

**Tecnología ecológica  
 en la edificación arquitectónica**

**Jacobo, Guillermo José**

*Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano - ITDAHu*

*Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional del Nordeste – FAU-UNNE*

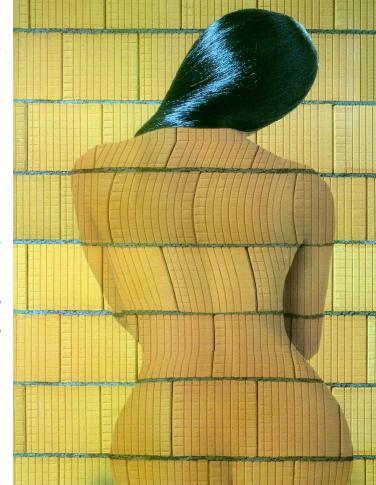
*Avenida Las Heras N° 727 – (3500) Resistencia – Provincia del Chaco – República Argentina*

*E-Mail: gjjacob0@arq.unne.edu.ar*

**ANTECEDENTES**

Los conceptos “Economía” y “Ecología” son en principio considerados como opuestos, pero han devenido en un acercamiento en los últimos tiempos. Si se trae a la memoria, de que manera y amplitud se realizó el cambio hacia una arquitectura ecológica, es necesario recordar que el concepto “*Construcción con la naturaleza*”, fue luego sustituido con el de “*Construcción Biológica*” y posteriormente con el de “*Construcción alternativa*”. El movimiento ecológico internacional es el responsable del mito sobre la “*Construcción Ecológica*”, pues este concepto se lo implementó radicalmente en la práctica. Muchos han tomado distancia de esta disputa y se iniciaron otros caminos futurista para una cambio ecológico en la construcción, pues han intentado con cierto éxito implementar los dos conceptos opuestos, en actividades prácticas productivas en un amplio sentido. Este avance sostenido en el pensamiento ecológico es posible observar en el campo de la construcción si se comparan las primeras disposiciones técnicas y de diseño para captar pasivamente energía solar en la edificación por medio de solarios y galerías vidriadas perimetrales con las actuales carpinterías integrales de triple capa vidriada y doble cámaras de aire intermedias. El aspecto ecológico de la construcción es actualmente reconocido por los involucrados en el quehacer arquitectónico. Esto es válido también para los materiales de la construcción y sus procesos de producción, pues muchos reconocen las ventajas de los materiales naturales, como la construcción con “*adobe cocido*”, en cuanto al menor consumo de energía primaria durante el uso del objeto arquitectónico, no así en su producción como material de construcción. Básicamente se reconoce que la debida utilización de materiales adecuados en la edificación reduce riesgos de buen funcionamiento económico del objeto arquitectónico. Una mezcla de intereses contrapuestos, falta de conocimientos técnicos fundamentados, usos de modismos constructivos, ser por ejemplo el “*High-Tech*”, todo considerado como *panacea total de los problemas de habitabilidad*, posibilitan que la “*arquitectura ecológica*” sufra constantemente de retrocesos en cuanto a su aplicación masiva. Para poder clarificar el panorama se debe partir que la “*construcción ecológica está asociada básicamente con un comportamiento ecológico de los usuarios de los objetos arquitectónicos*”.

Las experiencias realizadas dentro del campo ecológico de la construcción llevan a exigir a los diseñadores, a los constructores y a los usuarios a tener más conocimientos aclaratorios, lo que implica también más normativas técnicas adecuadas con mayor formación cívica del ciudadano. *El diseño y la construcción ecológica está tomando a nivel internacional un importante rol social, particularmente en los países desarrollados, donde el desastre ecológico es palpable constantemente*. Es tranquilizante saber que no hay ningún camino especial para la implementación ecológica de la construcción, sino que con un estudio serio y concienzudo del proyecto arquitectónico, en cuanto a *ubicación geográfica, clima, orientaciones, organización funcional-espacial, provisión de energía, materiales y técnicas a emplear en la ejecución, etc.*, es posible *una implementación racional y ecológica de la edificación*. Para esto se deben explotar todos los conocimientos posibles de la “*física de la construcción*” junto con las experiencias realizadas en el campo de la “*ecología*”. Se debe partir con la premisa que “*la construcción de la envolvente constructiva debe ser tan valiosa como la piel humana*”.



