



DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACION INFORMÁTICA PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO DE TECHOS

Claudia Alejandra PILAR de ZALAZAR¹, Guillermo José JACOBO².
I.T.D.A.Hu. Instituto Tecnológico para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano.
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional del Nordeste.
Av. Las Heras N° 727 – C.P. 3500 – Resistencia – Chaco.
Tel /Fax + 54 (03722) 425573 – E-mail: dzalazar@arnet.com.ar - capilar@arq.unne.edu.ar

RESUMEN. El presente trabajo se basa en el desarrollo de un software de cálculo para el Comportamiento Higrotérmico de techos, para las condiciones climáticas del nordeste Argentino.

Mediante este programa, se pueden realizar los cálculos de las condensaciones superficiales, intersticiales y de transmitancia térmica de techos, previendo un usuario inexperto tanto en el conocimiento de la normativa, como en el manejo de herramientas informáticas.

El programa se encuentra actualizado a la nueva normativa de habitabilidad, incluyendo el cálculo de las condensaciones en los puntos singulares de los cerramientos.

Ha sido escrito en lenguaje Visual Basic y pretende ser una herramienta tanto para el cálculo del comportamiento higrotérmico de los techos, como para la difusión de esta problemática en el ambiente profesional de la Región, ya que cuenta con recomendaciones técnicas, interpretaciones de los resultados obtenidos y explicaciones conceptuales tendientes a la difusión de la problemática higrotérmica.

PALABRAS CLAVE. Techos – Térmico – Condensaciones – Cálculo – Aplicaciones Informáticas – Normas.

INTRODUCCIÓN

En trabajos de investigación desarrollados con anterioridad en el I.T.D.A.Hu., se detectó que el techo es el cerramiento exterior que presenta mayores inconvenientes en el intercambio higrotérmico y a través del estudio del comportamiento de las tipologías de techos más aplicados en la región, se comprobó que la respuesta a las condicionantes higrotérmicas, en especial frente al riesgo de condensaciones, era defectuoso en un amplio número de unidades de análisis.

Por ello se continua en esta línea de investigación, para proponer nuevas tipologías de techos más adecuados para nuestra región y diseñar medios de divulgación de esta problemática en el ambiente académico y por extensión al profesional de la Región NEA. Se ha vislumbrado que una estrategia válida para lograr este objetivo es crear un paquete informático haciendo uso de un lenguaje de programación sencillo como el Visual Basic.

El techo es el cerramiento exterior más problemático desde el punto de vista tecnológico de un edificio. Es el elemento más expuesto del edificio a los cambios climáticos, y su función es muy comprometida, puesto que sobre él actúan el calor, la humedad, la lluvia y el viento; y por ello debe brindar un control climático, acústico, debe controlar las visuales, las ventilaciones e iluminaciones si las hubiera. En el caso de los edificios de baja altura es el elemento constructivo más expuesto; en los de mayores alturas reviste una importancia similar, pues que se convierte un elemento único (no repetitivo) del edificio, pero que afectaría directamente, en el caso de funcionamiento deficiente del mismo, a los usuarios del último nivel del edificio, trasladándose luego el problema, si no se efectuaran intervenciones para subsanarlo, a los demás usuarios del edificio.

El desconocimiento de los principios físicos de su comportamiento, la negligencia profesional y las condicionantes económicas, son factores adversos que atentan contra el adecuado diseño de los techos, en cuanto a sus propiedades higrotérmicas, lo que se traduce en condiciones interiores de confort poco adecuadas para el desarrollo de la vida del hombre.

Las condensaciones en techos, no sólo ponen en peligro la integridad de la construcción, sino que también operan en forma negativa sobre el confort del usuario tanto en su dimensión psicológica como física, ya que la presencia de la humedad y los hongos produce un efecto directo sobre la salud de los usuarios: el agravamiento de ciertas manifestaciones alérgicas, asma bronquial, bronquitis asmatiforme, etc. (Hoffman, 1993)

¹ Auxiliar Docente de 1° - FAU – UNNE. Becaria de Posgrado SGCyT – UNNE.

