

# Impacto de la Visualización de Información e Interpretación de Gráficas de Herramientas de Simulación Energética en la Toma de Decisiones de Diseño

Impact of Information Visualization and Interpretation of Graphs Energy Simulation Tool in Design Decision-Making

**Alex González Cáceres**

Universidad del Bío-Bío, Chile

alex.gonzalez.caceres@gmail.com

**Cristian Muñoz**

Universidad del Bío-Bío, Chile

cristianmunozv@gmail.com

**Laline Cenci**

Universidad del Bío-Bío, Chile

lalinecenci@gmail.com

## Abstract

Simulation programs are an important tool to reduce building energy demands. However, there are difficulties that limit the use of these applications including the understanding and interpretation of the results. Due to the uncertainty regarding the reading and interpretation of results leading to design decisions, we propose a graphical display analysis, both scientific and information, charts, tables, diagrams, etc. Which apply to both energy simulation tools as complementary programs. It seeks to establish what tools have the greatest impact in the analysis process and how it influences the design decisions.

**Keywords:** Process design; Graphic display; Energy simulation Software; Analysis of results.

## Introducción

Los programas de simulación son una herramienta importante para reducir la demanda energética. No obstante, existen dificultades que limitan el uso de estas aplicaciones, entre ellas, la comprensión e interpretación de los resultados (Donald Greenberg, 2013). Para los arquitectos pasa a tener una importancia mayor, ya que al despreciar detalles de la información que entrega el software tienden a simplificar los resultados generando una evaluación incompleta y simplificada del problema, por consiguiente no se obtiene una solución óptima (Hensen, 1994). La literatura señala que los arquitectos, buscan en el programa una mayor relación con el lenguaje de la profesión, establecer estrategias de diseño, comparar resultados, presentar informes que visualmente permitan al cliente comprender los beneficios del diseño (Shady Attia, 2012). Para el arquitecto eso adquiere una relevancia por sobre los especialistas en las primeras etapas de diseño, donde el nivel de detalle en la descripción física es mínimo, y es donde precisamente tiene mayor impacto por lo que recae en él, la responsabilidad por el diseño y el impacto de este sobre la demanda energética. Es por esto que a medida que mejor interpretación se hace de la información obtenida, mejores son las decisiones de diseño y por ende mayor el impacto en los resultados (Laiserin, 2003). No obstante, la visualización es un aspecto que poco se ha desarrollado en los programas de simulación, debido a que hay un mayor énfasis en mejorar el motor de cálculo por sobre la presentación de los resultados

(Shweta Srivastav, 2009). Debido a la incertidumbre que presenta la lectura e interpretación de resultados conducentes a decisiones de diseño, se propone un análisis de gráficas de visualización, tanto científico como de información, gráficos, tablas, diagramas, etc. los cuales se aplican tanto en las herramientas de simulación energética como en los programas complementarios a ellas.

De acuerdo con la literatura, es bastante claro que las primeras etapas de diseño son claves en el desempeño energético de las construcciones, ya que en estas se encuentran las decisiones críticas que determinarán la eficiencia del diseño (por ejemplo el azimut del edificio, masa, área vidriada, etc.) (OBANYE, 2006). Diversas herramientas han sido desarrolladas para este propósito, las cuales suelen tener como usuario objetivo a arquitectos y estudiantes. Por otra parte, en etapas más avanzadas las posibilidades de mejorar el diseño se reducen a cambios de materiales o mejoras de los sistemas mecánicos, las posibilidades de mejorar las prestaciones energéticas se reducen bastante en comparación a otras fases, las herramientas de simulación a su vez resultan ser muchos más complicadas en términos de conocimiento y aprendizaje, por lo que generalmente su aplicación se reduce a especialistas.

Independientemente de la herramienta utilizada y de la etapa de diseño en la cual se está desarrollando el estudio de distintos fenómenos, es necesario obtener un resultado preciso del

desempeño energético y ambiental y, que estas estén incorporadas en la práctica del arquitecto de manera apropiada para asegurar la correcta implementación del software. Para ello se recomienda sobre todo comprender la herramienta independientemente de la complejidad del software y de la etapa de diseño en la que se esté trabajando. No obstante el entendimiento de la información obtenida por el programa se va complejizando, por lo que el medio gráfico para interpretar dichos datos cobra una mayor importancia, por ejemplo en los estudios paramétricos, donde es necesario visualizar como se comportan distintas variables simultáneamente. (Mourshed, 2003).

