

AHORRO DE ENERGÍA EN REFRIGERACIÓN DE EDIFICIOS PARA VIVIENDAS Y PROPUESTA DE INDICADORES DE EFICIENCIA Y VALORES ADMISIBLES.

Jorge Daniel Czajkowski¹ y Cecilia Corredera²

Grupo Eficiencia Energética Edilicia GEEE. Cátedra de Instalaciones N° 2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Tel: 0221-4236587/90 int 255
www.arquinstal.com.ar Email: czajko@ing.unlp.edu.ar o cecicorredera@yahoo.com.ar

RESUMEN: En Argentina prácticamente un tercio de la demanda primaria de energía es consumida por el hábitat construido, y de esta cantidad más de un 80% es utilizado en la climatización de edificios. Se cuenta con normativa no obligatoria para el ahorro de energía en calefacción desde hace veinte años y en refrigeración desde hace un año. Estas permitirían el uso racional de la energía y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes si fueran de cumplimiento obligatorio. En el trabajo se expone el modelo de ahorro de energía desarrollado para edificios de habitación humana, junto a indicadores de eficiencia y sus valores admisibles propuestos al IRAM aplicables a tres tipos de edificios de vivienda.

Palabras Clave: modelos; ahorro energía; URE; refrigeración; indicadores; normas.

INTRODUCCIÓN

La República Argentina cuenta con normativa relacionada con la calidad térmica edilicia desde principios de los '70 que son continuamente revisadas y actualizadas. En cuanto a edificios y su envolvente se utilizan dos indicadores: el coeficiente volumétrico G_C de pérdidas de calor orientado al ahorro de energía en calefacción y la transmitancia térmica K para muros y techos en tres niveles de calidad (A, B y C). Estos indicadores permitirían regular la calidad térmica de las construcciones y ser instrumentos para la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero – GEI, pero no es así, ya que no son de cumplimiento obligatorio.

El único indicador que afecta al comportamiento de edificios en el período estival o en las zonas del país con clima cálido y muy cálido es el K de verano aunque de forma indirecta.

En 2001 se comienza a trabajar en una cátedra de instalaciones (ganada por concurso) y se implementan los trabajos prácticos de aire acondicionado. Notamos que no disponíamos de indicadores de referencia para verificar la calidad térmica de los casos analizados. Así surgió la idea de trabajar en el desarrollo de un modelo de ahorro de energía en refrigeración para luego ser presentado al Instituto Argentino de Normalización como antecedente normativo. Desde los '90 se venían realizando transferencias para el mejoramiento y actualización de las normas como: datos bioclimáticos para 165 estaciones meteorológicas y determinación de grados día de calefacción, enfriamiento y días tipo de diseño (Czajkowski, 1993); modelo de ahorro de energía en calefacción y determinación del coeficiente volumétrico G_C de pérdidas de calor (Czajkowski, 2000, 2001); procedimiento para la verificación de la resistencia superficial interior en aristas verticales y horizontales (Czajkowski, et al; 1999).

En la búsqueda que adecuar la enseñanza del balance térmico de verano al diseño ambientalmente consciente nos encontramos con el problema en que los modelos de balance térmico usuales en la bibliografía nacional, o poseen una alta complejidad o son excesivamente simples. Llegando al extremo del procedimiento usado por instaladores, que afectan a la superficie del local o edificio un coeficiente dado por el fabricante de equipos de aire acondicionado. Así desarrollamos en primer lugar una compilación de información esencial junto a un procedimiento simplificado de balance térmico para la ciudad de La Plata.

Dada la complejidad del problema y en la necesidad de mantenernos en un procedimiento en régimen estacionario, se lo dividió en partes. En junio de 2003 presentamos la primera parte conteniendo el vocabulario, definiciones, junto a tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración del edificio. Mientras en algunos temas se encontró consenso entre autores en otros debió partirse de cero. Fue el caso de las tablas con valores de radiación solar horaria para zonas del país que se trata más adelante. Este antecedente se convirtió en norma (IRAM, 2004).

Posteriormente se comenzó a elaborar un modelo de ahorro de energía en refrigeración dividido en tipos edilicios con complejidad creciente. En primer lugar un modelo adecuado a viviendas y edificios multifamiliares para luego continuar con edificios de oficinas, administración, comercio, etc. Este antecedente se presentó en mayo 2005 y en la actualidad se encuentra como Esquema 5 (IRAM, 2006).

¹ Profesor Titular Instalaciones FAU–UNLP. Investigador Adjunto CONICET. Doctorando en Ingeniería UNLP.

² Profesor Adjunto int. Instalaciones FAU–UNLP. Becaria Doctoral CONICET. Maestranda en Energías Renovables UNCa.

METODOLOGÍA

El trabajo llevado adelante para la definición de valores admisibles de pérdidas globales en calefacción IRAM 11604 (Czajkowski, 2001) mostró la necesidad de trabajar con simplificaciones, variables continuas y constantes. En el caso de ahorro de energía en calefacción no solamente el problema fue más sencillo sino que había menos variables. En este caso el procedimiento se sustenta en el modelo de grados día de calefacción con tres bases de temperatura de confort cuyos valores forman parte de la IRAM 11603. Desde ya se trabaja en régimen estacionario interesando el comportamiento medio del edificio a lo largo de un año. Esto debido a que el interés radica en el ahorro de energía más que en la determinación de la carga térmica del edificio con fines de determinar la potencia del sistema de calefacción.

