

## ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS DE CONSERVACION DE ENERGIA PARA EL SECTOR EDILICIO

Jorge C. Fernandez Llano \* - Carlos de Rosa\*\*

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)

Centro Regional de Investigaciones Cientificas y Tecnológicas (CRICYT)

Casilla de Correo 131 5500 Mendoza

Como consecuencia de las crisis petroleras de 1973 y 1979, la mayoría de los países desarrollados comenzo a implementar políticas de ahorro de energía a fines de la década del 70. Las preocupaciones principales estaban centradas en asegurar el suministro de petróleo y por lo tanto, se alentaba el ahorro de energía.

En los países de la Comunidad Económica Europea, por ejemplo, en los sectores de vivienda y servicios, que representa el 38% de la energía consumida, desarrollaron esfuerzos en dos líneas:

- Edificios nuevos, que corresponden a un flujo anual de entre 0,5% y 2% del parque existente, variando según los países.

- Edificios existentes que, para el sector residencial solamente representan 150 millones de viviendas en 12 países de la C.C.E.

No obstante, mientras las normativas son cada vez mas exigentes para los nuevos edificios con respecto al consumo energético, prácticamente no existe reglamentación para los ya existentes. La C.C.E. publicó un informe dirigido a implementar una auditoría energética siempre que un inmueble fuera vendido, pero esta medida se adoptó solamente en Dinamarca y parece difícil que se generalice. Por ahora, las únicas medidas han sido subsidios para mejoras en el comportamiento energético y para diagnósticos térmicos. Los incentivos, sin embargo, han decrecido a partir de 1986.

Ante la continua incertidumbre acerca de la situación energética en años venideros, algunos expertos de la C.E.E. han enfatizado la importancia de "quedar a cubierto", mediante la continuidad de los esfuerzos iniciados. En 1986 la C.E.E. había asignado una meta de reducir el consumo total de energía en un 20% para 1995, el resultado final será seguramente cercano al 14%, dependiendo de la evolución de los precios del petróleo.

### INDICADORES DEL COMPORTAMIENTO TERMICO

Los parámetros indicadores mas usuales del comportamiento térmico de viviendas son: conductancias térmicas de componentes, conductancias medias de las envolventes, factores de forma, coeficientes volumétricos de pérdidas y niveles de infiltración. Algunos Normas ofrecen paquetes alternativos que combinan distintos valores de parámetros individuales, y que al integrarse dan por resultado un comportamiento energético global equivalente.

Cada país ha desarrollado una zonificación climática del territorio según diferentes criterios. Los parámetros climáticos mas utilizados son: grados-día anuales de calefacción, temperaturas medias de invierno o temperaturas de diseño y condiciones de humedad

En general, las normas europeas se mantienen dentro de criterios de gran simplicidad en sus aspectos metodológicos y de zonificación climática.

\* Profesional Principal (CONICET)

\*\* Investigador Independiente (CONICET)

## ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS DE CONSERVACION DE ENERGIA PARA EL SECTOR EDILICIO

Jorge C. Fernandez Llano \* - Carlos de Rosa\*\*

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)

Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT)

Casilla de Correo 131 5500 Mendoza

Como consecuencia de las crisis petroleras de 1973 y 1979, la mayoría de los países desarrollados comenzó a implementar políticas de ahorro de energía a fines de la década del 70. Las preocupaciones principales estaban centradas en asegurar el suministro de petróleo y por lo tanto, se alentaba el ahorro de energía.

En los países de la Comunidad Económica Europea, por ejemplo, en los sectores de vivienda y servicios, que representa el 38% de la energía consumida, desarrollaron esfuerzos en dos líneas:

- Edificios nuevos, que corresponden a un flujo anual de entre 0,5% y 2% del parque existente, variando según los países.

- Edificios existentes que, para el sector residencial solamente representan 150 millones de viviendas en 12 países de la C.C.E.