## Objetivo

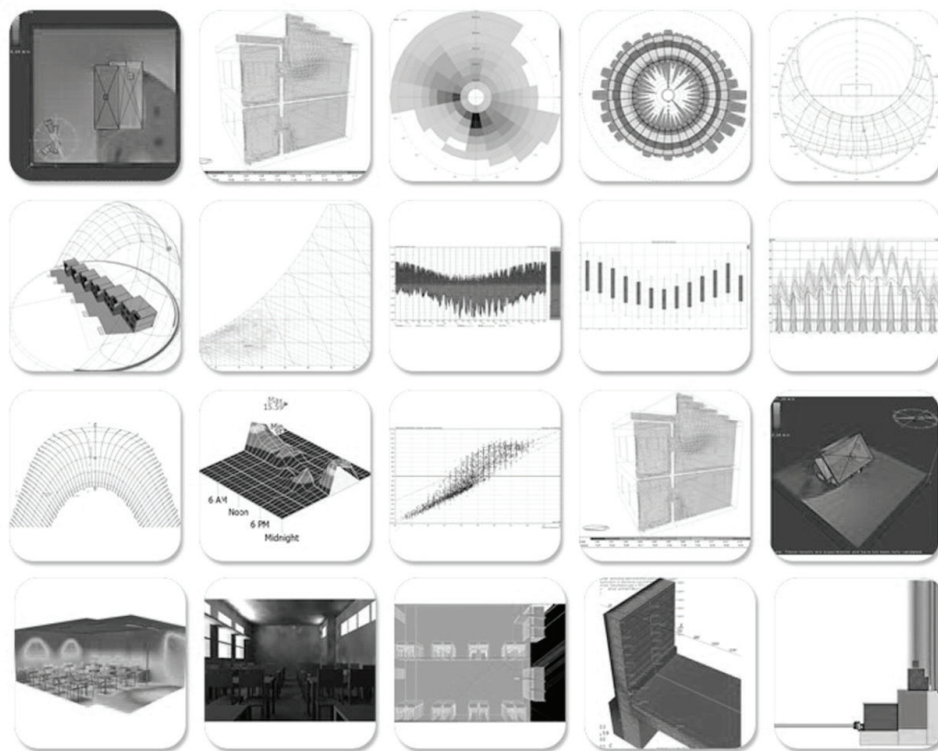
Para comprender cuáles son los aspectos gráficos que más influyen en la comprensión de resultados se indaga bajo dos etapas de diseño, tempranas y avanzadas, dado a que las necesidades y la forma en que se entrega la información podrían ser divergentes debido al tipo de usuario y a la cantidad de datos que se requiere representar y analizar.

## Metodología

El estudio se desarrolla bajo dos actividades principales, una para la evaluación de las gráficas en las etapas tempranas de diseño y otra en los detalles avanzados. Existe una gran variedad de programas de simulación que tienen incorporado módulos de visualización de archivos climáticos, dado a que esta información es básica para iniciar un estudio de desempeño energético a través del diseño.

Como en las primeras etapas de diseño la base teórica requerida es bastante menor en comparación a fases más avanzadas, se desarrolló esta parte de la investigación por medio de estudiantes de pregrado que participaron en un curso de Ecotect® con la finalidad de desarrollar el diseño simple de una vivienda con estrategias pasivas. Los alumnos participaron de clases básicas sobre bioclimatismo en específico del factor forma según las condiciones climáticas, finalizado el módulo se evaluó su capacidad de analizar un clima desconocido para ellos. La actividad se desarrolló utilizando distintos software que cuentan con distintas gráficas para representar los distintos fenómenos climáticos (Weather Tool®, Dview® y Climate Consultant®)- Figura 1. Debido a la dificultad en el proceso de enseñar esta herramienta y con el fin de alcanzar un nivel óptimo se evalúa el desempeño de los programas por sus gráficas de datos de archivos climáticos que muestran aspectos más generales para el desarrollo de simulaciones, pero fundamentales para su aplicación en el diseño.

Para la segunda actividad, se desarrollaron entrevistas a especialistas en distintos ámbitos que impactan en el diseño: expertos en confort térmico; puentes térmicos; acústica; ventilación; iluminación natural y artificial. Los expertos se refirieron sobre el uso y aplicación de gráficas de datos para la comprensión de los fenómenos que se estudian y sobre el universo de herramientas disponibles para dicho análisis. Mediante esta información se logró una selección de gráficas para cada fenómeno que fueron aplicadas y evaluadas a través de alumnos con conocimientos avanzados –magister



**Figura 1:** Gráficas presentes en los software que utilizan los especialistas, comúnmente aplicadas por ellos para el desarrollo de informes y en menor escala para análisis. Imágenes del autor.

en sustentabilidad. Se les presento y explico cómo leer los distintos gráficos sugiriéndoles cómo podrían fortificar decisiones de diseño, finalmente se evaluó de manera grupal un diseño de vivienda colectiva y como esta se comporta bajo las condiciones climáticas de la localidad. Estos, aplicaron los distintos programas y gráficas para cada fenómeno con tal de resolver una problemática específica para un diseño de una vivienda.