Al tratar de utilizar un modelo similar para el ahorro en energía en refrigeración veremos que es necesario proponer “constantes” en variables que son continuas o discretas y esta aparente “arbitrariedad” redundante en un modelo simple y claro. Aunque esto implica un trabajo previo a nivel de variable en particular con la transmitancia térmica K , la radiación solar horaria sobre cada plano y orientación junto a la forma edilicia. Para esto se tuvo que analizar con que datos normativos se contaba y sobre esta base avanzar en la definición del modelo sin entrar en contradicción con la serie de normas que son responsabilidad de la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios en IRAM. Así notamos que al no disponerse de grados día de refrigeración tuvimos que adoptar como indicador climático la temperatura exterior de diseño en el período de verano $TDMX$. Luego de analizar las características bioambientales de la Argentina usando como referencia las estaciones meteorológicas disponibles decidimos adoptar un rango que va de los 30°C a los 40°C de $TDMX$. Se decidió que la verificación se realizaría el 15 de enero a las 13 hs. Como a nivel normativo no se contaba con datos ni procedimiento de cálculo de la radiación solar I_s horaria para cualquier latitud, orientación y pendiente del plano analizado, se propuso un anexo normativo. A los fines de simplificar la aplicación del modelo se analizó la I_s horaria en las capitales provinciales respecto de su pertenencia a las zonas bioambientales I a IV reduciendo el problema a 8 tablas con datos de I_s horarios (en W/m^2 y MJ/m^2) para 9 orientaciones para las zonas bioambientales Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIc, IVa y IVb c d respectivamente. En la determinación de la I_s se utilizó el procedimiento de Liu&Jordan aplicando el K_t provisto por la CNIE.

Se proponen tres indicadores de eficiencia energética edilicia en refrigeración, complementarios entre si: la Carga térmica total de verano Q_R de la cual se derivan el Coeficiente superficial de refrigeración S_R y el Coeficiente volumétrico de refrigeración G_R .

Carga térmica total de verano - Q_R

El valor de la carga térmica del edificio de viviendas o local refrigerado, se calcula con la siguiente ecuación general.

$$Q_R = Q_c + Q_a + Q_s + Q_o \quad [\text{Eq. 01}]$$

Donde:

Q_R = Carga térmica total en W.

Q_c = Carga térmica por conducción a través de la envolvente en W.

Q_a = Carga térmica por ventilación aportado por el aire exterior en W.

Q_s = Carga térmica solar en W.

Q_o = Carga térmica por fuentes internas (personas + equipamiento + iluminación) en W.

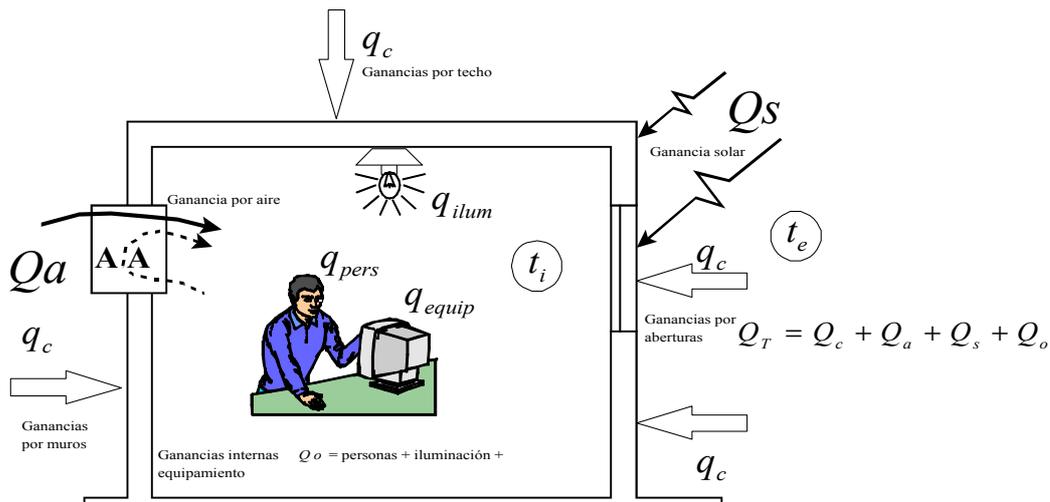


Figura 1: Ganancias de calor en un local en verano

Carga térmica por conducción a través de la envolvente Q_c : Tendremos que la ganancia de calor por conducción parcial q_c a través de la envolvente del local será:

$$Q_C = \sum q_c \text{ [Eq. 02]}$$

Tendremos así que la sumatoria de todas las pérdidas parciales q_c por conducción a través de la envolvente nos dará las pérdidas totales por conducción Q_C , según la siguiente ecuación:

$$q_c = K \cdot A (T_{DMX} - T_i) \text{ [Eq. 03]}$$

Donde:

K = Transmitancia térmica del cerramiento (muro, techo, piso, ventana, etc) en (W/m².K).

