



ANÁLISIS VOLUMÉTRICO PARA CONTRIBUIR AL DISEÑO DE UNA CASA ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE

Dalia Milián Bernal, Mariana Moreno Rodríguez, Victoria Morales Huerta

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Qro., uaq.milian@gmail.com

RESUMEN,

Con objeto de reducir el impacto al medio ambiente causado por la industria de la construcción, se está diseñando de forma integral una casa energéticamente eficiente y de bajo impacto ambiental. El diseño incorpora diferentes métodos y tecnologías, tanto activas como pasivas, para coleccionar energía solar y con ella satisfacer las necesidades energéticas de la vivienda. Se ubicará dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Querétaro, abarcando una superficie de 45 m² de construcción y está diseñada para ser habitada por cuatro estudiantes. Se presentarán aspectos relacionados con el análisis del sitio y estudios de volumetría. Este trabajo ejemplifica la importancia del estudio volumétrico dentro del proceso de diseño de un edificio para mejorar las condiciones del espacio interior. Además, evidencia lo indispensable que es estudiar y entender el contexto para que el volumen se adapte a su entorno y aprovechen las condiciones del mismo, reduciendo así el consumo energético de las viviendas.

1. INTRODUCCIÓN

Debido al consumo indiscriminado de recursos naturales y el uso de energías no renovables para satisfacer nuestras necesidades energéticas, se ha vulnerado el balance ecológico del planeta contribuyendo al rápido cambio global del clima (Bauer, 2010a). La industria de la construcción es, tanto la fuente más grande de emisiones contaminantes, como la más notable consumidora de energía (Williams, 2007).

Es importante que la arquitectura reflexione acerca de su relación con el entorno. Para diseñar una casa sustentable es importante empezar por entender el contexto y adaptar tecnologías simples tradicionales a diseños innovadores que se complementen con altas tecnologías para mejorar la calidad del espacio interior, alcanzar altos niveles de confort y sumar al ahorro energético.

El diseño pasivo usa al sol, viento, materiales de construcción, masa térmica y orientación para calentar, enfriar e iluminar espacios habitables mejorando su calidad espacial (Reyes, 2007). La geometría del edificio, resultado de un minucioso análisis del sitio, es la primera aproximación al diseño pasivo y sustentable.

El proyecto de "Minihaus" (Drexler, 2012) es un ejemplo de un volumen que se adapta a su sitio. Esta casa experimental ubicada en un centro urbano, obtiene de una superficie de 29 m² un área útil de 150 m². Asimismo, sobre el cubo del elevador de un edificio existente, se ahorma un volumen compacto y de geometría oblicua llamado "P.A.R.A.S.I.T.E." (Korteknie, 2001). Ésta construcción agrega valor a una zona industrial abandonada y es un prototipo de casas ecológicas, ligeras, flexibles y de bajo costo (Detail Online). Ambos proyectos, además de utilizar la infraestructura disponible, hacen uso eficiente del espacio. Por otro lado, el proyecto Soe Ker Tie (Detail, 2010) utiliza la forma para promover la ventilación natural y captar el agua. Éstas fueron construidas con técnicas y materiales de la región y plantean un diseño innovador, atractivo y adecuado al entorno. Todos estos proyectos aportan a formas de construcción sustentable.



A continuación se presenta el proceso de diseño del volumen de una “Casa Solar Experimental” (CSE), parte de un proyecto interdisciplinario de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), que se ubicará sobre un edificio existente dentro de la Universidad, que habitarán cuatro estudiantes en una superficie no mayor a 45 m². La casa deberá causar el menor impacto al medio ambiente, haciendo uso eficiente de la energía utilizando el sol como fuente lumínica y de electricidad. La geometría resultante deriva del estudio realizado de las condiciones del sitio, el clima y las necesidades del usuario.

2. METODOLOGÍA

El proceso de diseño de la “Casa Solar Experimental” se inició estudiando los datos climatológicos, las condiciones del sitio y las necesidades del usuario. Aprovechar las propiedades climatológicas y físicas del lugar aportan a la reducción del consumo energético de los edificios y sirven para tomar decisiones de diseño, la orientación y la distribución del programa arquitectónico.