Finalmente se pudo verificar cuál de las gráficas de los programas de visualización permitía interpretar de mejor manera la información para su incorporación en la etapa temprana de diseño, entregando resultados más asimilables y completos. Se buscó establecer qué herramientas son las que tienen mayor impacto en el proceso de análisis y cómo éstas influyen en la toma de decisiones de diseño. A continuación, en la Figura 2, se puede apreciar distintas gráficas de visualización de datos climáticos aplicadas en las distintas etapas de diseño.

### Discusión y Resultados

Las plataformas de software más utilizadas desarrolladas para la visualización de datos climáticos emplean un enfoque de la herramienta de diseño bastante generalizado. En lugar de proporcionar visualizaciones especializadas apropiadas para cada

uno de estos casos, se producen gráficos genéricos que tratan de aplicar todos los fenómenos en ellos Invalid source specified.. Buscando el impacto más amplio posible, estas herramientas se presentan como fáciles de usar y apropiada en una amplia gama de climas, microclimas, tipologías edificatorias, actividades de construcción, sistemas de materiales y necesidades humanas. Esta indiferenciación es una respuesta apropiada teniendo en cuenta la diversidad del medio ambiente construido y la enorme cantidad de visualizaciones que serían necesarios para hacer frente a esta diversidad con una especificidad adecuada.

Inicialmente se especuló que las gráficas de visualización de algunos fenómenos ambientales asociados al diseño bioclimático pudieran tener un mayor impacto en las soluciones finales de diseño. Un aspecto importante para la comprensión de la visualización de resultados fue la realización de entrevistas a diferentes especialistas en áreas específicas de diseño, como ventilación, acústica, iluminación etc. que han declarado que las gráficas fundamentalmente son parte de presentación de resultados y que no participan puntualmente de las decisiones de diseño. Para los expertos, los indicadores numéricos ejercen un papel de mayor importancia, excepto en la concepción del diseño de iluminación artificial que hace uso de gráficas de amplitud y tipo de luz para las lámparas.

