

PRERSENTADO: 12 Reunión de  
de Trabajo de ASADES.  
Bs.As. noviembre del 1987.

EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS  
TERMICAS Y PRACTICAS DE USO DE LAS  
VIVIENDAS URBANAS DEL AREA  
METROPOLITANA. @

E.Rosenfeld \*, A.Fabris \*, O.Ravella,  
G.Pasimanik ^, J.Czajkowski ^, G.San  
Juan, C.Sagasti, C.Discoli ^ +.

IAS-FIPE, Instituto de Arquitectura  
Solar, Fundacion para la  
Investigacion y el Progreso  
Energetico.

Calle 526 No.2005, (1900) La Plata,  
Argentina.

## Resumen

Sobre el parque de viviendas urbanas del Area Metropolitana se realizo un analisis tipologico para hallar las unidades representativas. Detectadas doce tipologias y cinco modelos de algunas de ellas se conformo una muestra de 360 viviendas sobre las que se practicaron auditorias energeticas.

Se comunican las caracteristicas termicas y geometricas de los tipos con peso estadistico y las perdidas termicas por diferentes conceptos.

Se discute la variacion del coeficiente volumetrico global de transmision termica "G" en funcion de otros parametros y de normas nacionales e internacionales.

Se comunica una propuesta de modelo de practica de uso de las viviendas y conclusiones sobre los topicos expuestos.

## 1. Introduccion

Uno de los problemas para el estudio de la conservacion de energia en el sector residencial del area metropolitana (1) es la necesidad de hallar unidades de analisis suficientemente representativas, dada la gran dispersion de tipos edilicios en el area.

Para resolverlo se recurrio al analisis tipologico. Sus bases, caracteristicas y resultados pueden consultarse en (2). Los requerimientos del proyecto "Audibaires" limitaron el analisis a tipos en que fuera posible implementar medidas de

@ Este proyecto fue otorgado por concurso realizado por la CIC de la Provincia de Buenos Aires y financiado por la Secretaria de Energia de la Nacion. Contrato SE 1399/83.