No obstante, mientras las normativas son cada vez más exigentes para los nuevos edificios con respecto al consumo energético, prácticamente no existe reglamentación para los ya existentes. La C.C.E. publicó un informe dirigido a implementar una auditoría energética siempre que un inmueble fuera vendido, pero esta medida se adoptó solamente en Dinamarca y parece difícil que se generalice. Por ahora, las únicas medidas han sido subsidios para mejoras en el comportamiento energético y para diagnósticos térmicos. Los incentivos, sin embargo, han decrecido a partir de 1986.

Ante la continua incertidumbre acerca de la situación energética en años venideros, algunos expertos de la C.E.E. han enfatizado la importancia de "quedar a cubierto", mediante la continuidad de los esfuerzos iniciados. En 1986 la C.E.E. había asignado una meta de reducir el consumo total de energía en un 20% para 1995, el resultado final será seguramente cercano al 14%, dependiendo de la evolución de los precios del petróleo.

### INDICADORES DEL COMPORTAMIENTO TERMICO

Los parámetros indicadores más usuales del comportamiento térmico de viviendas son: conductancias térmicas de componentes, conductancias medias de las envolventes, factores de forma, coeficientes volumétricos de pérdidas y niveles de infiltración. Algunas Normas ofrecen paquetes alternativos que combinan distintos valores de parámetros individuales, y que al integrarse dan por resultado un comportamiento energético global equivalente.

Cada país ha desarrollado una zonificación climática del territorio según diferentes criterios. Los parámetros climáticos más utilizados son: grados-día anuales de calefacción, temperaturas medias de invierno o temperaturas de diseño y condiciones de humedad.

En general, las normas europeas se mantienen dentro de criterios de gran simplicidad en sus aspectos metodológicos y de zonificación climática.

\* Profesional Principal (CONICET)

\*\* Investigador Independiente (CONICET)

La NBE-CT-79 fue puesta en vigencia en todo el territorio de España a mediados de 1979. Su objetivo es establecer las condiciones térmicas exigibles en edificios. Su campo de aplicación incluye todo tipo de edificios nuevos; es obligatoria para edificios residenciales, permitiéndose alternativas a lo prescrito siempre que los consumos de energía no superen a los resultantes en la aplicación estricta de la Norma.

Se establecen 2 zonificaciones diferentes:

- .basada en los datos de grados-día (base 15 °C)
- .basada en las temperaturas mínimas medias del mes de Enero (invierno)

La NBE define el comportamiento térmico de los edificios según los siguientes parámetros.

1. Coeficiente de transmitancia térmica global de la envolvente ( $K_g$ ): es el coeficiente medio ponderado de los distintos componentes de la envolvente edilicia. Los valores de  $K_g$  calculados deberán ser inferiores a un  $K_{gadm}$ . Este coeficiente admisible queda definido por el tipo de energía, por la zona bioclimática y por la forma del edificio
2. Coeficientes de transmitancia térmica de cerramientos ( $K$ ) Los valores máximos admisibles para los distintos elementos de la envolvente se encuentran tabulados en función del tipo de cerramiento y según la segunda zonificación climática del territorio.

### NORMA FRANCESA

.Consideran locales "calefaccionados" a aquellos en los que la temperatura normal de uso es igual o mayor a 14° C.

.Entre los edificios, o partes de edificios calefaccionados se distinguen: edificios hospitalarios y otros edificios por un lado y por otro, de ocupación continua o discontinua.

El territorio francés queda dividido en tres zonas climáticas: H1, H2 y H3, coincidentes con divisiones departamentales (políticas).

El indicador principal del nivel de pérdidas térmicas es el coeficiente volumétrico de pérdidas  $G$ . Los valores de  $G$  máximos admisibles para cada tipo de edificio, están dados en función de la ocupación, zona climática y tipo de combustible utilizado. Este valor puede ser incrementado en función del índice solar y de la inercia térmica del edificio.

### NORMA ITALIANA

En esta Norma se regula: características de los componentes, funcionamiento y mantenimiento de instalaciones térmicas, características del aislamiento térmico de los edificios nuevos o a renovarse, en los cuales se prevea un sistema de calefacción.