**MATERIALES Y MÉTODOS**

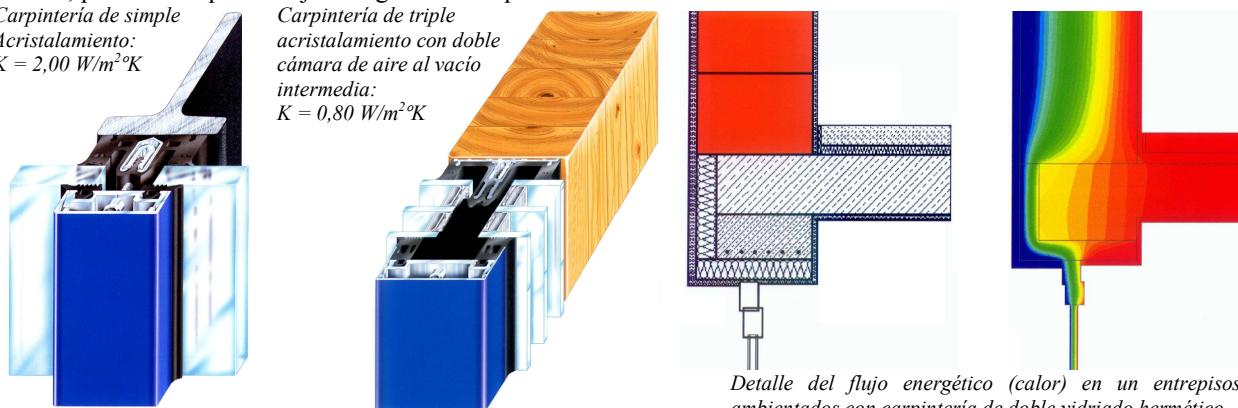
El trabajo se desarrolla partiendo de la información brindada por la bibliografía consultada (ver “*Bibliografía*”). Se estudian casos concretos relacionados a la temática, evaluando los resultados obtenidos en diferentes experiencias con el objetivo de formular recomendaciones. Se utilizan los recursos que se crean apropiados para la comprensión de la temática específica, para que sea una herramienta de consulta accesible por parte de cualquier interesado.

**DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Se exponen algunos factores que inciden en la *construcción ecológica* en relación a la habitabilidad confortable de los objetos arquitectónicos:

- CONFORT EN INVIERNO: esta depende de la calidad térmica constructiva de la envolvente perimetral y de las disposiciones técnicas, activas y/o pasivas, implementadas para alcanzar los valores adecuados de temperatura del aire y de los paramentos interiores, velocidad del aire, humedad relativa del aire, iluminación y ventilación. El valor del “*Coeficiente de Transmitancia Térmica*”, también conocido como “*Coeficiente K*” es el indicador adecuado para valorizar la “*calidad constructiva-térmica-energética de la envolvente constructiva*” de la edificación arquitectónica. Sin embargo este valor “K” no es homogéneo y constante en todos los elementos constructivos y ubicaciones en la edificación, por lo que se pueden producir “*Puentes Térmicos*” que puede generar “*condensaciones intersticiales y/o superficiales*”, los cuales son potenciales orígenes de deficiencias o “*patologías constructivas*”, que van desde las más leves, como ser “*manchas de hongos*”, que pueden afectar a la salud humana, hasta los mas graves como la

“degradación y destrucción de la envolvente constructiva”. En las cercanías de las ventanas y puertas al exterior, siempre se verifica una diferencia de la temperatura interior de 3° a 4° C, por lo que es posible experimentar sensaciones de desconfort térmico, por tal motivo, toda la normativa internacional se orienta a recomendar el uso de doble vidriado con cámara de aire y marcos de madera, como disposición técnica mínima para evitar el flujo del calor interior hacia el exterior. En la *Unión Europea* ya es obligatorio, en particular en los países del norte, el uso de carpinterías con doble cámara de aire y triple vidriado con valores promedios de “*K<sub>CARPINTERIA</sub>*” de cerca de los 0,5 W/m<sup>2</sup>K, para evitar que el flujo energético no supere el doble del valor de la envolvente constructiva.