Clima: Los datos climatológicos que a continuación se presentan fueron obtenidos de la Comisión Estatal de Aguas (CEA) y corresponden a los años 2011 - 2013 de la ciudad de Santiago de Querétaro. Estos muestran que la temperatura anual promedio es de 19.3°C, siendo la temperatura máxima de 34.8°C y la mínima de 1.3°C, siendo abril, mayo y junio son los meses más calientes. Los vientos dominantes provienen del Noreste con una velocidad promedio anual de 4.70 km/h. La ciudad recibe un promedio anual de 228.6 W/m² de radiación solar con un valor máximo de 1362 W/m². En el año 2012, a excepción del mes de diciembre, se recibió más de 1000 W/m² al mes. Conociendo la temperatura máxima y mínima mensual del sitio ayuda a determinar el valor de la temperatura de confort (T_C). El confort térmico representa las condiciones en las cuales un individuo, nativo de la región, tiene sensación de bienestar dentro de un edificio que no utiliza aire acondicionado ni calefacción y se obtiene con la siguiente fórmula (Ec.1) (Roaf, 2007a):

$$T_C = 0.534 (T_{\text{mean}}) + 11.9. \quad \text{Ec.1}$$

La poca diferencia entre la temperatura de confort y la temperatura exterior (Cuadro 1) permite que la CSE tenga una envolvente más permeable para promover la ventilación natural, reduciendo así costos energéticos para enfriar o calentar sus espacios.

Cuadro 1. Temperatura de confort (T_C) para la ciudad de Santiago de Querétaro¹.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T _{media}	15.65	18.00	16.60	20.75	23.50	23.40	21.60	21.65	19.70	18.10	15.05	16.65
T _C	20.25	21.51	20.76	22.98	24.44	24.39	23.43	23.46	22.42	21.56	19.93	20.79

¹ Datos proporcionados por la CEA, Querétaro, noviembre 2014.

Condiciones del Contexto: la casa solar experimental se ubicará sobre un edificio existente de un nivel que forma parte de un complejo académico dentro de las instalaciones de Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Se analizaron las condiciones del sitio de manera empírica, a base de observaciones realizadas en las visitas al mismo, levantamientos fotográficos y mediciones. Se utilizó GoogleEarth para ubicar y obtener distancias aproximadas a diferentes servicios. También se realizó un estudio de ruido utilizando un decibelímetro (marca Steren HER-402) haciendo mediciones de un minuto a diferentes horas del día en diferentes días de la semana .



En el entorno inmediato hay principalmente espacios educativos. Sobre la fachada norte del edificio existente hay una serie de árboles que agregan al valor de la calidad del sitio, sirviendo de barrera visual entre las aulas y la CSE. Dentro de las instalaciones hay estacionamientos y áreas deportivas. Al lado poniente se colinda con la Avenida 5 de Febrero, que es a su vez la carretera Federal No. 57. Circundando la UAQ se ubican diferentes servicios como parques, centros de salud, misceláneas, restaurantes y cafeterías. Además es fácil acceder al transporte público. Al oriente se encuentra el centro histórico de la ciudad. Toda esta infraestructura está a distancias caminables, lo que promueve un estilo de vida sustentable.

La CSE se encuentra bien ubicada por su cercanía a diferentes servicios, parques y al centro de la ciudad, pero el hecho de estar emplazada dentro de la UAQ y su cercanía a la Av. 5 de Febrero representan retos para el diseño. La privacidad del usuario se ve afectada por estar situada en una zona académica pública y su cercanía a la Av. 5 de Febrero puede causar molestias por el ruido ocasionado por el tráfico. El rango del nivel de sonido recomendado para espacios de descanso y recuperación es de 10 dB y para espacios de estudio es de 40 dB (Bauer, 2010b). De acuerdo a las mediciones realizadas en el sitio, el nivel del sonido se encuentra sobre los 65 dB. Sonidos sobre 60 dB ya entran al rango de ruido irritante.

Se realizaron simulaciones de asoleamiento a siete volúmenes diferentes a las 9, 12 y 18 h los días 21 de junio y 21 de diciembre. Con base en estos estudios se escogió el volumen más adecuado para el sitio y el que tuviera el mejor factor de forma (relación superficie/volumen: $A/V = 1.37$) para el clima de Santiago de Querétaro. Se utilizó el método llamado Energy Mapping (Drexler, 2012) para medir las horas de sol sobre las fachadas e identificar el potencial que ofrece la superficie de las fachadas para obtener energía solar para satisfacer las necesidades energéticas de la casa.