A = Superficie del cerramiento en m²

T_{DMX} = Temperatura exterior de diseño en °C

T_i = Temperatura interior en °C

Carga térmica por ventilación aportado por el aire exterior Q_A : Este caso es bastante particular ya que en verano se supone al edificio "cerrado" para reducir pérdidas y ahorrar energía. Esto implica que es necesario ventilar una parte o la totalidad del aire interior, así tendremos que introducir al ambiente interior una importante masa de aire caliente y húmeda que el equipo de aire debe acondicionar. Este aire de renovación y recirculado contiene humos, partículas en suspensión y olores que son necesarios eliminar.

$$Q_A = CAR \times (0,29 \times \Delta t + 0,72 \times \Delta w) \text{ [Eq. 04]}$$

Donde:

CAR : Cantidad de aire a renovar en m³/h.pers. $CAR = \text{cantidad personas} \times \text{caudal aire/persona}$

Δt : diferencia entre temperatura exterior y temperatura interior

Δw : diferencia entre la humedad específica exterior e interior en g/kg

Carga térmica solar - Q_S : Cuando existen superficies vidriadas en el local una parte de los aportes se deberá a la radiación del sol que al atravesar el cristal ingresa al local calentándolo. La radiación del sol varía con cada hora del día solar y también a lo largo de los meses del año. La expresión general para el cálculo de la carga debida al sol es:

$$Q_S = S \cdot I_s \cdot F_{es} \text{ [Eq. 05]}$$

Donde:

Q_S : ganancia solar en W

S : superficie vidriada en m²

I_s : Intensidad de la radiación solar en W/m²

F_{es} : Factor de exposición solar del vidrio o aventanamiento (adimensional 0 a 1)

Carga térmica por fuentes internas - Q_O : En verano el aporte interno no es despreciable, siendo la suma del calor total por personas, más el calor sensible de la iluminación artificial, más el calor sensible de los artefactos de oficina (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, etc). En su cálculo usaremos la siguiente expresión:

$$Q_O = Q_{pers} + Q_{ilum} + Q_{equip} \text{ [Eq. 06]}$$

Donde:

Q_O : Carga térmica por fuentes internas en W.

Q_{PERS} : aporte de calor interno por personas; sensible + latente en W

Q_{ILUM} : aporte de calor interno por iluminación; sensible en W

Q_{EQUIP} : aporte de calor interno por equipamiento; sensible + latente en W

Otras cargas térmicas: Existen otros aportes internos de calor debidos a los conductos de inyección y retorno de aire acondicionado. Es usual que estos se establezcan como un valor estimado porcentual. Es usual una penalización provocada con una deficiente calidad térmica de los conductos de distribución y retorno. Se establece en 4 a 10% de la carga interna total en calor sensible.

El coeficiente superficial de refrigeración - S_R

El valor del coeficiente superficial de refrigeración del edificio o local refrigerado, se calcula con la fórmula siguiente:

$$S_R = \frac{Q_R}{S} \text{ [Eq. 7]}$$

Donde:

Q_R : Carga térmica total de verano en W

S : Superficie a refrigerar en planta en m²

El coeficiente volumétrico de refrigeración - G_R

El valor del coeficiente volumétrico de refrigeración del edificio o local refrigerado, se calcula con la fórmula siguiente:

$$G_R = \frac{Q_R}{V} \text{ [Eq. 8]}$$

Donde:

Q_R : Carga térmica total de verano en W.
 V : Volumen a refrigerar en m^3

El modelo edificio

Dado que se obtendrá un valor de $G_{R adm}$ en relación al volumen refrigerado se proponen tres tipos edificios básicos que surgen de revisar estudios anteriores sobre tipologías de viviendas en el área metropolitana de Buenos Aires que se decide extrapolar al resto del país afectado por este modelo. Así se definen los edificios “tipo casa”, “tipo bloque” y “tipo torre”.

Entendiendo como edificio “tipo casa” a la estructura arquitectónica que puede alojar un individuo o grupo familiar con un volumen refrigerado V_R entre $30 m^3$ ($10 m^2$) y $1000 m^3$ ($370 m^2$). Se usa la altura de local mínima media según Códigos de Edificación de 2,70 m. Esto implica un volumen creciente a altura constante (figura 2). A partir de la figura geométrica generada se obtienen las superficies de la envolvente discriminadas (muros y techo).

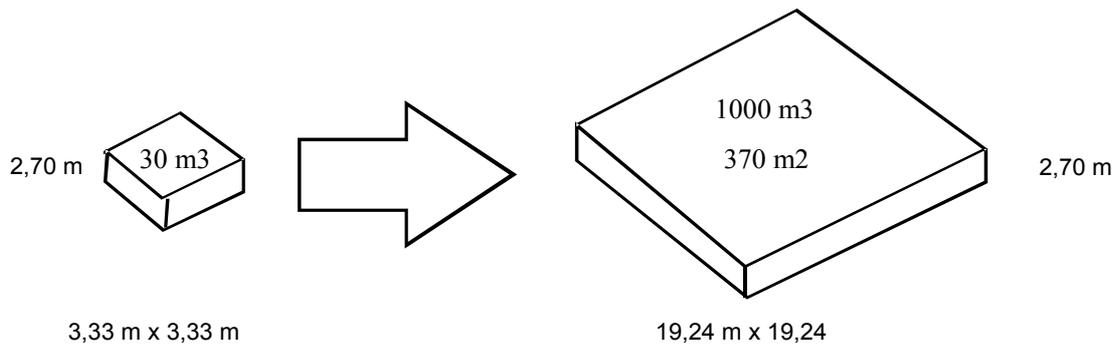


Figura 2: Modelo adoptado de volumen edificio creciente.

