



EVALUACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS

CONFORT TERMICO

Arq. Laura Bozzo - Arq. Myrna Campoleoni

Equipo Evaluación de Programas y Tecnologías para la Vivienda Social:

Arq. Felicia Gilboa, Dir. Instituto de la Construcción,

Ing. B. Nahoum, Arq. N. Alonso, Arq. M. Calone, Arq. M. Bracesco

Facultad de Arquitectura-Universidad de la República

Bvar. Artigas 1031-Montevideo-Uruguay Tel.598.2.401 4250

email: arquicen@adinet.com.uy

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de una investigación sobre la Evaluación de Programas y Tecnologías para la Vivienda Social que mide el impacto de las diferentes propuestas en términos de calidad del espacio físico producido (Aspecto Físico), su adaptación a los usuarios (Aspecto Social) y las consecuencias económicas (Aspecto Económico).

El Confort Térmico constituye uno de los criterios significativos dentro del Aspecto Físico. La metodología propuesta implica una modelización de la realidad, lo que permite realizar una evaluación cuantificable y rápida.

En él se analizan las construcciones a los efectos de verificar si responden a condiciones aceptables de habitabilidad térmica, partiendo de la base que la unidad de vivienda carece de acondicionamiento térmico artificial.

La versatilidad del modelo de evaluación permite que este criterio también pueda ser evaluado separadamente.

ABSTRACT

The present paper is part of a research about "Evaluation of Programmes and Technologies for Popular Dwellings", taking into account the impact of the different proposals in terms of the physical space produced (Physical Aspect), their adaptability to the users (Social Aspect), and their economic consequences (Economic Aspect).

The Thermal Aspect is one of the significant requirements in the Physical Aspect. The methodology used implies making a model of reality, to facilitate an easy evaluation.

The buildings are analyzed to verify their thermic conditions, with the premise that each user doesn't not have an artificial way to heat their homes.

It is also possible to evaluate this aspect separately, due to the versatility of the evaluating model.

1. INTRODUCCION

Definida la función de habitación como la de satisfacer las exigencias del usuario, sus elementos y componentes deben atender determinados requisitos de desempeño, considerándonos expuestos a las condiciones climáticas del lugar geográfico.

El cuerpo humano no siente bienestar cuando se lo sitúa en un extremo termal. Un ambiente térmicamente apropiado es aquel en el que el cuerpo es capaz de mantener la propia temperatura sin tener que recurrir a mecanismos fisiológicos de control térmico tan drásticos como el tiritar o el transpirar excesivamente.

El presente estudio intenta ser una herramienta práctica para adoptar una postura en la toma de decisiones a riesgo de caer en una simplificación ya que, para definir las pautas para la interpretación del comportamiento térmico del edificio, deben caracterizarse:

a) las exigencias humanas de confort térmico en cuanto a temperatura del aire y cerramientos, humedad relativa y velocidad del aire, y temperatura radiante media del ambiente. Estas son variables según la latitud, las costumbres, etc.

b) las condiciones típicas de exposición al clima en cuanto a valores horarios de temperatura, humedad relativa del aire, radiación solar global y velocidad media del viento.

c) el edificio y su ocupación, en cuanto a las condiciones de ocupación (período de ocupación y período de tiempo en el que los requerimientos deben satisfacerse, número de ocupantes, edad y salud de los mismos, vestimenta y actividades que desarrollan), y a los materiales, componentes y elementos (capacidad térmica, conductividad térmica, transmitancia, resistencia térmica, etc.).

Los objetivos buscados son propender a condiciones aceptables de habitabilidad térmica, partiendo de la base de que la unidad de vivienda carece de acondicionamiento térmico artificial.

2. FACTORES A CONSIDERAR PARA LA EVALUACION: CRITERIOS DE SEGUNDO ORDEN. CONSIDERACIONES PREVIAS

A los efectos de evaluar la calidad térmica de la vivienda, consideramos a la misma conformada por cerramientos opacos, cerramientos transparentes y cerramientos móviles, que en su conjunto conforman el cerramiento global. Los mismos definirán los criterios de segundo orden que se medirán según los indicadores que se detallan a continuación.

Nuestra propuesta consiste en tomar y evaluar individualmente a cada uno de estos cuatro criterios de segundo orden, debido a que cada uno considera variables diferentes y por lo tanto son complementarios en el momento de tomar una decisión.

A pesar de que en el cerramiento global los valores de resistencia térmica se reflejarían en la transmitancia media del mismo, es importante la consideración del factor de forma que incluye su Coeficiente global de pérdidas (G).