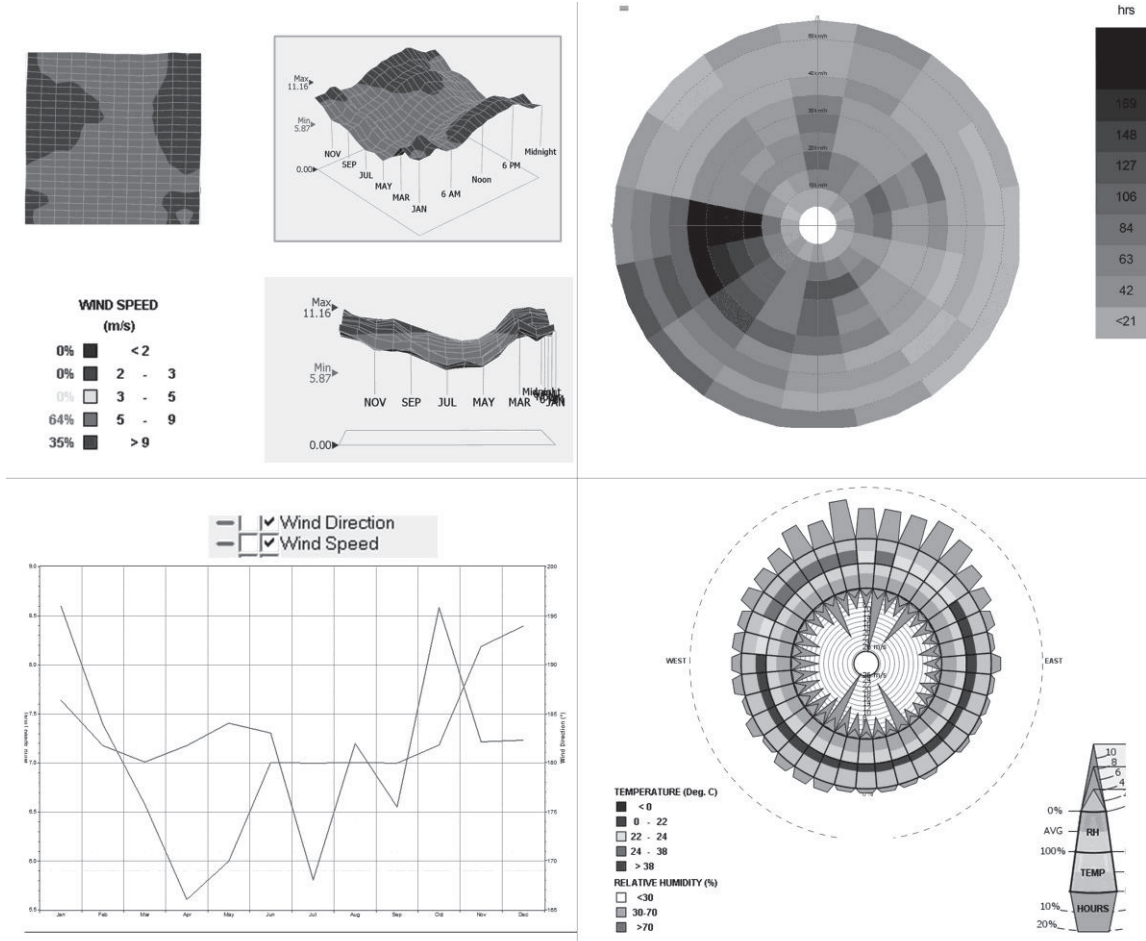


Figura 2: Gráficos utilizados para el análisis de viento presentado a los alumnos de magister y de pregrado.

De las entrevista a los expertos se pudo constatar que existen gran similitud entre los entrevistados al momento de referirse a las gráficas. En general su aplicación en su labor diario las gráficas pasan a un segundo plano, ya que la experiencia obtenida les ha permitido identificar mediante resultados duros de las simulaciones, datos suficientes para detectar cuáles son las necesidades del diseño. Otro aspecto interesante es que en la totalidad de los expertos entrevistados utilizan gráficas como un medio para explicar al cliente las decisiones que se requiere tomar. Así mismo, se logró concluir que existe una relación en la visualización de datos, la comprensión de los fenómenos que requieren cálculos para elaborar diseños efectivos. Distintos factores definen su evaluación principalmente el tiempo que demora este proceso de lectura y análisis, que suele ser la etapa más laboriosa.

Con relación al resultado de los trabajos de los alumnos de magister, existe una tendencia por parte de los alumnos a utilizar graficas que son capaces de interactuar con el proceso de diseño, por ejemplo la rosa de los vientos donde es fácil situar el proyecto sobre el grafico para visualizar los datos climáticos con el diseño arquitectónico. Para ellos, las gráficas pueden ayudar a comprender mejor el fenómeno en cuestión pero no tienen un impacto decisivo en el diseño y, las gráficas que acompañan indicadores numéricos tienden a ser más valoradas. Los resultados

de pregrado mostraron que los gráficos cualitativos ayudaron a comprender mayor cantidad de información que los cuantitativos, los alumnos mostraron mayor capacidad de inferir aspectos útiles en el diseño pasivo mediante a graficas más generales, en cambio en los modelos duros solo describieron los datos expuestos en las gráficas. También, se estableció la importancia de la profundidad de los análisis resultando que, entre más diversidad de información esté presente en una gráfica, mayor capacidad de asociatividad y comprensión de los fenómenos, generando estrategias y diseños más complejos. La Tabla 1 a continuación, resume los resultados del impacto de las gráficas de visualización en distintos niveles.

**Tabla 1:** Resultado del impacto de visualización de gráficas en distintos niveles.

| Usuario                 | Impacto de las gráficas en el análisis de resultado | Uso de las gráficas como apoyo para el diseño |
|-------------------------|---|---|
| Estudiantes de pregrado | Alto  | -   |
| Estudiantes de magister | Alto  | Medio   |
| Especialistas           | Bajo  | Bajo  |

### Estrategias bioclimaticas

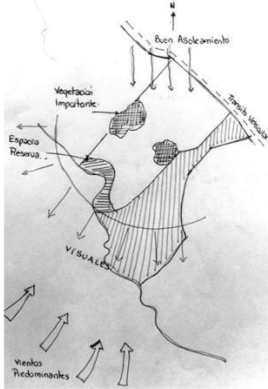
Estrategias a seguir son...