Italia se ha dividido en seis zonas climáticas en función de los grados-día anuales de calefacción, entre menos de 600 °GD y más de 3000

Esta norma define el comportamiento térmico de los edificios, según los siguientes parámetros:

- 1- Coeficiente de trasmisión térmica ( $C_d$  calculado).
- 2- Coeficiente de trasmisión térmica admisible : cada región puede fijar los valores máximos de  $C_d adm$ , caso contrario, se obtiene en función de la zona climática y del factor de forma.
- 3- Cálculo del Coeficiente de trasmisión térmica por ambiente ( $C_dLadm$ ): dado que el  $C_d adm$  no asegura una uniformidad en las pérdidas de calor dentro de todo el edificio, esta norma fija un  $C_dL$  para el local. Se debe cumplir:  $C_dLcal. \leq C_dL admisible$

## NORMA INGLESA

El nuevo Reglamento para Edificios se puso en vigencia en Inglaterra, Gales y Escocia a partir de 1990. Los requerimientos son idénticos para las tres zonas y para un rango entre 2700 y 4000 GD anuales de calefacción.

Los requerimientos pueden satisfacerse por dos métodos alternativos: el método de Aproximación Elemental y el Procedimiento de cálculo.

1. Método de aproximación elemental: siguiendo este método las viviendas (o edificios) deberán cumplir valores máximos de conductancia (K). El área vidriada total (incluyendo ventanas y lucernarios) no debe exceder el 15% de área total de piso de la vivienda.

2. Pérdidas totales: está diseñado para que un edificio tenga las mismas pérdidas totales que mediante la aplicación estricta de los valores dados por el Método de Aproximación Elemental para cada uno de sus componentes; es flexible ya que mediante compensaciones se pueden superar los valores límites prescriptos de conductancias y áreas vidriadas máximas.

## NORMAS DE CALIFORNIA (USA).

Las reglas que se anexan al Código de Construcción del estado de California, son el resultado de uno de los esfuerzos mas profundos y pormemorizados en el campo de la legislación para el ahorro energético en edificios. Se aplican a construcciones residenciales y del sector terciario. A los efectos de la Norma el estado de California está dividido en 16 zonas climáticas. Los "standards" de conservación de energía para este grupo quedan definidos por las siguientes indicadores:

1. Consumos energéticos: los edificios deben estar diseñados para consumir una cantidad de energía convencional por unidad de superficie menor a un límite dado.

2. Cálculos de Consumos Energéticos: la solicitud de un permiso para edificar debe demostrar el cumplimiento de consumos anuales máximos.

3. Paquetes de componentes alternativos: los requerimientos para cumplir con los presupuestos energéticos del punto 1, pueden ser satisfechos mediante la selección de uno entre cinco "paquetes" alternativos de diferentes componentes.

## NORMA CANADIENSE

El documento elaborado por el NRCC está basado en el Standard 90 A-1980, de la ASHRAE.

Son esencialmente prescriptivas en su naturaleza, pero se admite cierta flexibilidad en su aplicación mediante la inclusión de alternativas que justifiquen desviaciones de la norma.

Las Normas no se aplican a viviendas o edificios de uso estacional, ni a aquellos cuyos consumos sean inferiores a  $10 \text{ W/m}^2$  de área de piso.

A continuación se dan aspectos complementarios prescriptos para componentes opacos:

Las resistencias térmicas dadas en tablas (RSI) pueden ser corregidas cuando se usa una temperatura base diferente a  $18^\circ\text{C}$  para los GD.

Las puertas opacas exteriores deben tener una resistencia térmica mínima de  $0,7 \text{ m}^2\text{C/W}$ .

La resistencia térmica de un determinado componente puede reducirse, siempre que el resultado de la sumatoria no sea inferior al de los valores prescriptos en la tabla.