² Profesor Titular – FAU – UNNE. Investigador Categoría “2” (CIN) Director de Beca de Iniciación SGCyT – UNNE.

Para diseñar correctamente los techos es necesario calcular como mínimo la transmitancia térmica y verificar el riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales. Sin embargo, en la construcción de la Región NEA se observa un alto grado de empirismo y una falta de aplicación de los principios físicos de la construcción. Los cálculos necesarios para modelizar la performance higrotérmica de los techos (así como los demás cerramientos que conforman la vivienda) no son de conocimiento difundido por gran parte de los profesionales del medio, y en el caso de que lo sean, no se llevan a la práctica debido a diversas causas: falta de tiempo, de interés ó de valoración de este aspecto tecnológico en la construcción, falta de exigencias oficiales al respecto en cuanto a normativas y/o controles, etc., y lo más importante, en muchos casos un buen diseño y ejecución implica mayores costos.

Pero, el aspecto higrotérmico no es el único olvidado, ya que los criterios ambientales de uso de materiales cuyo costo ambiental no signifique una cuenta negativa con la naturaleza y la evaluación del desempeño energético de los edificios no es aún tenido en cuenta, ni siquiera conocido por la mayoría de los profesionales de la Región NEA, en el diseño y materialización de techos, a pesar que el abordaje bioclimático y ambiental de la arquitectura actual, sugiere una atención prioritaria, para el confort higrotérmico de los usuarios, mediante el uso de energías renovables y/o tecnologías de la construcción energéticamente diseñadas (Siler, B. y Spotts, J., 1999)

El ciclo de vida de los materiales de construcción y el impacto ambiental de los procesos constructivos han sido considerados en la selección de los materiales en casos aislados. El uso de materiales renovables y reciclables se está iniciando como concepto académico y se introduce de manera tibia y lenta, tanto en el mercado de la construcción del NEA, como así también en la conciencia de los profesionales que actúan en la misma, considerando a los profesionales en relación de dependencia (privada y/ó oficial), independientes, docentes e investigadores (en diversos niveles y ámbitos).

ANTECEDENTES

Este trabajo continua con la temática de otras investigaciones realizadas anteriormente denominadas “Condicionantes Técnicas para el Diseño de la Barrera de Vapor en Viviendas de Interés social de la Región NEA” (Pilar y Jacobo, 1997) y “Estudio Tecnológico para el diseño de techos en la Región NEA en función de las Patologías ocasionadas por las condensaciones” (Pilar y Jacobo, 1999)

En ellas se concluye que es necesario el cálculo del comportamiento de los techos frente a los riesgos de condensaciones, aun en condiciones climáticas poco extremas como la de la Región NEA, ya que gran número de Unidades de Análisis, han presentado riesgos de condensaciones superficiales e intersticiales.

En la actualidad distintos entes comerciales, institutos de investigación y entes normalizadores, están desarrollando soportes informáticos orientados a facilitar la tarea del proyectista. Los programas desarrollados, según lo expuesto en el simposio de presentación de la Normativa higrotérmica, realizadas en Buenos Aires en mayo de 1998, son los siguientes (Mac Donnell, H y Mac Donnell, P. 1998).

- **“Cálculo de comportamiento térmico de los edificios”** que permite calcular los valores de K, el coeficiente G, y la carga de energía de calefacción verificando así el valor económico de una correcta aislación. Este programa ha sido desarrollado por la marca comercial de aislamiento térmico ISOTEX.
- **“ENERNORM”**, que es un conjunto de programas: base de datos (CLIMA), características de la construcción (GESMAT), cálculo de K (EVALK), cálculo de G (EVALG), que permite dominar los parámetros higrotérmicos de confort. Este programa ha sido desarrollado en el marco de un convenio entre el IRAM y la UNLP.