Este modelo de crecimiento es simple pero desde lo bioclimático implica locales internos sin iluminación natural. Por esto nos encontramos trabajando en otro modelo de crecimiento que mantenga la posibilidad de iluminación y ventilación natural en los locales principales de una vivienda con fachadas principales norte sur.

El edificio “tipo bloque” es una estructura arquitectónica que contiene varias unidades habitacionales y servicios comunes con un volumen refrigerado V_R entre $1000 m^3$ ($370 m^2$) y $10000 m^3$ ($3704 m^2$). La altura del edificio no debe superar los 3 pisos. El edificio “tipo torre” es una estructura arquitectónica que contiene varias unidades habitacionales y servicios comunes con un volumen refrigerado V_R entre $1000 m^3$ y $10000 m^3$. La altura del edificio puede variar entre los 4 y 34 pisos.

Otro problema es definir las características y distribución por orientaciones de las superficies vidriadas. Esto es importante ya que mientras en el modelo de ahorro de energía en calefacción (IRAM 11604) no tiene en cuenta el aporte solar, en refrigeración esto no puede ignorarse. Ahora bien. ¿Tomamos un % de superficie vidriada y la distribuimos de manera homogénea en su envolvente vertical? ¿Usamos algún otro criterio? Decidimos adoptar para viviendas que un 20% de la superficie envolvente sea vidriada. Esta relación la modificaremos cuando trabajemos en variaciones del modelo para otros usos y tipos edificios (oficinas, comercios, bancos, cultura, etc). Se adopta un modelo de distribución de los vidriados por orientación con un criterio bioclimático (IRAM 11603 inciso 6.2) cuando trata sobre asoleamiento de invierno, requisitos de verificación, orientaciones que permiten obtener un asoleamiento mínimo y recomendaciones sobre protecciones solares.

En el modelo se adoptó un 25% área vidriada discriminada de la siguiente manera: no se admiten vidriados en techos, el 40% del área vidriada se ubica al norte, el 25% al este y oeste y el 10% al sur. Desde ya esto no implica que todos los edificios deban seguir esta pauta pero si para la definición de una carga térmica admisible.

Calidad térmica de la envolvente: La Norma IRAM 11605 sugiere tres niveles de calidad térmica para muros y techos, conocidos como niveles A – B y C. El nivel C lo descartamos ya que fue elaborado para ser implementado en viviendas de interés social y solamente previene el riesgo de condensación superficial. Luego de algunas pruebas encontramos que lo adecuado para cerramientos opacos es la media entre los niveles A y B. El nivel B implica ahorros de energía razonables para invierno pero es insuficiente para verano. Por otra parte en envolventes opacas de absorción media (0,5) sometidas a la acción solar calculamos que la diferencia entre temperatura superficial interior y temperatura interior resultaba superior a 2°C, con lo cual se requería un mejor aislamiento. Para minimizar el flujo de calor al interior el valor adecuado surge de promediar los niveles A y B. Esto implica un $K_{TECHO} = 0,335 W/m^2.K$ y $K_{MURO} = 0,875 W/m^2.K$ para una $T_{DMX} = 30°C$ a un $K_{TECHO} = 0,315 W/m^2.K$ y $K_{MURO} = 0,775 W/m^2.K$ para una $T_{DMX} = 40°C$. En cerramientos transparentes se adopta doble vidriado hermético (DVH) $K_{VIDRIO} = 2,86 W/m^2.K$ para todas las zonas del país.

Sobre referencia climática: El grupo de Normas IRAM 11.601/3/4/5 usan varios criterios diferentes para adoptar un valor de referencia climática del sitio donde se implantará el edificio. Así se utiliza la zona bioambiental que surge de una regionalización, la temperatura mínima de diseño, los grados día de calefacción. Para la situación de verano puede utilizarse la temperatura de diseño máxima de la IRAM 11603 o los grados día de enfriamiento que están en los antecedentes de dicha norma pero no se publicaron por razones varias. Utilizar los grados días de enfriamiento implica que debe modificarse la Norma IRAM 11603.

De cualquier manera se hizo un análisis comparativo del antecedente respecto de las necesidades de refrigeración en el territorio nacional y se concluye que hay un rango que va de los 100 °D_R en el norte de la patagonia (lat= 40° sur) a los 1000

$\varnothing D_R$ en la zona chaqueño-formoseña (lat= 25° sur). Esto implica un rango de temperaturas de diseño máximas que va de los 30°C a 40°C. Mientras los grados día de enfriamiento aparecen como un indicador muy útil en la determinación de la carga térmica anual en refrigeración con fines de economía y gestión ambiental de la energía no es así en cuanto a verificar la calidad térmica y diseño ambiental de la envolvente; aunque estén relacionados. Por esto y debido a que es habitual para los especialistas y técnicos de refrigeración usar la temperatura de diseño exterior se adopta esta.