Queda a criterio del Equipo evaluador el tomar solamente los tres primeros cerramientos (cerramientos opacos, cerramientos transparentes y cerramientos móviles) para evaluar la respuesta térmica de los mismos; o considerar los cuatro, con el ánimo de llegar a una postura más real al tomar una decisión.

3. INDICADORES

Los indicadores conforman en conjunto el grado de calidad térmica del edificio.

3.1. CERRAMIENTOS OPACOS

3.1.1. Paredes

Se verificará la **Resistencia térmica (R)** del cerramiento y la **Masa por metro cuadrado (d.e)** del mismo.

3.1.2. Cubierta

Se verificará la **Resistencia térmica** (R) del cerramiento y la **Masa por metro cuadrado** (d.e) del mismo.

3.2. CERRAMIENTOS TRANSPARENTES

Se verificará el **Factor solar** (F_s) de los cerramientos transparentes.

3.3. CERRAMIENTOS MOVILES (ABERTURAS DE VENTILACION)

Se verificarán dos aspectos de los cerramientos móviles:

A) Aspectos cuantitativos:

relación área de ventilación

área de piso

B) Aspectos cualitativos:

Invierno: dispositivos de ventilación.

Verano: orientación de las aberturas.

3.4. CERRAMIENTO GLOBAL

Se verificará el **Coefficiente global de pérdidas** (G), que comprende el factor de forma, la transmitancia media del cerramiento global y las renovaciones del aire del ambiente por hora.

4. UMBRALES

El UMBRAL es el nivel mínimo exigible a los indicadores para que sean satisfechas las exigencias de los usuarios en verano y en invierno, relativas a la temperatura del aire en el interior de la vivienda, al riesgo de condensación en la superficie interior del cerramiento y a la presencia de superficies internas muy calientes o muy frías.

El establecimiento de un mínimo forma parte de la metodología propuesta, aún a riesgo de caer en simplificaciones. Este mínimo será fijado por el equipo evaluador para cada caso en particular, con un criterio flexible, teniendo en cuenta la diversidad de las condicionantes físicas, económicas y sociales.

Aquellos proyectos que no cumplan con ese mínimo establecido, no serán evaluados.

A los efectos de esta presentación, se hace una propuesta de umbrales que se detalla a continuación. Los mismos serán determinados en los puntos siguientes:

4.1. CERRAMIENTOS OPACOS

Hipótesis de cálculo:

Humedad relativa del aire interior 80%

Temperatura exterior 4°C

Temperatura interior 18°C

En todos los puntos de los cerramientos externos opacos se deberá comprobar, en la dirección normal a la cara interna, una resistencia térmica R igual que la indicada por la gráfica de la Figura 1, en función de su masa por metro cuadrado.

4.2. CERRAMIENTOS TRANSPARENTES

El Factor Solar de una protección solar en los locales habitables corresponde al valor de la gráfica para el que el incremento de la temperatura interior no supere un valor aceptable (1,5°C) en el momento de máxima incidencia de radiación solar el día riguroso de verano. Esta gráfica refleja el Factor Solar necesario para evitar incomfort térmico en verano teniendo en cuenta la relación Área transparente / Volumen del local para cada orientación.

De no existir la previsión de la misma, no incidirá en la consideración del Umbral pero sí a los efectos de la calificación. Ver "Forma de Operar".

4.3. CERRAMIENTOS MOVILES (ABERTURAS DE VENTILACION)

Se da por supuesto que se cumplen los valores de la reglamentación municipal vigente.

Las aberturas de ventilación abren directamente a espacios externos reglamentarios.

Se verifican las relaciones Área de ventilación / Área de piso según Figura 2, de acuerdo al uso del local.

4.4. CERRAMIENTO GLOBAL

El coeficiente global de pérdidas G es igual a $3 \text{ W/m}^3\text{°C}$, calculado con una renovación de aire de 2Rph.

5. FORMA DE OPERAR

El método que adoptamos se adecua a climas templados, con inviernos más rigurosos que los veranos. Se parte de la hipótesis del comportamiento variable secuencial de los cerramientos, en el que se tienen en cuenta el evitar las pérdidas de calor producido en el interior de la vivienda y el cómo ganar el calor solar. Se considera la secuencia de un año que caracteriza a una localidad y se modeliza la respuesta del cerramiento en ese período.