Las Necesidades: El programa arquitectónico sugerido para una casa de 4 estudiantes es: cocina, sala/comedor, módulo sanitario con regadera, una recámara, un estudio, área de servicio y limpieza y dos terrazas. Sin embargo, la casa puede tener diferentes usos y habitantes durante su ciclo de vida. Se continuó por realizar distintos diagramas de funcionamiento y zonificaciones. Los espacios se orientaron hacia un patio para proporcionar mayor privacidad al usuario. Las zonas de descanso y estudio se han distanciado del foco de ruido. El área de estar y la de comer se englobaron en una misma zona para ahorrar espacio y se ubicaron en el flanco poniente de la casa.

3. RESULTADOS

Volumen (Figura 1): La casa es un cuerpo esbelto en forma de “U” con un flanco poniente de 5 m de altura y flanco oriente de 3 m. La esbeltez del cuerpo y la forma de “U”, que genera un patio interior, facilita la ventilación natural cruzada e iluminación natural indirecta al interior del edificio. Las habitaciones de la casa se orientan principalmente hacia este espacio abierto, lo que agrega confort visual y acústico, además de ofrecer privacidad al habitante (Figura 2).

El flanco poniente: Este cuerpo ha sido elevado a 5 m para aislar las zonas de descanso y estudio del ruido generado por el tránsito de la Av. 5 de Febrero. Este elemento proyecta sombra al patio y sirve de barrera contra el calor de las tardes originado por la directa radiación solar del poniente. La altura de este cuerpo propicia el cambio de presión ocasionando que los cuerpos de aire calientes se eleven y los fríos desciendan alejando el calor del espacio habitado. Este volumen captará el viento dominante del Noreste y si se le colocan ventanas bajas y elevadas, el cambio de temperatura impulsará el efecto chimenea, lo que creará corrientes de aire fresco al interior (Roaf, 2007).

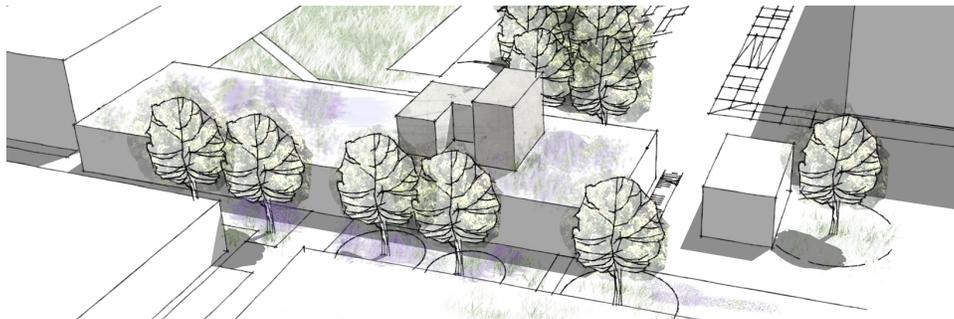


Figura 1. Volumen de la Casa Solar Experimental dentro del contexto.

De acuerdo al *Energy Mapping* la casa recibe una incidencia solar de 13 horas en verano y 11 horas en invierno. La intensidad del asoleamiento y el número de horas con incidencia solar varía de acuerdo a la orientación de la envolvente. Debido a que el sitio recibe más 1000 kw/m^2 en promedio al año, se puede hacer uso eficiente de paneles solares para producir electricidad e incorporar el uso de calentadores solares. La superficie de la envolvente también permite usar el sol como fuente lumínica, sin embargo, los estudios de asoleamiento muestran que la fachada poniente deberá protegerse de la radiación solar para evitar el sobre calentamiento de los espacios interiores.