Superficies vidriadas: todos los vidrios de la envolvente deben ser dobles. El área total de cerramientos vidriados no debe superar el 15% de la del piso de los locales calefaccionados. Esta superficie podrá superarse proporcionalmente si la resistencia térmica del vidriado utilizado fuera superior a la de vidrios dobles.

## NORMATIVA ARGENTINA (IRAM)

Hasta el presente, es el único instrumento normativo para la producción edilicia del sector estatal del país. A pesar de sucesivas actualizaciones las normas que regulan el comportamiento termo-energético de edificios de viviendas, presentan en general un nivel de exigencia débil y muy alejado de las normas modernas de países industrializados.

La evaluación del edificio a los efectos del ahorro energético se efectúa en función de un parámetro denominado coeficiente volumétrico de pérdida de calor (G). Este parámetro tiene en cuenta la resistencia térmica de los componentes de la envolvente, el diseño (volumen) y las infiltraciones de aire. Se ha fijado un valor de G máximo admisible

$G_{adm} = f(V; \text{°D})$ , debiendo cumplirse:  $G \leq G_{adm}$

11605: el cumplimiento de esta norma asegura condiciones mínimas de habitabilidad en las viviendas. Su aplicación se limita a viviendas o edificios de viviendas que no posean sistemas de acondicionamiento térmico ambiental. Esta norma se aplica en todas las zonas bio-ambientales. Protege los ambientes que tienen poca masa disminuyendo los  $K_{adm}$  es decir, tiende a que la vivienda este aislada del medio exterior durante todo el año especialmente en las zonas más cálidas. A medida que aumenta la masa térmica, los  $K_{adm}$  son mas permisivos, siempre protegiendo las zonas más cálidas. (masa térmica: 100-200  $\text{Kg/m}^2$ ).

En resumen, se castiga ( $K_{adm}$  muy bajas) la construcción de viviendas en zonas cálidas sin masa térmica. La solución es la incorporación de aislante o bien, se incrementa la masa térmica.

Para comparar la Norma IRAM con otras, se tuvieron en cuenta distintos factores de forma ( $FF = S/V$ ) y se calculó el G (norma 11604) teniendo en cuenta los valores de  $K_{t adm}$  (11605). Se consideró una masa térmica media de 320  $\text{Kg/m}^2$  y en cuanto a las orientaciones se supuso simetría por lo que se tomaron los  $K_{t adm}$  medios. No se consideraron las infiltraciones.

Los  $G_{adm}$  que fija la norma 11604 se obtuvieron con los volúmenes correspondientes a los distintos factores de forma y con los grados-día de Mendoza y Malargüe. Para poder obtener valores comparables con otras normas, se eliminaron las infiltraciones del  $G_{adm}$ . Se adoptó el 15 % de superficie vidriada ya que corresponde a un valor medio.

## CODIGOS MUNICIPALES DE LA PROVINCIA

Los distintos departamentos de la provincia, adoptan como modelo el Código de Edificación de la ciudad de Mendoza. Lo requerido en cuanto a aspectos de conservación de energía y condiciones térmicas es excesivamente rudimentario y no se cumplen en la práctica. Se adoptan las siguientes criterios:

a) Techos: la conductancia máxima admisible es de  $1,28 \text{W/m}^2\text{°C}$ , es decir el equivalente a una losa tipo con 0,08 m de tierra como aislación térmica.

b) Paredes exteriores: la conductancia máxima es de  $2,35 \text{W/m}^2\text{°C}$ , equivalente a una pared de ladrillo macizo de 0,20 m con revoque simple

c) Ventanas: locales de mas de 20 m<sup>2</sup> de superficie y/o ventanas que excedan el 18% de la superficie del local, deberán contarse con medios adecuados contra el sol o reflejos y garantizar una temperatura promedio de 15 °C en invierno y 24 °C en verano.

## EVALUACION COMPARATIVA DE NORMAS NACIONALES Y EXTRANJERAS.

Con el fin de evaluar en forma comparativa los niveles de exigencia de las normas extranjeras mas modernas y las vigentes actualmente en nuestra provincia: IRAM para edificios del sector público y Códigos Municipales de Edificación para el resto de las construcciones; se ha preparado una serie de gráficos que permiten cuantificar las exigencias de cada norma extranjera con respecto a las normas locales.