Además se toma como un antecedente fundamental el programa CEEMA2KCONDESA.xls, desarrollado por Centro de Estudios Energéticos y Medio Ambiente, del Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, dirigido por el Ingeniero Gonzalo (Gonzalo et al. 2000).

Como se puede observar la necesidad de encontrar mecanismo de difusión de la normativa y de facilitar las tareas del proyectista a través de herramientas informáticas, es una preocupación en organizaciones gubernamentales, entes normalizadores, universidades y entes comerciales.

DESARROLLO

El trabajo está organizado en dos ejes de desarrollo.

El comportamiento higrotérmico de los techos. Actualización de la Normativa.

Se profundiza en la investigación tecnológica de techos, estudiando nuevos materiales del mercado, analizando técnicas constructivas habituales y no tradicionales, su comportamiento higrotérmico, las patologías ocasionadas por las condensaciones, nuevas tipologías de techos, concebidas desde la óptica ambientalista, que intenta reducir el impacto en la naturaleza tanto de los materiales utilizados en la construcción, las técnicas constructivas, los gastos de los usuarios en mantenimiento y en el funcionamiento del edificio (calefacción y refrigeración). Todo esto visto desde la óptica: "NO agresión al medio y de la conformación del hábitat humano, tecnológicamente comprometido y ecológicamente responsable".

Además, se introduce el uso de la nueva normativa de habitabilidad, que aumenta las exigencias tanto en lo que respecta a la transmitancia térmica como a la verificación del riesgo de condensaciones.

La Norma 11.605/99 resultó mucho más exigente que su versión anterior, aun en el nivel más bajo de confort. Así, techos que verificaban para la normativa anterior, no verifican para el nivel más bajo de la nueva normativa. De esto podemos inferir que los niveles que se manejaron hasta ese momento resultan hoy inadmisibles y que el compromiso con una arquitectura que requiera de menos gastos energéticos para satisfacer las demandas psicofísicas de los usuarios, es hoy un tema de discusión y de acción.

En cuanto a la norma 11.630/99, introduce una nueva variable de análisis: los puntos singulares, que están constituidos por las aristas y rincones de los muros exteriores, pisos y techos. Se considera un ancho de 0,50 m desde las aristas formadas por los encuentros de los paramentos.

El cumplimiento de esta normativa no se refiere a condiciones de confort o de consumo energético, sino solo a las condiciones de salubridad e higiene de los edificios.

Desarrollo de la Aplicación Informática “Comportamiento Higrotérmico”

Se está desarrollando una aplicación informática denominada “Comportamiento Higrotérmico” para el cálculo del comportamiento higrotérmico de techos, mediante el programa Visual Basic.

Visual Basic es un sistema de programación; no se usa como herramienta de productividad, sino para crear herramientas personalizadas, es decir que es factible generar aplicaciones (programas) personalizadas para satisfacer las necesidades más puntuales (Siler, B y Spotts, J, 1998).

La ventaja de este lenguaje de programación es que permite escribir el programa al mismo tiempo que se desarrolla la interfaz gráfica. Otra característica es que se trata de una programación dirigida a objetos, ya que se crean y utilizan componentes que se contienen a sí mismos.

“Comportamiento Higrotérmico” surge como una necesidad de difusión frente a la complejidad del cálculo de techos e intenta la rápida y fácil apropiación por parte del usuario, poco entrenado o que desconoce en profundidad esta problemática.