Tomando como base el proyecto de Normativa para Vivienda sobre las Exigencias Mínimas de Habitabilidad Térmica, la envolvente externa (cerramiento global) se clasifica en cerramientos opacos, cerramientos transparentes y cerramientos móviles (aberturas de ventilación).

5.1. CERRAMIENTOS OPACOS

La calidad térmica de los cerramientos externos opacos está determinada por la dificultad que interponen paredes y cubierta al paso del flujo térmico en un régimen variable de transmisión del calor. En todos los puntos de los mismos la resistencia térmica R ($\text{m}^2 \text{°C/W}$) deberá ser igual (Umbral) o mayor a la indicada en la curva función de la masa por metro cuadrado d.L (kg/m^2).

A tales efectos se tendrán en cuenta las siguientes premisas:

- a) serán analizados los puntos del cerramiento en los que los espesores sean los menores.
- b) se deberá realizar el análisis de las zonas heterogéneas del cerramiento (juntas entre componentes, elementos estructurales), donde se dan puentes térmicos o infiltraciones de aire que comprometen la calidad térmica del cerramiento.

Tales puntos serán los de menor resistencia.

5.2. CERRAMIENTOS TRANSPARENTES

Se calculará el valor del Factor Solar del cerramiento transparente en función del cociente entre el Area transparente y el Volumen del local, y la orientación del cerramiento.

Se considerará la existencia o no de un dispositivo de protección en los cerramientos transparentes de los locales habitables de la vivienda.

De estar prevista esta protección, se comparará su Factor Solar con el del cerramiento transparente.

De no estar prevista la protección solar exterior, no incidirá en forma negativa en la evaluación descalificando la propuesta ya que generalmente es factible la colocación de una protección, al menos interior que mejore las condiciones del cerramiento.

5.3. CERRAMIENTOS MOVILES (ABERTURAS DE VENTILACION)

La calidad térmica de las aberturas de ventilación está determinada en sus aspectos cuantitativos por la relación entre el área de ventilación y el área de piso, y en sus aspectos cualitativos por la orientación de las aberturas y por los dispositivos de protección.

Se determinará esta relación y se comparará con los valores propuestos en la figura 2, según la función del local y las condiciones del mismo.

El área de ventilación varía según el tipo de ventana:

- a) ventanas de hojas batientes, de correr o a guillotina.

$$A_v = \text{área que dejan libre las hojas móviles.}$$

- b) ventanas a tabaquera o pivotantes.

$$A_v = L.a = L.h.\text{sen}L$$

- c) ventanas a proyección.

$A_v = L(a+b) = L(c.\text{sen}L + b)$, siendo L la dimensión horizontal de la abertura.

5.4. CERRAMIENTO GLOBAL

La calidad térmica del cerramiento global está determinada por el coeficiente global de pérdidas G ($W/m^3 \text{ } ^\circ C$).

El coeficiente global de pérdidas contempla la producción de calor interno y las ganancias térmicas solares, y las pérdidas térmicas a través de la envolvente en su forma de pérdidas por transmisión a través de los cerramientos, y pérdidas por ventilación a través del aire. En él quedan comprendidas:

- la producción de calor interno,
- la intensidad media de la radiación solar,
- el área y la transmitancia de los cerramientos opacos,
- la resistencia superficial interna,
- el volumen interno,
- el área y el factor solar del área transparente y

La expresión final los relaciona de la forma

$$G = FF \cdot U_m + 0.33 \cdot R_{ph}$$

siendo:

FF el factor de forma (cociente entre el área expuesta y el volumen interior)

U_m la transmitancia media del cerramiento global, calculada teniendo en cuenta los huecos del mismo por la expresión:

$$U_m = U_o + F_h \cdot (5.5 - U_o)$$

$$U_p \cdot A_p + U_t \cdot A_t$$

$$U_o = \frac{\quad}{A_p + A_t}$$

$$A_p + A_t$$

U_o transmitancia media de los cerramientos opacos

U_p transmitancia de paredes opacas

U_t transmitancia de techo

F_h factor de huecos

área de puertas y ventanas exteriores

$$F_h = \frac{\quad}{\quad}$$

área expuesta

Rph renovaciones
del aire del
ambiente por hora

TIPO DE LOCAL	Nº DE RENOVACIONES / HORA
1 lado exterior/ aberturas	1
2 lados exteriores c/aberturas	1.5
3 o más lados exteriores c/aberturas	2
ambientes interiores	0.5
baños y cocinas	2