Para ello ha sido necesario utilizar procedimientos que permiten homogeneizar la información de manera que resulte comparable. Cada norma de las analizadas basa sus prescripciones en distintos parámetros indicativos del comportamiento energético invernal de los edificios, algunos de estos parámetros son de tipo global: como en el caso de la conductancia de componentes de las envolventes en función de zonificaciones climáticas establecidas. Se han tomado situaciones climáticas extremas, dentro de las que se presentan en la provincia: 1384 grados-día para Mendoza y 2595 GD para Malargüe.

Algunas normas extranjeras, las españolas e italianas en particular, usan el "factor de forma" como variable para establecer limites máximos de pérdidas. Este parámetro varía en dos sentidos : en cuanto a la forma y en cuanto a la escala del edificio ( los edificios de mayor tamaño presentan valores menores de factor de forma que los de menor tamaño a igualdad de forma.).

Por ello, para evaluar comparativamente las normas extranjeras con los locales se tomó como variable el factor de forma, aunque solamente con respecto a la escala del edificio. A tal efecto se elaboró una serie de modelos edilicios de forma elemental, la mas cercana posible a un cubo, según el número de plantas, con valores de FF entre 0,25 y 1,00. En los mismos se considera que la superficie de ventanas es igual al 18% del área de piso y que el área de intercambio de fundaciones es igual a una franja perimetral de 0,60 de profundidad, cuya superficie no interviene en la determinación del factor de forma.

Para cada norma extranjera se calcularon las pérdidas máximas admisibles para la serie de volúmenes propuesta, según las exigencias de cada una, obteniéndose las conductancias medias ponderadas de la envolvente, en función de la distribución porcentual de sus distintas componentes: techos, muros, ventanas y fundaciones. En los gráficos se presentan valores de las normas extranjeras para los distintos edificios (FF) y los calculados para la exigencia de la Norma IRAM 11604 (1990) y la del Código de edificación de la Ciudad de Mendoza. En cada correlación gráfica se presentan situaciones de climas equivalentes a los de Mendoza (1384 GD) y Malargüe (2595 GD) para las normas española, francesa, italiana y norteamericana (Código de California) Figs. 1, 2, 3, 4, 5 y 6, dado que en Inglaterra y Canadá no existen climas equivalentes al de la ciudad de Mendoza, las correlaciones se presentan solamente para el clima de Malargüe. (Fig. 7 y 8).

Resulta importante aclarar que toda la normativa analizada tiene como meta la limitación de los consumos de energía para calefacción de espacios, por lo tanto se ha tomado para las normas Iram, solamente los valores establecidos por la Norma 11604 para conductancias de referencia según grados-día anuales de calefacción, utilizados para determinar límites del coeficiente global de pérdidas. Otro componente de pérdidas de importancia que ha sido excluido de este análisis es la infiltración, ya que solamente es tenido en cuenta cuando las normas prescriben valores para el Coeficiente Global de Pérdidas (G), considerado solamente en las normas francesas y la IRAM 11604.

## CONCLUSIONES

El análisis de los gráficos comparativos es a simple vista elocuente respecto a las diferencias entre las normas extranjeras y las existentes en nuestro medio. Si se tomara como base la Norma Española, cuyo criterio se ha adoptado para homogeneizar las distintas normativas comparadas, asignándole un valor 1,00 a la energía consumida para calefacción en una estación de invierno para ambas situaciones climáticas analizadas, Mendoza y Malargüe, se obtendrían los siguientes cuadros :