Para su realización ha sido necesario, en principio confeccionar las siguientes bases de datos:

- Materiales de construcción: sus propiedades higrotérmicas (conductividad térmica, permabilidad y permeancia al vapor de agua) de acuerdo a las Normas IRAM vigentes, y las consultas al INTI incluyendo además, nuevos materiales de construcción con las conductividades térmicas y permeabilidades y permeancias al vapor de agua, de sus especificaciones técnicas obtenidos mediante ensayos avalados por el citado ente Normalizador.
- Temperaturas de diseño de las localidades del país.
- Relación Presión de Vapor – Temperatura de Rocío según al porcentaje de humedad (90%)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Presentamos a modo de ejemplo algunas pantallas de “Comportamiento Higrotérmico”.

“Pantalla presentación” (Figura 1) demuestra que el programa pretende ser un elemento de difusión de problemática tecnológica – constructiva.

El botón “Información Teórica” nos linkea con los resultados definitivos de la presente investigación.

El Botón “Como se realizó este trabajo”, nos da información sobre la metodología de realización del programa y del trabajo de investigación, y los créditos de su realización.

El usuario inexperto puede trabajar con los valores predeterminados de las Normas IRAM, mientras que el usuario avanzado puede personalizar completando los datos manualmente, lo que le permite evaluar situaciones no previstas en las Normas (Figura 2)



Figura 1: Pantalla Presentación.