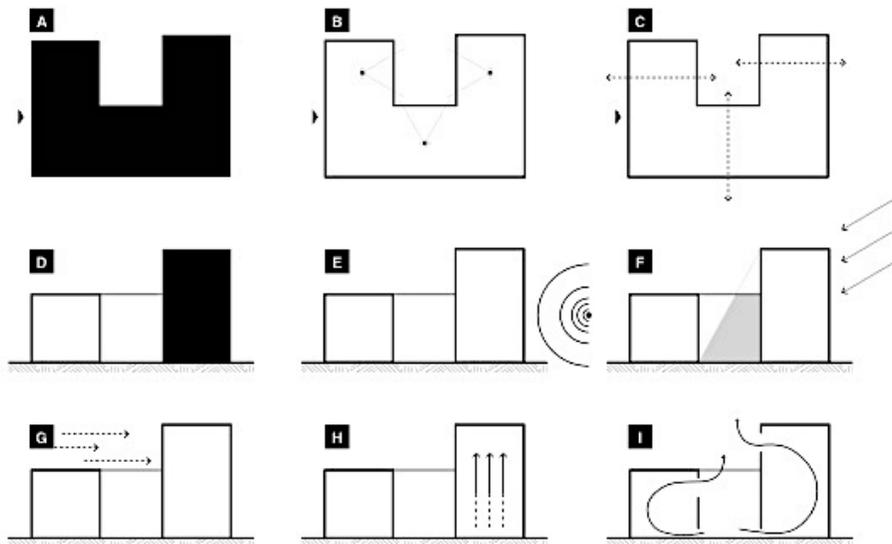


Figura 2. Diagrama de cualidades aportadas por el volumen. **A:** planta en forma de "U". **B:** espacios orientados hacia el patio, privacidad. **C:** ventilación cruzada. **D:** flanco poniente más alto. **E:** protección contra el ruido. **F:** protección contra radiación directa del poniente. **G:** captación de los vientos dominantes. **H:** cambio de presión entre temperaturas bajas para alejar el calor del habitante. **I:** efecto chimenea.



4. CONCLUSIONES

Es un reto diseñar un espacio en el cual se realizan las más vitales y privadas actividades humanas, como lo es la casa, en entornos y condiciones desfavorables como se presentan en este proyecto.

Este trabajo ejemplifica la importancia del estudio volumétrico dentro del proceso de diseño de un edificio para mejorar las condiciones del espacio interior. Asimismo, evidencia lo indispensable que es estudiar y entender el contexto para que el volumen se adapte a su entorno y aprovechen las condiciones que el mismo ofrece.

El volumen que se presenta es producto de un estudio profundo del contexto aunado a las necesidades del usuario. La geometría resultante posibilita la ventilación e iluminación natural al interior del edificio; agrega confort visual y acústico; ofrece privacidad al usuario; protege de la radiación solar del poniente; propicia corrientes de aire fresco para mejorar la temperatura al interior de la casa; tiene una superficie adecuada de envolvente para que se genere electricidad a través de la integración de paneles fotovoltaicos.

Todas estas cualidades suman al ahorro energético de la vivienda, haciéndola más amigable con el medio ambiente. Sin embargo, estas medidas no son suficientes para detener el deterioro de los recursos naturales y el calentamiento global. Nuestros patrones habituales de consumo de energía y recursos naturales también deben cambiar y nuestros estándares de calidad de vida deben repensarse.

Se agradece el patrocinio del proyecto a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, y a la Dra. Marina Herrera Pantoja, Gerente de Hidroclimatología, Comisión Estatal de Aguas, Querétaro, Qro., por proporcionar los datos climatológicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. M. Bauer, P. Möhle, M. Schwarz, "The Motivation behind the Green Building Idea", in *Green Building: Guidebook for Sustainable Architecture* (Springer-Verlag, Alemania, 2010a), p. 14.
2. M. Bauer, P. Möhle, M. Schwarz, "Green Building Requirements", in *Green Building: Guidebook for Sustainable Architecture* (Springer-Verlag, Alemania, 2010b), pp. 40-41.
3. H. Drexler, S. El khouli, "Forschung am Entwurf Minimum Impact House", *Nachhaltige Wohnkonzepte: Entwurfsmethoden und Prozesse* (Detail, 2012), Kapitel 7.2, pp. 108-119.
4. R. Korteknie, M. Stuhlmacher, *Parasite Las Palmas*, 2001, Consultado el 2 de abril de 2015 en: <http://www.kortekniestuhlmacher.nl/?q=node/9>
5. J. Reyes, M. Rose, *Creating Sustainable Communities: A Guide for Developers and Communities*, New Jersey Department of Environmental Protection, 2007, Consultado el 28 de septiembre de 2014 en: http://www.state.nj.us/dep/opsc/docs/Active_Solar.pdf
6. S. Roaf, M. Fuentes, S. Thomas, "Ventilation", *Ecohouse: A Design Guide* (Elsevier Ltd., 2007), Chapter 5, pp. 112-119
7. D. E. Williams, *Sustainable Design, Ecology, Architecture, and Planning* (John Wiley & Sons, 2007), p. xvi.
8. A Parasite for Rotterdam, Detail Online, Consultado el 2 de abril de 2015 en: <http://www.detail-online.com/inspiration/a-parasite-for-rotterdam-106657.html>
9. "Sleeping huts for orphans in Noh Bo, Thailand", Revista Detail, Editorial Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG. Serie 2010, 11, Lightweight Construction, pp. 1174-1177