Detalle del flujo energético (calor) en un entrepisos ambientados con carpintería de doble vidriado hermético

- **CONFORT EN VERANO:** esta en función de la calidad térmica constructiva de la envolvente perimetral, pues cuanto más pesada es la misma, más sencillo es alcanzar la aislación térmica requerida, por tal motivo, la envolvente perimetral debe verificar una gran resistencia y retraso térmico, para que los valores máximos de temperatura exterior sean retardados y amortiguados en su ingreso a los espacios interiores. Aunque las construcciones con madera no son de las más pesadas, se alcanzan situaciones de confort interior si se consideran los factores:

*\_ Superficies externas con colores claros para potenciar la reflexión de la radiación solar.*  
*\_ superficies interiores de los elementos constructivos perimetrales con ventilación constante, para minimizar la transmisión de del flujo calórico, como ser cámaras de aire ventiladas o disposiciones técnicas y de diseño que sombreen los paramentos exteriores.*

- **INFLUENCIAS DE LA RADIACIÓN SOLAR:** esta se puede determinar por medio “*diagramas solares*”, los cuales son realizables para cada situación geográfica del planeta. Sin embargo, el factor “Iluminación natural” es bastante complicado determinar exactamente, pues la densidad de distribución natural de la iluminación varía en una relación 1:5 en la iluminación indirecta. Además, todos los elementos naturales y artificiales del entorno del objeto arquitectónico (suelos, pisos, plantas, paramentos, árboles, etc.) emiten reflexiones directas e indirectas y sombras. Por último, la ubicación y tamaño de las ventanas y puertas exteriores condicionan también la iluminación natural de los espacios interiores, su ventilación y los movimientos de los flujos de calor desde el exterior al interior.

- **LÍMITES DEL DISEÑO ECOLÓGICO:** las dimensiones espacios interiores, su organización funcional y espacial y su concreción morfológica-constructiva condiciona notablemente al diseño ecológico, pues la zonificación que exige la arquitectura solar para zonas templadas y frías, es totalmente inadecuada para áreas geográficas tropicales, como por ejemplo, el uso de jardines de invierno como colectores solares pasivos sobre la edificación, es totalmente inadecuado para el verano tropical, donde se necesita una protección sombreadora, como ser *galerías con posibilidades de ventilaciones cruzadas en el interior de la edificación*.

- **PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL SITIO:** el objetivo de este factor es:

*\_ Disposiciones técnicas y de diseño para mejoramiento del microclima del sitio;*  
*\_ Desarrollar un mejoramiento del clima para beneficio del edificio por medio de vegetación,*  
*\_ Mantenimiento de la vegetación existente, en particular el arbolado autóctono;*  
*\_ Minimizar el saturamiento del suelo natural;*

- **CONSTRUCCION ECOLÓGICAMENTE ADECUADA DE LA ENVOLVENTE CONSTRUCTIVA:** Las experiencias internacionales de los países desarrollados han demostrado claramente, que el desarrollo e implementación de normas técnicas para cumplimentar las exigencias establecidas por las leyes de la física de la construcción y el estudio de las patologías constructivas ha permitido superar los principales problemas de conservación y uso racional de la energía en la edificación arquitectónica ecológica. Estos principios básicos de la física de la construcción a considerar como factor de diseño tecnológico-constructivos son:

*\_ Considerar la resistencia a la difusión del vapor de agua en los elementos constructivos multicapas;*  
*\_ Considerar el equilibrio higrotérmico de los materiales durante el período de ejecución de la obra;*  
*\_ Protección adecuada ante la lluvia y las mojaduras de las diferentes partes constructivas para evitar filtraciones;*  
*\_ Considerar los movimientos térmicos de los diferentes materiales (contracciones y dilataciones);*  
*\_ Considerar los movimientos del edificio debido a la presión y/o succión originadas por los vientos del sitio;*  
*\_ Considerar los flujos térmicos por conducción y radiación en los elementos constructivos;*  
*\_ Considerar la temperatura de rocío para determinar los puntos de condensaciones en los elementos constructivos;*  
*\_ Protección constructiva en lugar de usar productos químicos en materiales naturales (madera).*

- **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS:** el esfuerzo actual de la industria de la construcción es la de producir materiales reciclables para usos sin efectos tóxicos sobre el medio ambiente y el hombre. Debido a que en

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE**  
**Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004**

el mercado de la construcción internacional se encuentran cerca de 100.000 diferentes tipos de materiales con autorización de uso, se recomienda implementar materiales que cumplimenten los siguientes principios:

- utilizar en lo posible materiales naturales;
- preferenciar el uso de materiales de recursos naturales renovables;
- uso de materiales con menores costos de transporte y de menor consumo energético en su producción;
- evitar el uso de materiales técnicamente complejos y de sistemas tecnológicos constructivos y de instalaciones tipo "High-Tech", por sus altos costos energéticos en producción, instalación, uso, mantenimiento y eliminación.