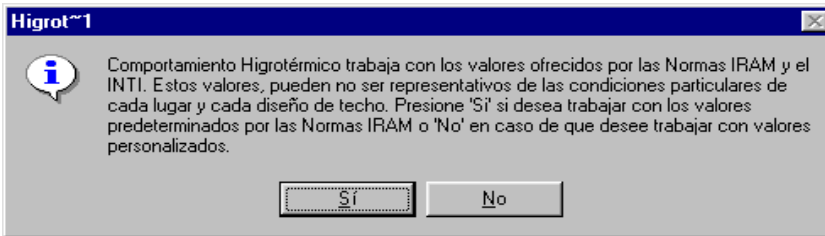


Figura 2

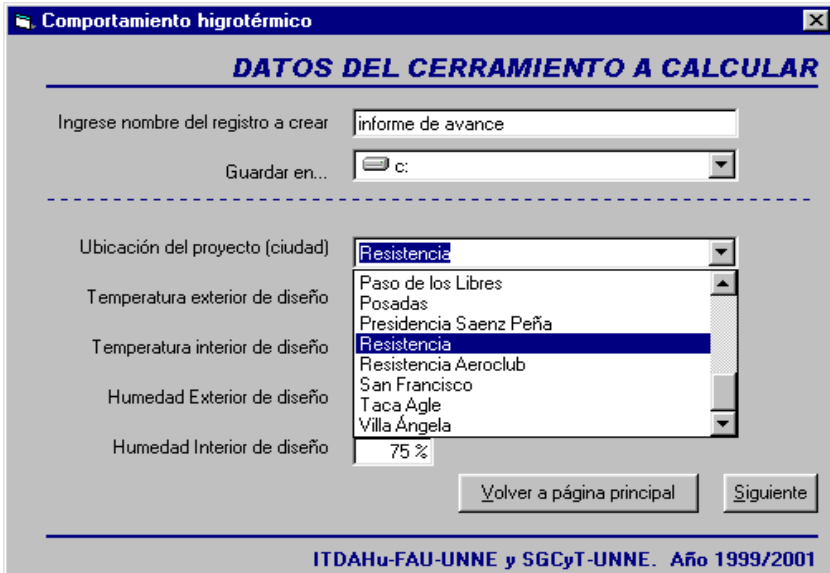


Figura 3: Ingreso de Datos

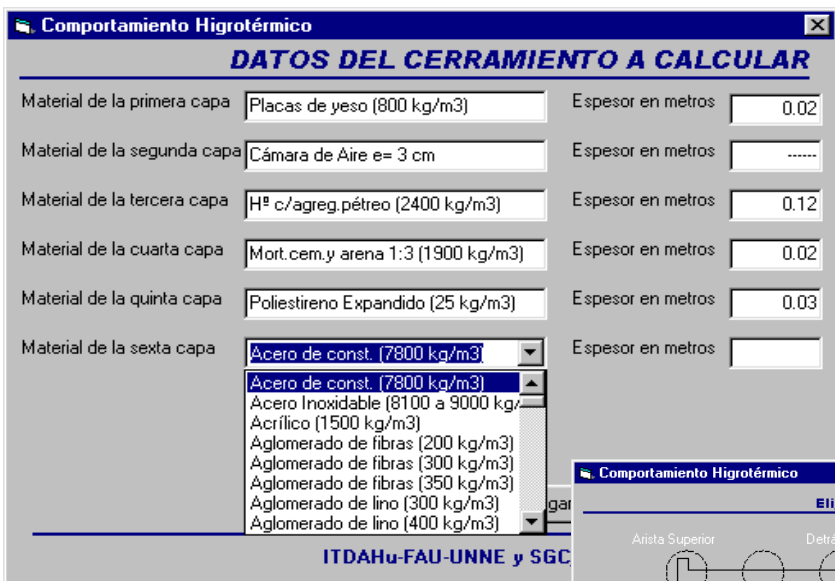


Figura 4: Capas del Cerramiento

En la pantalla “Áreas a Calcular” (Figura 5) se verifica que el programa se encuentra totalmente actualizado a la nueva normativa Higrotérmica, que mediante la novedosa Norma IRAM N° 11.630/99 introduce el cálculo de los puntos singulares (aquellos donde existe mayores posibilidades que se produzcan condensaciones).

Clickeando en el área a calcular, se pasa automáticamente a la siguiente pantalla.

La pantalla de “Ingreso de Datos” (Figura 3) se rellena solo con el nombre del archivo a crear.

Optando en el botón desplegable la localidad en la que está ubicado el proyecto, automáticamente se completan los casilleros de temperatura exterior de diseño, temperatura interior de diseño, humedad exterior de diseño y humedad interior de diseño.

En caso de que se hubiera elegido la función personalización, estos datos se completan manualmente por el usuario.

En la pantalla “Capas del cerramiento” (Figura 4) el usuario completa los materiales y espesores que componen el cerramiento, del interior al exterior, sin incluir las resistencias superficiales internas y externas, que son completadas en forma interna al programa (no visible por el usuario).

Los botones desplegables, se relacionan con una base de datos de todos los materiales contemplados en la normativa IRAM y de otros cuyos valores han sido solicitados especialmente al INTI.

De esta manera se evita errores del usuario al cargar los datos de conductividad térmica, resistencia térmica, permabilidad y permeancia al vapor de agua.

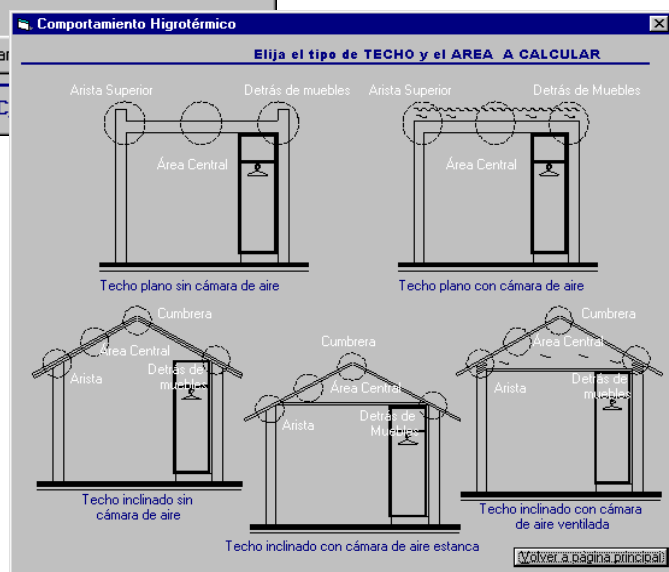


Figura 5: Áreas a calcular

La “Pantalla de Opción” (Figura 6) permite optar sobre qué cálculo se desea realizar en primera instancia.