Radiación solar: La radiación solar es una componente significativa en la carga térmica de un local o edificio y no es sencillo encontrar una correlación de fácil implementación ya que en la Argentina a temperaturas estivales similares tenemos variaciones por latitud, altitud o amplitud térmica de cada sitio. Para obtener un modelo sencillo que se refleje en un solo gráfico o tabla de valores admisibles es necesario adoptar algún criterio que nos permita tratar a la radiación solar como una constante. Esto no descarta que pueda discutirse o proponerse otro criterio. Así analizando los valores de radiación solar propuestos para la IRAM 11659-1, se buscó un criterio que pondere la radiación solar incidente en cada cara del edificio y a su vez contemple la variación en latitud y longitud. Otro problema es en que hora del día hacer la verificación. Tema bastante debatido en la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios del IRAM.

Para este modelo se adoptan los siguientes valores para las 13hs: Plano horizontal 736 W/m²; Norte 370 W/m²; Sur 268 W/m²; Este 268 W/m²; y 360 Oeste W/m². Se adopta un factor de exposición solar F_{ES} de 0,25 que implica la utilización de algún sistema o mecanismo que permita reducir la carga solar sobre las áreas vidriadas. Es un valor que puede alcanzarse con cortinas de enrollar o tipo Barrios exteriores, toldos o parasoles. Todos de uso muy frecuente en las ciudades del país. En el modelo se desprecia el aporte de calor por conducción en la envolvente opaca ya que se adoptaron transmitancias térmicas que minimizan el flujo de calor a la cara interna. En este trabajo no se expone un análisis exhaustivo sobre este punto.

Carga térmica por iluminación artificial: Se adoptó lo consensuado en la Subcomisión donde el 50% de las necesidades en iluminación se cubrirían con lámparas incandescentes (25 W/m²) y el resto con fluorescente (10 W/m²) con un factor de uso de 0,4. Los coeficientes de iluminación en W/m² se obtienen de la Norma IRAM 11659-1 para 250 lux.

Carga térmica por fuentes internas: En el caso de la carga térmica por personas se adoptó una densidad de 12 m²/persona con trabajo liviano (Norma IRAM 11659-1) y 99 W/persona de calor total (sensible + latente). Estableciendo un mínimo de $C_{PERS} = 1 + 2 \times$ cantidad de dormitorios. El equipamiento es un tema de debate. En un antecedente previo se había propuesto como hipótesis de trabajo un coeficiente de 16,4 W/m² de calor sensible y 2,12 W/m² en calor latente que da 18,52 W/m² de calor total. Esto contemplaba las emisiones de una heladera, una hornalla mediana, un televisor, una computadora, entre otros en un análisis diario contemplando un factor de uso medio a partir de información obtenida en auditorias ambientales en viviendas de clase media a media alta. Luego se obtiene un valor medio por m². Para la carga de calor total por renovaciones de aire se usa una tasa de ventilación sanitaria de 15 m³/h/persona. En las gráficas que presentamos a continuación se optó por restringir las cargas por fuentes internas a personas e iluminación artificial por la dificultad en acordar una emisión tipo por equipamiento.

RESULTADOS

Como ya mencionamos no es sencillo proponer un modelo de ahorro de energía en refrigeración lo suficientemente asequible para que pueda ser comprendido y utilizado por profesionales de la construcción del hábitat (arquitectos e ingenieros) con un mínimo de entrenamiento. Las curvas de las figuras 3 a 7 muestran los valores admisibles de carga térmica en refrigeración $Q_{R adm}$ y las cargas superficial y volumétrica en refrigeración $S_{R adm}$ y $G_{R adm}$ para temperaturas exteriores de diseño de 30 a 40°C. Por cuestiones de espacio se muestran los tres indicadores de eficiencia para el edificio “tipo casa” y el $G_{R adm}$ para los edificios “tipo bloque” y “tipo torre”.