## CONCLUSIONES

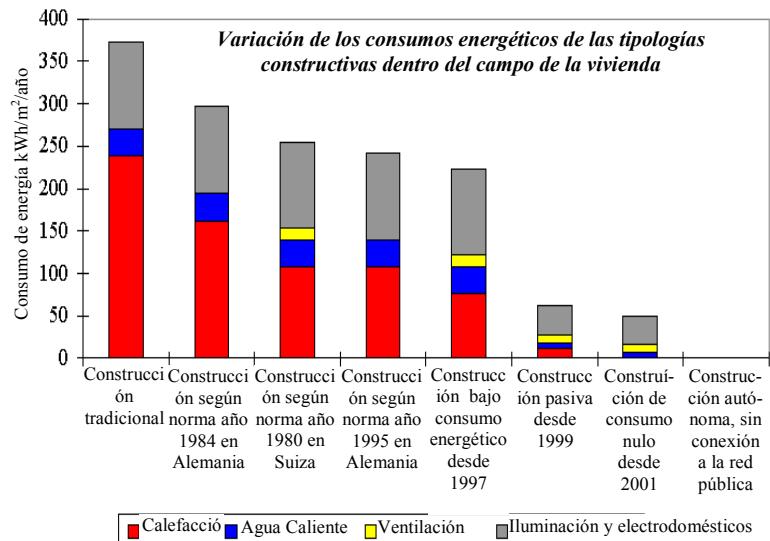
Para la construcción de una *edificación ecológica* es necesario considerar las siguientes características, las que son satisfechas en mayor medida por el material natural "madera". Sin embargo, este tipo de edificación, calificada como "*ecológica*", no es a priori totalmente amiga del medio ambiente según su menor consumo de energía que las construcciones tradicionales, las que consumen más energía o sea más combustibles fósiles, y por lo tanto causan más emisiones tóxicas al medio ambiente, sino que son materializadas con materias primas renovables y no contaminantes al medio ambiente y al hombre. Sin embargo, ¿que es en realidad una construcción ecológica?, y además, ¿Cómo se alcanza dicha calificación?: Una construcción es ecológica cuando consume un valor anual mínimo de energía por unidad de superficie construida. Este concepto se popularizó en muchos países del norte de Europa a partir de 1995 (Alemania, Austria, Suiza, Dinamarca, Suecia, Noruega, Finlandia, Holanda, Bélgica, entre otros), gracias a una política de estado de reducir drásticamente el consumo energético sin reducir el nivel y calidad de vida de los usuarios dentro del campo de la edificación, por medio de "instrumentos financieros" (créditos especiales) y "fiscales" (reducción de alícuotas de los impuestos), que se efectivizan según la presentación de "balances térmicos de consumos energéticos anuales según unidad de superficie construida", tipo declaraciones juradas obligatorias por parte de cada propietario y elaboradas por un profesional competente y matriculado (arquitecto y/o ingeniero). Las condiciones constructivas-tecnológicas para implementar este tipo de nuevas edificaciones son:

- No superar los  $40 \text{ W/m}^2\text{año}$  de consumo energético global del edificio.
- El valor "K" de la envolvente constructiva de la edificación no deben superar los siguientes valores para:
  - Paramentos exteriores y cubiertas de espacios interiores acondicionados:  $K = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
  - Paramentos exteriores y cubiertas de espacios interiores no acondicionados:  $K = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
  - Superficies de carpinterías (ventanas y puertas) al exterior:  $K = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- Constancia de "hermeticidad global de la edificación" para evitar las filtraciones térmicas por medio del viento.
- Constancia de "construcción homogénea sin puentes térmicos" para evitar condensaciones (superficiales e intersticiales) de la envolvente constructiva perimetral.
- Constancia de implementación de "sistemas de ventilación de bajo consumo energético" (pasivo y/o activo).
- Constancia implementación sistemas de calentamiento de agua de bajo consumo energético" (pasivo y/o activo).
- Constancia implementación "sistemas recuperación aguas pluviales bajo consumo energético" (pasivo y/o activo).
- Constancia de implementación de "sistemas de iluminación natural" (pasivo y/o activo).