Esto flexibiliza el uso, puesto que determinados usuarios tal vez sólo quieran verificar una parte del comportamiento higrotérmico del techo, aunque es factible realizar todos los cálculos del programa.

A modo de ejemplo, veamos la opción de cálculo de condensaciones superficiales.

La pantalla de “Condensaciones superficiales” (Figura 7) es el resultado de los datos ingresados, para las condiciones de diseño de la localidad en la que se encuentra el proyecto.

La última caja de texto de la pantalla es la que determina la existencia o no de riesgos de condensaciones superficiales en el cerramiento propuesto, en el área considerada.

En el caso de que se produzcan condensaciones aparece el botón de sugerencias.

En caso contrario se termina el cálculo o se verifica otro parámetro (condensaciones intersticiales o transmitancia térmica).

El botón modificar diseño, nos linkea a la pantalla “Capas del cerramiento” (Figura 4), para modificar algunas de las características del cerramiento, como ser los materiales, la ubicación de los mismos o sus espesores, de manera de hacerlo compatible con el cálculo de riesgo de condensaciones superficiales.

La “Pantalla de Recomendaciones” (Figura 8) intenta guiar al usuario inexperto o con poco entrenamiento en el cálculo del comportamiento higrotérmico y las consecuencias del funcionamiento defectuoso del mismo.

Cumple con la intención de que el programa se torne un elemento de difusión de la problemática y sus posibles soluciones