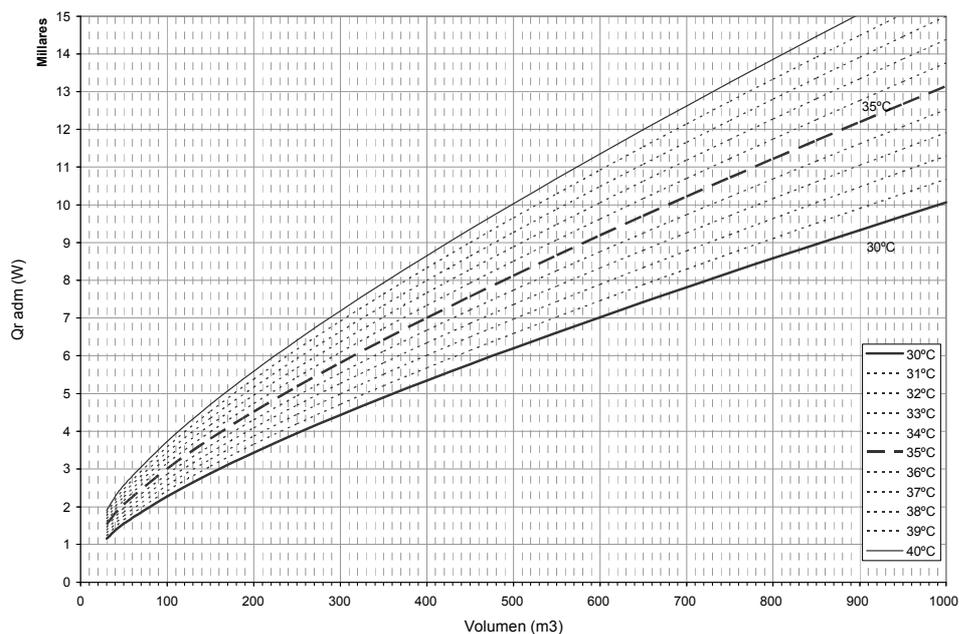


Figura 3: Valores admisibles de $Q_{R adm}$ para edificios “tipo casa” en W.