La mayoría de las edificaciones arquitectónicas que han cumplimentado estas disposiciones técnicas han sido dentro del campo de la "vivienda", individuales y colectiva. Además, se las ha materializado con el material natural renovable no contaminante "madera", sin tratamiento químico para usos en los interiores, con valores de secado que no superan el 10%. La mayoría de las tecnologías implementadas son del tipo industrializadas y prefabricadas de paneles y marcos rígidos. Todas las carpinterías utilizadas son de madera con protección de aluminio al exterior y doble paño vidriado con cámara de aire intermedia. Los elementos constructivos perimetrales de la envolvente constructiva poseen "materiales aislantes naturales" placas y/o membranas de fibras de madera blanda con espesores no menores a los 6 cm, con un espesor total del componente que no son inferiores a los 20 cm, incluyendo terminaciones exteriores e interiores. Sin embargo, en Febrero del 2001 se puso en vigencia en la *Unión Europea* una nueva normativa referida al consumo energético de la edificación, que redujo a la mitad todos los valores antes mencionados ("K" y "consumo energético anual por unidad de superficie").

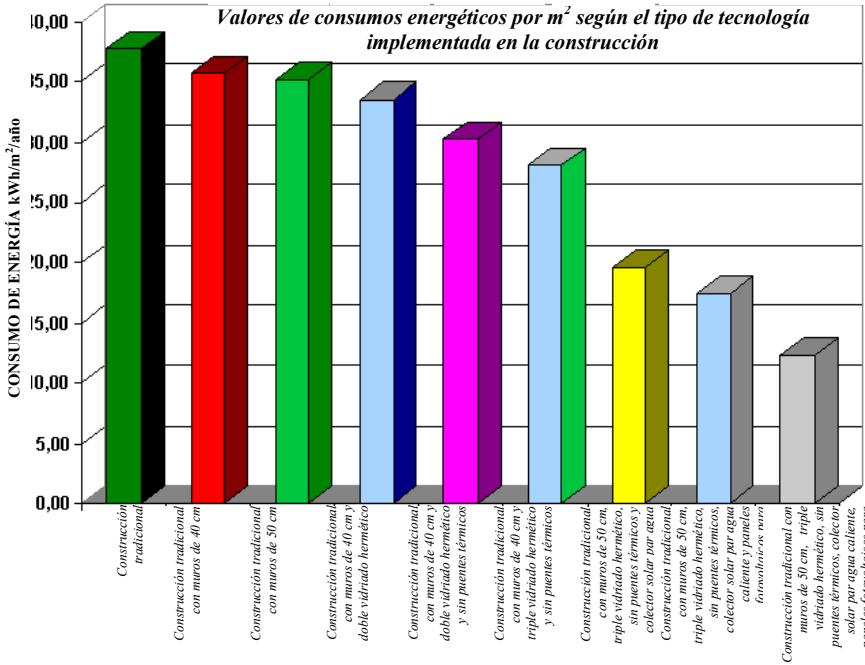
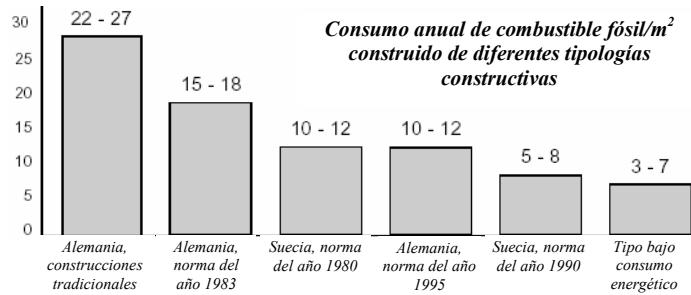
En los siguientes gráficos se puede observar la evolución de la construcción y sus consumos energéticos en los países del norte de Europa (ver en la página siguiente y en esta).

Como se observa, las construcciones ecológicas ya son reales, pero siempre que el estado tenga una participación activa, con normativas técnicas actualizadas y con un sistema de premios y castigos (fiscales y económicos) y de controles efectivos. Pero, los ciudadanos deben cumplir de manera conciente con el objetivo de mejorar la situación medioambiental del planeta. Una manera real de implementar estos conceptos es la utilización de tecnologías de la construcción con sentido ecológico, tal como es el caso de la edificación arquitectónica tipo "energéticamente pasiva" de madera que



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE**  
**Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004**

reúne todos los requerimientos antes descriptos y no supera el consumo de 3 lts/m<sup>2</sup> año de combustible fósil (ver las siguientes fotos).