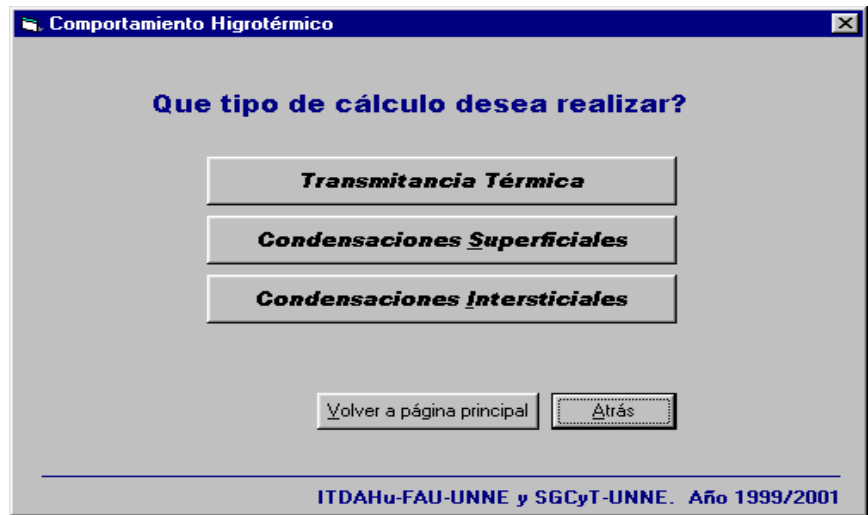


Figura 6: Pantalla de opción

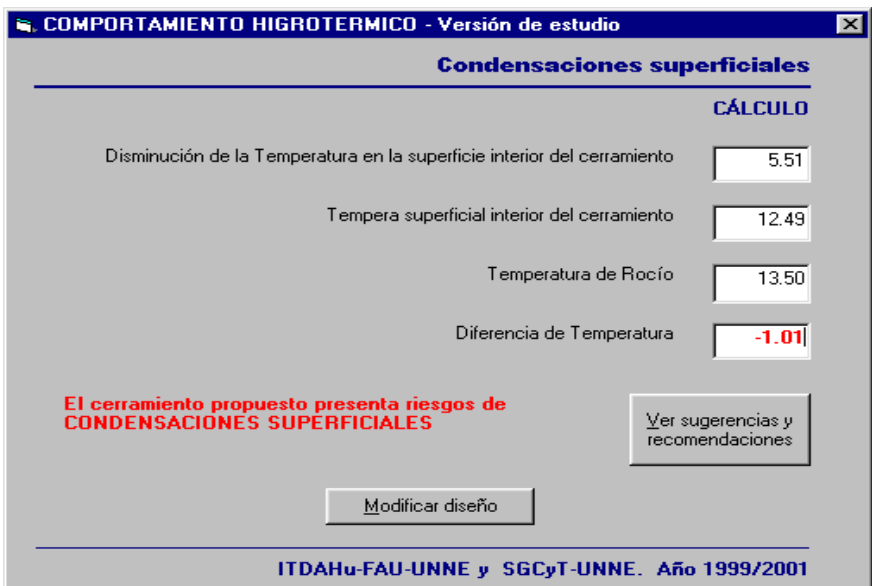


Figura 7: Condensaciones superficiales

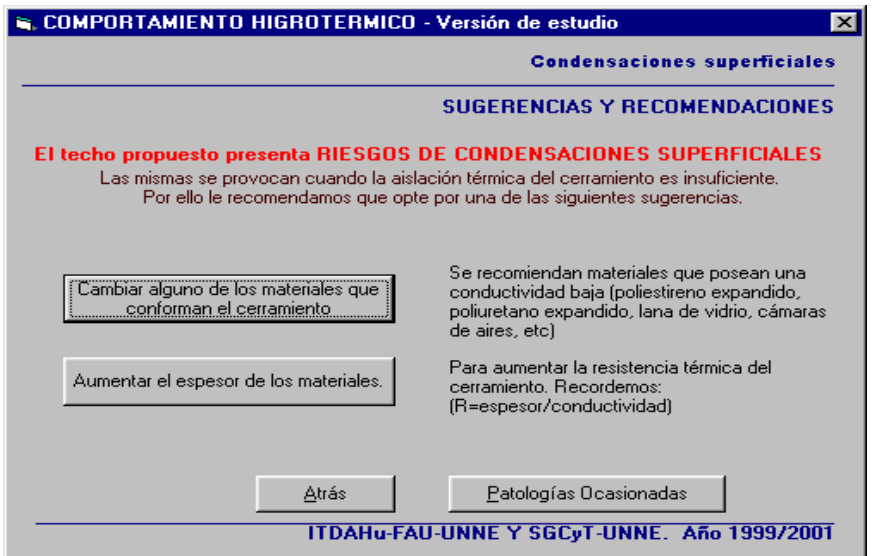


Figura 8: Pantalla de recomendaciones

CONCLUSIONES

La informática pone a nuestro alcance nuevas herramientas que permiten aliviar y acelerar ciertas tareas del hacer arquitectónico, dejando las tareas repetitivas y mecánicas a la computadora y reservando las energías y el interés para aquella tarea en la que siempre el hombre será irremplazable: la creatividad.

El comportamiento de los techos debe dejar de verse, meramente desde la óptica empírica y comenzar a aplicarse principios científicos para su diseño y posterior materialización. El elemento de la envolvente del objeto arquitectónico, denominado "techo", merece un especial cuidado de diseño no sólo de los aspectos contemplados habitualmente como el estético, sino también frente a las exigencias interiores de confort ambiental para los usos adecuados de los espacios, y también, exteriores, ya que el techo es el elemento que sintetiza la arquitectura desde su concepto más primitivo al más actual.

Es necesario que se superen la instancia de resolver los problemas mínimos: de protección de la lluvia, del viento, del sol, del excesivo calor y frío; para poder dar respuesta a otras condicionantes tenidas muy poco en cuenta habitualmente: control del riesgo de condensaciones, ventilación, ahorro energético mediante aumento de la aislación térmica y uso de materiales y técnicas constructivas que no afecten al medio ambiente.