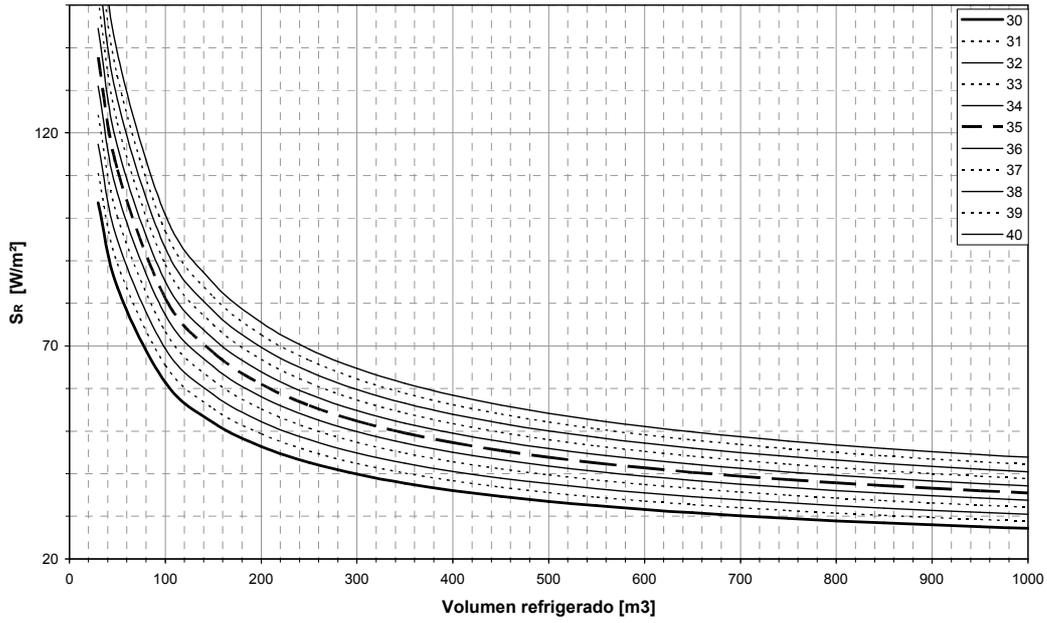


Figura 4: Valores admisibles de S_R para edificios "tipo casa" en W/m^2

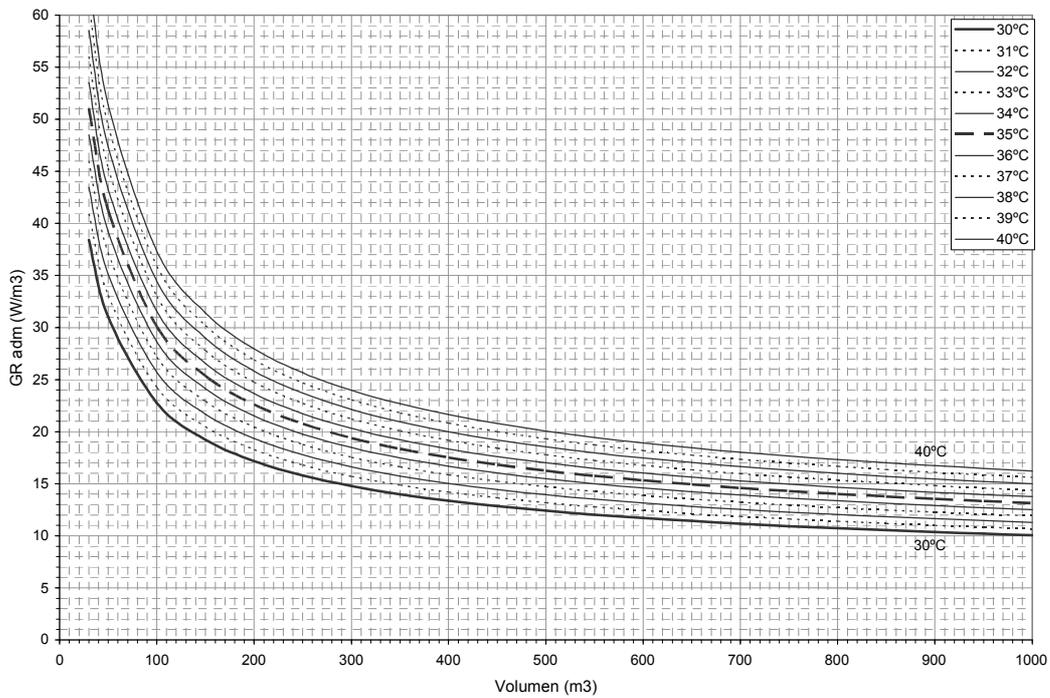


Figura 5: Valores admisibles de G_R para edificios "tipo casa" en W/m^3

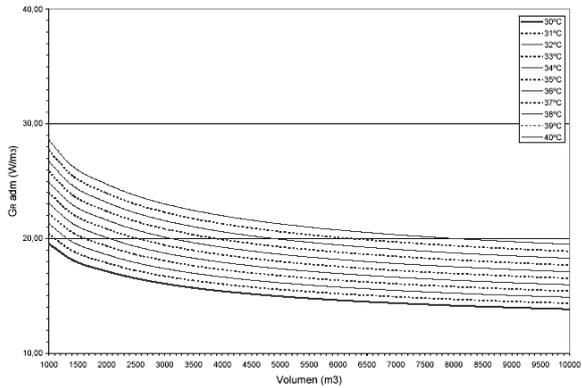


Figura 6: $G_{R_{adm}}$ para edificios "tipo bloque" W/m^3

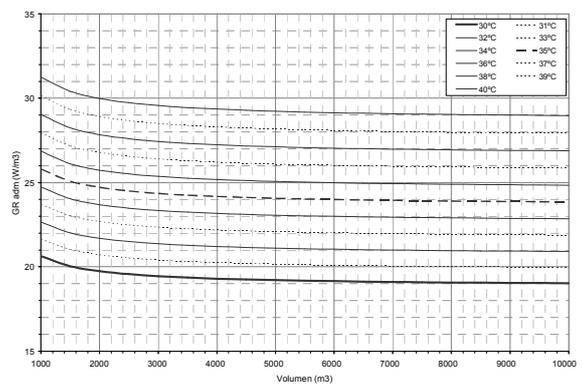


Figura 7: $G_{R_{adm}}$ para edificios "tipo torre" W/m^3

Volumen m ³	Temperatura diseño exterior verano TDMX										
	30°C	31°C	32°C	33°C	34°C	35°C	36°C	37°C	38°C	39°C	40°C
30	38,40	40,95	43,47	46,00	48,51	51,03	53,53	56,03	58,51	61,01	63,48
50	31,02	33,08	35,12	37,17	39,20	41,25	43,28	45,32	47,34	49,38	51,39
100	22,76	24,24	25,70	27,17	28,62	30,08	31,53	32,99	34,43	35,88	37,31
150	19,24	20,47	21,69	22,92	24,13	25,36	26,56	27,78	28,98	30,19	31,39
200	17,18	18,27	19,35	20,44	21,52	22,60	23,67	24,75	25,82	26,89	27,96
250	15,79	16,79	17,78	18,77	19,76	20,75	21,73	22,72	23,69	24,68	25,65
300	14,78	15,71	16,63	17,55	18,47	19,39	20,31	21,23	22,14	23,06	23,97
350	13,99	14,87	15,74	16,61	17,48	18,35	19,21	20,08	20,95	21,81	22,67
400	13,36	14,20	15,02	15,86	16,68	17,51	18,34	19,17	19,99	20,82	21,64
450	12,84	13,64	14,44	15,24	16,03	16,83	17,62	18,41	19,20	20,00	20,79
500	12,41	13,18	13,94	14,71	15,48	16,25	17,01	17,78	18,54	19,31	20,07
550	12,03	12,78	13,52	14,26	15,00	15,75	16,49	17,23	17,97	18,72	19,45
600	11,71	12,43	13,15	13,87	14,59	15,32	16,03	16,76	17,48	18,20	18,92
650	11,42	12,12	12,82	13,53	14,23	14,94	15,64	16,34	17,04	17,75	18,45
700	11,16	11,85	12,54	13,22	13,91	14,60	15,28	15,97	16,66	17,35	18,03
750	10,93	11,61	12,28	12,95	13,62	14,30	14,96	15,64	16,31	16,99	17,66
800	10,73	11,39	12,04	12,70	13,36	14,02	14,68	15,34	16,00	16,66	17,32
850	10,54	11,19	11,83	12,48	13,12	13,77	14,42	15,07	15,71	16,37	17,01
900	10,37	11,01	11,64	12,27	12,91	13,55	14,18	14,82	15,46	16,10	16,73
950	10,21	10,84	11,46	12,09	12,71	13,34	13,96	14,59	15,22	15,85	16,48
1000	10,07	10,68	11,29	11,91	12,52	13,15	13,76	14,38	15,00	15,62	16,24

Tabla 1: Valores admisibles de G_R para edificios "tipo casa" en W/m^3

CONCLUSIÓN

Previo a la publicación de estas curvas que buscan sugerir un límite en la carga térmica en refrigeración de edificios para viviendas, se compararon casos auditados, se propusieron ejemplos donde se cumple o no este antecedente normativo y como conclusión los resultados son razonables.