6. CUADRO DE EVALUACION

critério 1er. orden	critério 2do. orden	critério 3er.orden	indicador	umbral
CONFORT TERMICO	cerramiento opaco	paredes	resistencia térmica (R) m ² por m.cuadrado (d.L)	se verifica la gráfica de la Figura 1 R= f(d.L)
		cubierta	resistencia térmica (R) m ² por m.cuadrado (d.L)	se verifica la gráfica de la Figura 1 R= f(d.L)
	cerram. tranpar.		factor solar (Fs)	ver Figura 3
	cerram. móviles		cuantitativo: área vent./área piso	ver Figura 4
			cualitativo: orientación aberturas	
	cerram. global		coeficiente global de pérdidas (G)	G= 3W/m ² C

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arq. José M. Aroztegui. Arq. María C. Girardin: El Acondicionamiento Térmico Natural en Carpeta. Cátedra de Acondicionamiento Térmico Natural. Facultad de Arquitectura, Univ.de la República.

Arq. José M. Aroztegui. Arq. María C. Girardin: Guión de Clase. Cátedra de Acondicionamiento Térmico Natural. Facultad de Arquitectura, Univ.de la República.

Arq. José M. Aroztegui: Proyecto de Normativa para Vivienda. Exigencias Mínimas de Habitabilidad Térmica.

Cátedra de Acondicionamiento Físico Natural - Servicio de Climatología a la Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Univ.de la República: Repartidos de apoyo

Centre Scientifique et Technique du Batiment: Regles de Calcul des Caracteristiques Thermiques Utiles des Parois de Construction (1982):

Calcul de Coefficient Volumique de Besoins de Chauffage des Logements. Regles Th-B 82.

Curso Taller de Post-Título ARQUISUR. (Montevideo, Setiembre de 1994): Criterios de Evaluación de Programas y Tecnologías para el Hábitat Popular

Instituto de la Construcción de Edificios, Facultad de Arquitectura, Univ.de la República. (Junio 1989): Manual de Aberturas

Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT (1988): Avaliaçao de Desempenho de Sistemas Construtivos Destinados a Habitação Popular - San Pablo, Brasil.

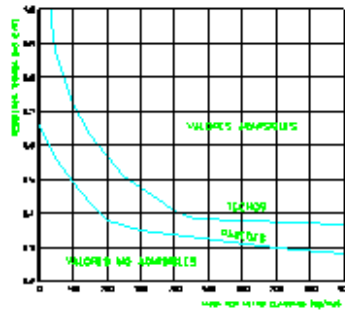
M.V.O.T.M.A.(1994): Bases Técnicas Generales para la Construcción de NBE Agrupados en Conjuntos Habitacionales

Norma ISO 6242-1 :1992

Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Univ. de la República: Acondicionamiento Físico Natural

8 ANEXO. Gráfica y cuadro

FIGURA 1: RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE RESISTENCIA TERMICA Y MASA POR METRO CUADRADO DE LOS CERRAMIENTOS



FUENTE: Proyecto de Normativa para Vivienda. Exigencias Mínimas de Habitabilidad Térmica. Arq. José M. Aroztegui.

FIGURA 2: RELACIONES ENTRE AREA DE VENTILACION Y AREA DE PISO

Función del local	Condiciones	Área de vent. A_v Área de piso A_p	Observaciones
Comedor Dormitorio Estar	Aberturas orientadas a un mismo cuadrante	7.50%	En locales de A_p 15 m ² , una de las partes móviles de sup. 0.2 m ² , debe estar por encima de 1.70m del piso
	Aberturas orientadas a más de un cuadrante	5.00%	
SS.HH.		1.50% (mín. vano dir=20 dm ²) (mín ducto=30 dm ²)	Se permite vínculo c/ ext por ducto. Av ubic. por encima de 1.70m de piso
Cocina	Separada por puerta de resto de la vivienda.	10% (mín.= 0.4 m ²)	Área de ventilación ubic. próxima a zona de cocción ya más de 1.20m del piso.
	Integrada a la vivienda	5% (Mín = 0.20 m ²) y ampana s/zona de cocción Ducto (0.06m ²) o extr. aire	Puerta al exterior no se computa como vent.

El área de ventilación (A_v) se mide según indicaciones en "Forma de Operar - Ceramientos Móviles".

El área de ventilación se abre a espacios reglamentarios. Si existen aleros o salientes a ese nivel, el área de piso a computar es hasta el borde externo del alero o saliente.

FUENTE: Proyecto de Normativa para Vivienda. Exigencias Mínimas de Habitabilidad Térmica. Arq. José M. Aroztegui.