### MENDOZA (1384 G.D.ANUALES)

#### FACTOR DE FORMA

NORMA	0,25	0,37	0,5	0,75	1	MEDIA
ESPAÑA	1	1	1	1	1	1
FRANCIA	1.06	1.18	1.27	1.42	1.43	1.27
ITALIA	1.56	1.72	1.72	1.69	1.73	1.68
INGLATERRA	---	---	---	---	---	---
CALIFORNIA	1.27	1.4	1.53	1.66	1.57	1.48
CANADA	---	---	---	---	---	---
IRAM 11604	2.08	2.16	2.19	2.35	2.4	2.24
COD.MUNIC.	2.69	2.85	3.01	3.19	3.06	2.96

### MALARGÜE (2595 G.D. ANUALES)

NORMA	0,25	0,37	0,5	0,75	1	MEDIA
ESPAÑA	1	1	1	1	1	1
FRANCIA	0.93	1.09	1.21	1.39	1.43	1.21
ITALIA	1.29	1.44	1.44	1.46	1.5	1.43
INGLATERRA	0.85	0.78	0.72	0.72	0.66	0.75
CALIFORNIA	1.1	1.12	1.16	1.23	1.18	1.16
CANADA	0.8	0.85	0.83	0.82	0.75	0.81
IRAM 11604	1.36	1.47	1.55	1.7	1.76	1.57
COD.MUN.	3.06	3.22	3.41	3.63	3.46	3.36

La lectura de los cuadros precedentes pone de manifiesto las siguientes características.

Para climas templado-fríos como el de Mendoza, la norma española NBE -79 resulta la de mas alta exigencia, siendo en este caso la menos rigurosa la italiana, que admitiría un consumo del 68% mas para edificios equivalentes.

Las normas nacionales permiten consumos de combustibles superiores a los de las normas extranjeras menos exigentes. Tomando siempre como referencia la NBE - 79, la norma IRAM 11604, permite un consumo medio superior mayor que el doble de aquella (2.24) y para los códigos municipales vigentes este valor prácticamente se triplica.

Para situaciones de climas fríos como la de Malargüe, las normas inglesa y canadiense resultan las de mas alto nivel de exigencia, permitiendo consumos máximos inferiores entre 33 y 23 % respecto a la NBE - 79.

La norma italiana es igualmente la más permisiva de las extranjeras analizadas, posibilitando consumos superiores en un 43 % con respecto a la española. La Norma IRAM 11604 se aproxima a estas cifras con un 57% por sobre la NBE - 79. Finalmente los Códigos Municipales que no reconocen zonificación climática dentro de la provincia, permiten un consumo máximo (teórico) de 3,36 veces el de referencia.

La brecha entre las normas modernas de otros países con respecto a las vigentes en nuestro medio es muy notoria en todos los casos. A continuación se dan algunas estrategias para permitir un mejoramiento de las normas municipales, teniendo en cuenta las diferencias climáticas regionales y la factibilidad técnico-económica de su aplicación.

- . Medidas básicas mínimas de aplicación obligatoria.
- . Medidas por encima del mínimo de aplicación opcional e incentivada económicamente.
- . Ajuste progresivo de las medidas básicas obligatorias.
- . Asegurar la efectividad económica de las mayores inversiones con amortizaciones en plazos cortos.
- . En el caso de algunos componentes constructivos: muros, fundaciones, ventanas, etc. factibilidad de mejorar progresivamente sus características de conservación.
- . Implementación de incentivos económicos en forma de exenciones impositivas o facilidades crediticias para inversiones que generen ahorros energéticos comprobables.
- . Capacitación a nivel de organismos oficiales y difusión masiva de la problemática energética con énfasis en la rentabilidad de inversiones ante el eventual agotamiento de las reservas de combustibles fósiles.