*Vivienda energéticamente pasiva construida integralmente con madera en München, Alemania, 2004.*



## BIBLIOGRAFÍA

- JACOBO, Guillermo J. & ALÍAS, Herminia M. (2002), *Construcción con Uso de Técnicas Industrializadas en la Región Nordeste*. publicación “Todo Madera”, Año III, Nº 18, Agosto 2002, DF-Ediciones, Buenos Aires, Argentina.
- JACOBO, Guillermo J. & ALÍAS, Herminia M. (2002), *Construcciones en Madera mediante técnicas industrializadas en el NEA. Patologías constructivas*, publicación con referato, “Área Digital” Año I, Nº 3, Junio 2002, ISSN 1666-4191, [www.arq.unne.edu.ar/areadigital/area3](http://www.arq.unne.edu.ar/areadigital/area3).
- JACOBO, G. & ALÍAS, H. (2003), *La madera como un elemento constructivo*, “Todo Madera”, Año III, Nº 22, DF-Ediciones, Buenos Aires.
- JACOBO, Guillermo J. & ALÍAS, Herminia M. (2004), *Situación higrotérmica, energética y ambiental de la construcción arquitectónica en la Región Nordeste de Argentina*, MOGLIA Ediciones SRL, ISBN Nº 987-43-7744-5, Corrientes, Argentina.
- JACOBO, Guillermo J. & CELANO, Jorge A (2002), *El Hábitat Humano en el NEA Una perspectiva de solución desde la óptica tecnológica: Uso de la madera en sistemas constructivos*, ITDAHu-FAU-UNNE, Ediciones Moglia SRL, ISBN Nº 987-43-4556-X, Corrientes, Argentina.
- JACOBO, Guillermo & HREÑUK, Noelia (2000), *Patología de Construcción debido a causas de origen Higrotérmico de los Cerramientos en Viviendas de la Región NEA. Estudios y Soluciones para Equipamientos Habitacionales de Interés Social*, ITDAHu-FAU-UNNE, Resistencia.
- JACOBO, Guillermo & HREÑUK, Noelia (2002), *Estudio sobre la calidad de vida en equipamientos habitacionales de interés social en la región NEA: Patologías constructivas y sus efectos en relación con el usuario, las condiciones de habitabilidad y su conservación*, publicación digital “Biblioteca: ciudades para un futuro más sostenible”, Universidad Politécnica de Madrid, España, [www.hi.ee.upm.es/maqueta/tajo1/anre.html](http://www.hi.ee.upm.es/maqueta/tajo1/anre.html).
- JACOBO, Guillermo J. & HREÑUK, Noelia I. (2002), *Situación actual de equipamientos habitacionales de interés social en la región NEA: las condiciones de habitabilidad y su conservación en relación con el usuario*, publicación Digital “Boletín Hábitat”, Año 1, Nº 4, [www.revistahabitat.com](http://www.revistahabitat.com), Buenos Aires, Argentina.
- JACOBO, Guillermo & PILAR de ZALAZAR, Claudia (2003), *Ciencia al Día: Criterios e Indicadores ambientales para la construcción en la Región NEA*, publicación digital “EL Universitario”, Año 2, Nº 15, Agosto 2003 ([www.unne.edu.ar](http://www.unne.edu.ar)), UNNE.
- JACOBO, Guillermo J. & VEDOYA, Daniel E. (2001), *El confort en los espacios arquitectónicos de la Región NEA*, ITDAHu-FAU-UNNE, Ediciones Moglia SRL, ISBN Nº 987-43-4155-6, Corrientes, Argentina.
- JACOBO, G. & VEDOYA, D. (2003), *Hábitat humano, medio ambiente y energía. Análisis de consumo energético con valoración ecológico-toxicológica de rubros constructivos para obras de arquitectura en el Nordeste de Argentina*, Ediciones Moglia SRL, ISBN Nº 987-43-6784-9.
- JACOBO, Guillermo & VEDOYA, Daniel (2004), *Optimización energética en la edificación arquitectónica*, Revista “Aparejadores”, Nº 65, Marzo 2004, del Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla, España.