Para divulgar la problemática ambiental de la construcción en general y su comportamiento higrotérmico en particular, es necesario diseñar herramientas de cálculo y verificación, que facilite y agilice, el proceso de "toma de decisiones" durante la etapa de diseño de los objetos arquitectónicos.

El desarrollo de aplicaciones y herramientas informáticas sencillas es factible de concretarse a partir de sistemas de programación como el "Visual Basic", que permite diseñar programas personalizados y aplicaciones para bases de datos, en entornos amigables para el usuario. De esta manera, diseñando estrategias de difusión será posible instalar la temática en el ámbito profesional y académico del diseño y la construcción.

El programa en desarrollo "Comportamiento Higrotérmico", podrá ser una herramienta de diseño y de difusión de la problemática higrotérmica para usuarios poco entrenados en el uso de herramientas informáticas, y sin necesarios conocimientos técnicos del problema de las condensaciones en los cerramientos. Por el contrario, el principal grupo objetivo es el de los "estudiantes de grado de la carrera de Arquitectura e Ingeniería de la U.N.N.E.", para que por extensión trascienda al campo profesional.

REFERENCIAS

- Gonzalo, G. E. (1998) "Manual de Arquitectura Bioclimática". Imprenta Arte Color Chamaco. Tucumán.
- Gonzalo, G.E.; LEDESMA, S.L; NOTA, V; MARTINEZ, C. (2000) "Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensaciones en cerramientos exteriores". ASADES. Vol 4, N° 2, Pág. 08.01.
- Hoffman, M. (1993) "Actualización en el diseño Higrotérmico de los Edificios. Taller de Posgrado", CITE. Sociedad Central de Arquitectos SCA, Buenos Aires.
- Jacobo, G. J. (2000) "Criterios teóricos para la determinación de los parámetros de confort en los espacios arquitectónicos y su aplicación en el diseño tecnológico de los elementos constructivos". F.A.U. - Universidad Nacional del Nordeste.
- Mac Donnell, H y Mac Donnell ,P. (1998). "Aislamiento Térmico de Edificios. Actualización de la Normativa IRAM" Revista Vivienda N° 433.
- Normas IRAM 11.601/96; 11605/96; 11625/99;11630/99
- Pilar, C. – Jacobo, G. J.,(1998) "Condicionantes técnicas para el diseño de la barrera de vapor en viviendas de interés social de la Región N.E.A." Informe Final de la Beca de Pregrado SGCyT-UNNE.
- Pilar, C.– Jacobo, G.J., (1999) "Estudio Tecnológico para el Diseño de Techos en la Región NEA, según las patologías ocasionadas por las condensaciones", Informe Final Beca Pregrado SGCyT-UNNE.
- Pizzi, Celso. "Mantenimiento de los Edificios de la vivienda individual y colectiva". CEPSCO Ediciones.
- Siler, B. – Spotts, J. (1999) "Edición Especial Visual Basic 6". Prentice Hall, Madrid.
- Télliez, F.M. - Schwartz, G. (1998) "Roof Solutions for Natural Cooling. Design Handbook and Directory". Simos Llanas. Environment and Energy Studies Programme. Architectural Association Graduate School, London.

ABSTRACT. The present work is based on the development of a calculation software for the higrathermic behaviours of the roofs for the weather conditions of NEA. With this software is possible to make the higrathermic verifications of roofs., preventing an inexpert user in the knowledges of norms and in the managing of the informatic tools.

The program is actualized to the new habitability norms, also the condensations calculations of the roofs' singular points.

Has been written in Visual Basic and pretends to be a tool for the calculation of the roofs' higrathermics behaviours, and to the diffusion of this problematic in the professional atmosphere of the region; due to the fact that it counts with tecnic recommendatiónss, explanatións of the obtained results and conceptual explanatións of the higrathermics problematic.

KEY WORDS. Roofs- Thermic – Condensations – Calculation – Software – Norms