STEIN, op. cit.
- (9) B. STOKES, op. cit.
- (10) Las consecuencias energéticas de la expansión urbana basada en vivienda aislada y bajas densidades residenciales aparecieron súbitamente en la crisis de 1973: desapareció todo interés por comprar viviendas muy alejadas del centro urbano. R.G. STEIN, op. cit.
- (11) New York Plan Ass. *Regional Energy Consumption*, 1974. Otros informes, más recientes, coinciden con los primeros resultados. D.L. KEYES "The Influence of Energy on Future Patterns of Urban Development", in A. SOLOMON, *The Prospective City*, Cambridge, The MIT Press, 1980. K. NEWLAND, *City Limits. Emerging Constraints on Urban Growth*, Washington, Worldwatch Institute, 1980.
- (12) K. BUTTI, J. PERLIN. *A Golden Thread. 2500 Years of Solar Architecture And Technology*, London, Marion Boyards, 1981, 289 pp.
- (13) El mismo principio del estanque colocado al sol, por ejemplo, fue el que inició una de las mayores industrias de calefactores solares en Israel. Lo mismo sucedió en las zonas rurales de Japón. K. BUTTI, J. PERLIN, op. cit.
- (14) F. CHOAY. La idea clave del progresismo. La "modernidad" se manifiesta en la importancia acordada a la salud y la higiene, que se polarizan en torno a las nociones de sol y vegetación... *L'Urbanisme. Utopies et Realités*, Paris, Seuil, 1965.
- (15) J. CASTEX, Ph. PANERAI. *Formes Urbaines. De L'Ilot à la barre*, Paris, Dunod, 1977...
- (16) F. MOORE. "Daylight: Six Aalto Libraries". A.I.A. Journal, June 1983.
- (17) Th. FISHER. El objetivo es optimizar, más que maximizar, los recursos. La nueva tecnología ayuda a conservar la limitada energía, otorgando mayor control del proceso en el edificio y permitiendo entornos más variados. Las formas serán más complicadas porque se sabrá más exactamente cómo trabajan en términos de conservación de la energía. *Progressive Architecture*, 4/83, pp 109-113.
- (18) El uso de computadores permitiría un conocimiento más preciso y detallado de las condiciones climáticas. *Ibid.*
- (19) Nuevo regionalismo inspirado del contexto urbano propio de cada zona y del uso preferente de los materiales tradicionales del lugar. *Ibid.*
- (20) R. KNOWLES. "Solar Access and Urban Forma". A.I.A. Journal, Feb. 1980.
- (21) S. WOODBRIDGE. "Planning Winsdorm for an Energy-wise Town". *Progressive Architecture*, 4/83. Davis se autodenomina capital del ciclismo y de la conservación energética. Desde 1974, su ordenanza prescribe orientaciones al sur, colorido de muros y techumbres, restricción de superficies vidradas exteriores...
- (22) *Progressive Architecture*, op. cit.
- (23) "Energy for the Elderly". *Ibid.*
- (24) Los arquitectos tienen la obligación de aprender todo lo que puedan sobre el impacto de sus diseños en el entorno exterior, como sobre las condiciones de habilidad interior! "Environmental Dilemma", *Progressive Architecture*, op. cit.