## BIBLIOGRAFIA

- Normas IRAM Acondicionamiento Térmico - Argentina
- Normas NBE - CT - España
- Normas para el ahorro de energía térmica en los edificios nuevos - Italia
- Normas de acondicionamiento térmico en edificios - AFME - Francia
- California Energy Commission - Código de California - USA
- Ordenanza de Urbanización y Construcción - Municipalidad de La Florida - Chile
- Associate Committee on the National Building Code
- National Research Council of Canadá - Measures for Energy Conservation in New Buildings



FIG. 1: NORMA ESPAÑOLA  
Zona Mendoza

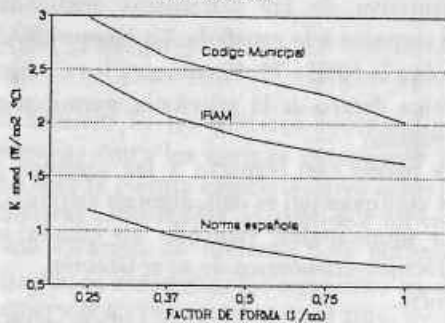


FIG. 2: NORMA ESPAÑOLA  
Zona Malargue

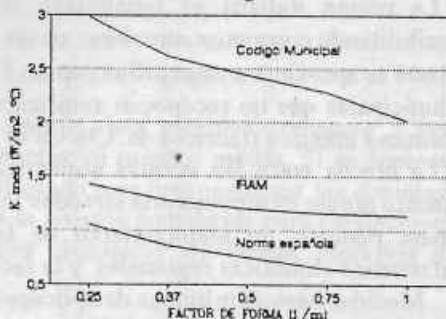


FIG. 3: NORMA ITALIANA  
Zona Mendoza

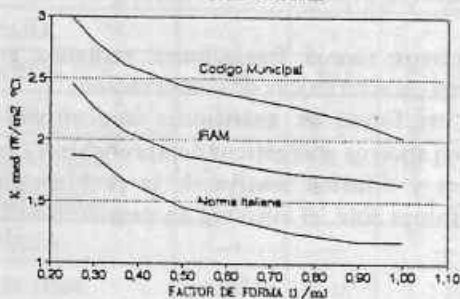


FIG. 4: NORMA ITALIANA  
Zona Malargue

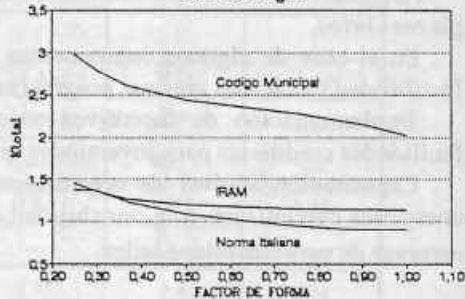


FIG. 5: CODIGO CALIFORNIA (USA)  
Zona Mendoza

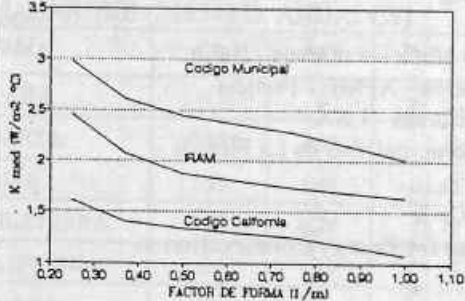


FIG. 6: CODIGO CALIFORNIA (USA)  
Zona Malargue

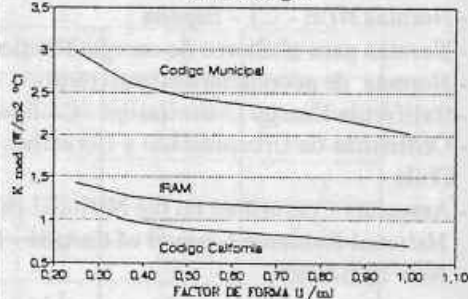


FIG. 7: NORMA INGLESA  
Zona Malargue

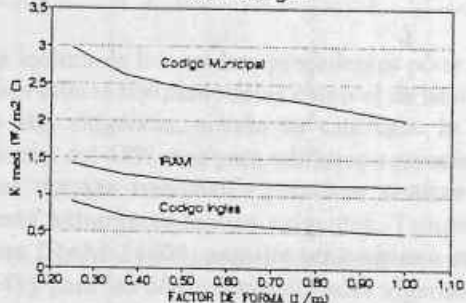


FIG. 8: NORMA CANADIENSE  
Zona Malargue