La manera de validar el modelo es aplicándolo y luego elevar observaciones al IRAM para que se debata en la Subcomisión de acondicionamiento térmico de edificios.

Así como mencionábamos que la Norma IRAM 11605 establece tres niveles de calidad térmica en cerramientos opacos y la Norma 11604 propone un indicador global de calidad térmica de edificios en cuanto a ahorro de energía en calefacción que a su vez implica cumplir con el K nivel B, en este caso la exigencia es superior. Se han presentado y debatido trabajos en reuniones anteriores de ASADES sobre cuan exigente es lo propuesto por la IRAM 11604 que propusiéramos hace siete años. Basados en todos esos antecedentes y observaciones, proponemos este modelo con un aumento en el nivel de exigencia.

Dado que el modelo es en estado estacionario surge la duda de que efecto posee la masa térmica interior del edificio y la manera de analizarlo es mediante simulaciones en estado transitorio. Esto permitirá ajustar el modelo mediante coeficientes de corrección. Consideramos que es un trabajo a resolver y que es necesaria la cooperación de la comunidad académica.

Una inquietud que surgió en 2001, cuando preparábamos fichas para los alumnos y no encontrábamos valores de referencia en textos y manuales de fabricantes de aire acondicionado, creemos haberla resuelto parcialmente. Son solo indicadores de eficiencia energética para tres tipos edilicios de viviendas. Todavía queda mucho trabajo por delante. Esperamos que sea de utilidad para otras situaciones similares.

6. REFERENCIAS

- Czajkowski, Jorge Daniel; Rosenfeld, Elias. (1993). Datos meteorológicos de 154 localidades de la República Argentina que incorporan variables bioclimáticas de uso normativo. 16° Reunión de Trabajo de ASADES. 2do Encuentro Nacional de la International Association for Solar Energy Education. La Plata.
- Czajkowski, Jorge Daniel. (1995). Radiac 2.1. Programa para el cálculo de la radiación solar horaria para cualquier plano y orientación. <http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe>
- Czajkowski, Jorge; Gentile, C; Stange, S; y Moreno, J.M. (1999). Condensación superficial en encuentros de planos verticales y horizontales en viviendas de uso permanente: su evaluación y diagnóstico". Anais del V Encontro de Conforto no Ambiente Construido.
- Czajkowski, Jorge (2000). Desarrollo de un modelo de ahorro de energía en edificios de vivienda y determinación de valores límite de calidad térmica para la Republica Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio ambiente. Vol 4, N° 2, Pp 01.39 a 01.42. Argentina. ISSN 0329-5184.
- Czajkowski, Jorge (2001/5). Aire Acondicionado II: Balance térmico verano. Modelo simplificado de cálculo de la carga térmica en refrigeración. TP N° 12. Cátedra instalaciones I-II. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. La Plata.

http://www.arquinstal.com.ar/publicaciones/tp2005/i2-tp12_2005_aa2_baltermver.pdf

- Czajkowski, Jorge Daniel. (2001). Modelo de ahorro de energía en edificios para la República Argentina. Anais ENCAC 2001, San Pedro, SP, Brasil.
- Czajkowski, Jorge Daniel; et al. (2003). Comportamiento energético ambiental de viviendas en el gran La Plata. Avances en Energías Renovables y Medio ambiente. Vol 7, N° 1, Pp 07.43. Argentina.
- Czajkowski, Jorge Daniel; et al. (2003). Evaluación del comportamiento energético en viviendas urbanas auditadas en La Plata, Buenos Aires, Argentina. Anais ENCAC - COTEDI 2003, Curitiba, PR, Brasil. Pp 889.
- Czajkowski, Jorge Daniel. (2004). Modelo de ahorro de energía en refrigeración. aplicable a edificios del sector terciario: viviendas, administración, oficinas, comercios, educación y salud. Parte 2: Procedimiento de cálculo. Caso viviendas. Informe. 25 páginas.
- IRAM, Instituto Argentino de Normalización (2002). Norma 11601 - Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. www.iram.org.ar
- (1996). Norma 11603 - Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- (2001). Norma 11604 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.
- (1996). Norma 11605 - Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- (2000). Norma 11625 y 30 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales (25) puntos singulares (30) de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- (2004). Norma 11659-1 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración.
- (2006). Norma 11659-2 [Esquema A6]– Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para Viviendas. Agosto 2006.

6. AGRADECIMIENTOS:

A los miembros de la subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios del Instituto Argentino de Normalización por sus pertinentes sugerencias y comentarios. A los alumnos y docentes de la cátedra que desde el 2001 sirvieron de beta testers en la implementación del modelo que hoy es una norma de alcance nacional surgida de las necesidades de un taller de instalaciones.

ABSTRACT

In Argentina practically a third of the primary demand of energy is consumed by the constructed habitat, and more of 80% it is used in the buildings air conditioning. We counted on nonobligatory standards for the energy saving in heating twenty years ago and refrigeration a year ago. These would allow to the rational use of the energy and the improvement of the quality of life of the inhabitants of being of obligatory fulfillment. In this paper we expose a energy saving model developed for buildings of human room, next to proposed indicators of energy efficiency and their permissible values to the IRAM applicable to three types of house buildings.

Keywords: models; energy saving; rational energy use; refrigeration; indicators; standards.