Calientamiento solar pasivo

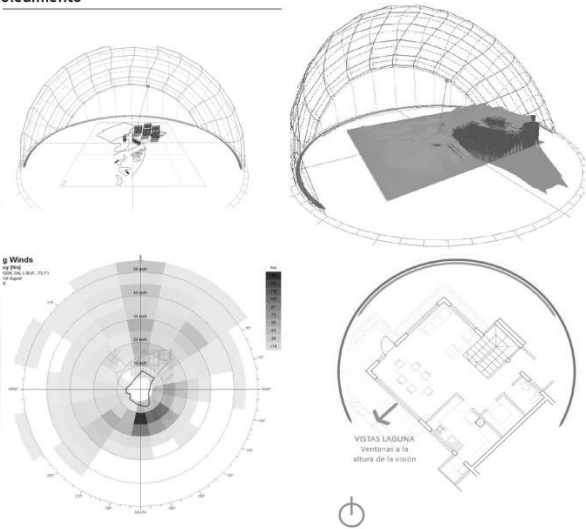
Masa termica

Ventilación natural

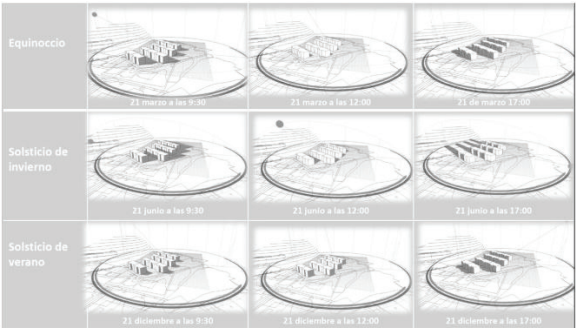
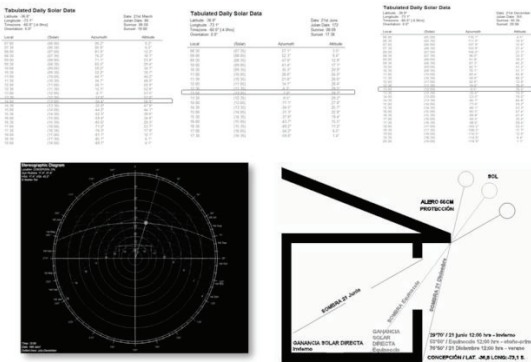
Trataremos de seguir con nuestra estrategia el estandar Pasivhaus, que exige un minimo de 20°C de temperatura interior todo el año.



Asoleamiento



Angulo del sol durante Invierno, verano, marzo septiembre



**Figura 3:** Trabajos realizados por los alumnos de magister aplicando graficas climáticas como parte integral del proceso de diseño.



En este estudio se observó una gran variedad de formas de visualización de datos que están incorporados con mayor cuidado en los programas que prestan servicio a las primeras etapas de diseño. Finalmente, la visualización de resultados cobra distintas importancias según el tipo de usuario, llama la atención que los especialistas no apliquen medios gráficos para indagar sobre los estudios que realizan, y que se apoyen solamente en los indicadores, como la demanda energética, cuando hay otros aspectos que ocurren paralelamente, como la calidad del aire, tiempo de confort, etc. Por otro lado los alumnos con menos conocimientos, son lo que mayor uso le dan a las gráficas de resultados porque quieren comprender los fenómenos y verificar sus hipótesis. Es posible al obtener este conocimiento durante la formación favorezca a integrar más las herramientas de simulación con la práctica del arquitecto.

## Agradecimientos

Universidad del Bío-Bío/ Programa de Asistencia a Eventos de Post Grado y Magister en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética; DYLUZ Efficient Lighting.

## Referencias

- Chapman, J. (1991) Data accuracy and model reliability, in BEPAC Conference, Canterbury, UK, pp. 10–19.
- Donald Greenberg, K. P. (2013, march). An experimental test bed for building energy simulation. *Energy and Buildings*, pp. 44-57.
- Hensen, J. M. L. (1994). Energy related design decisions deserve simulation approach. In *International Conference of Design and Decision Support Systems in Architecture & Urban Planning*, Technische Universiteit Eindhoven.
- Laiserin, J. (2001). Six degrees of simulation. *Computer Graphics World*.
- Mourshed, M. K. (2003). 'Integrating simulation in design.
- Obanye, I. (2006). Integrating Building Energy Simulation Into The Architectural Design Process. In *built environment education annual conference*.
- Shady Attia, J. L. (2012). Selection Criteria for Building Performance Simulation Tools: Contrasting Architects and Engineers Needs. *journal of building energy simulation*, 155-169.
- Shweta Srivastav, S. L. (2009). A review and comparison of data visualization techniques used in building design and in building simulation. *Eleventh International IBPSA Conference* (pp. 27-30). Glasgow, Scotland: Building Simulation.