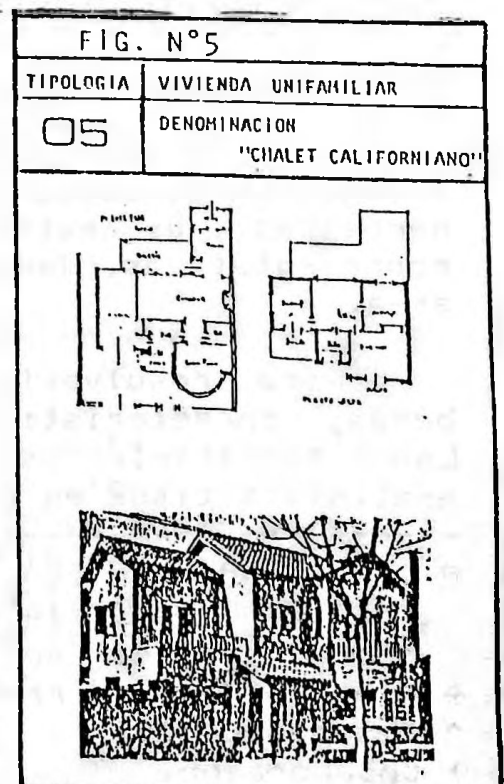
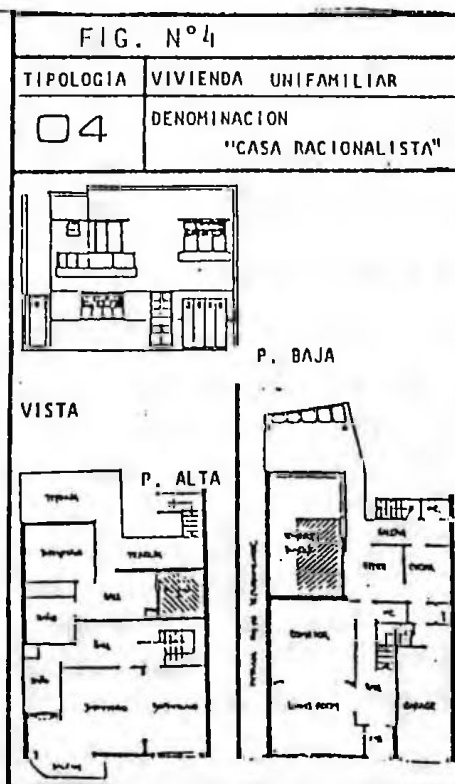
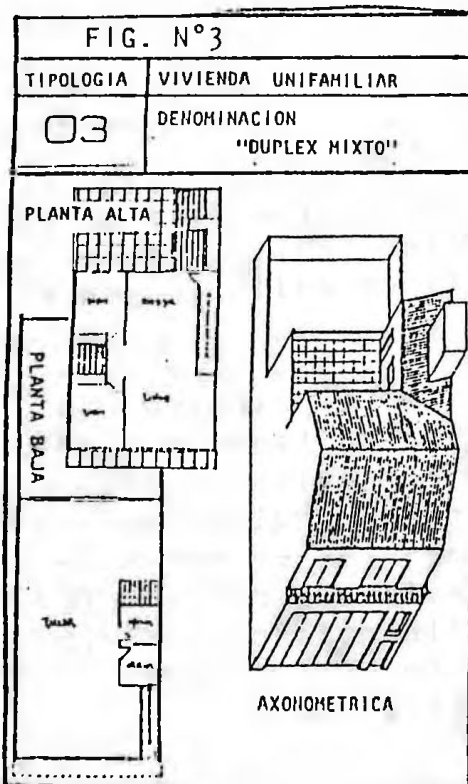
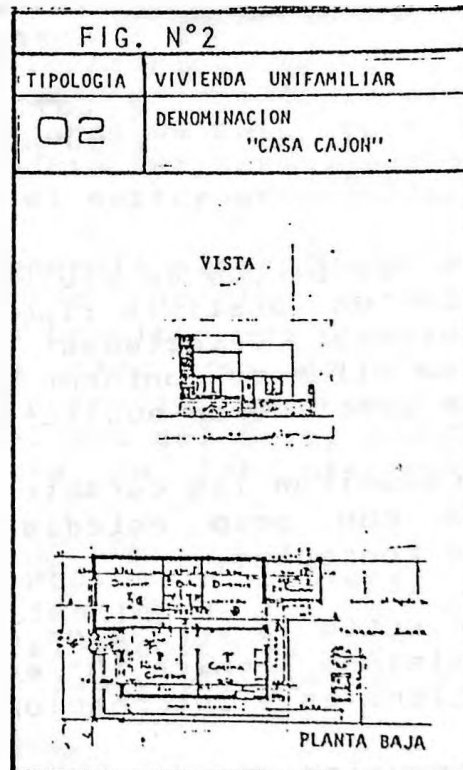
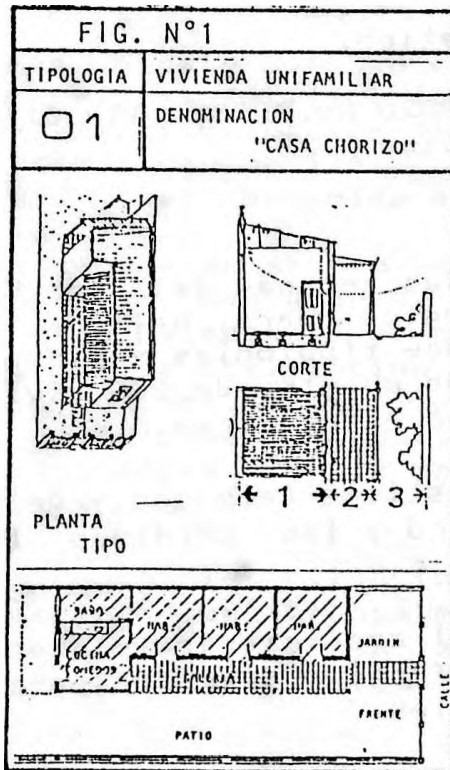
\* Miembro de la carrera de investigador CONICET.

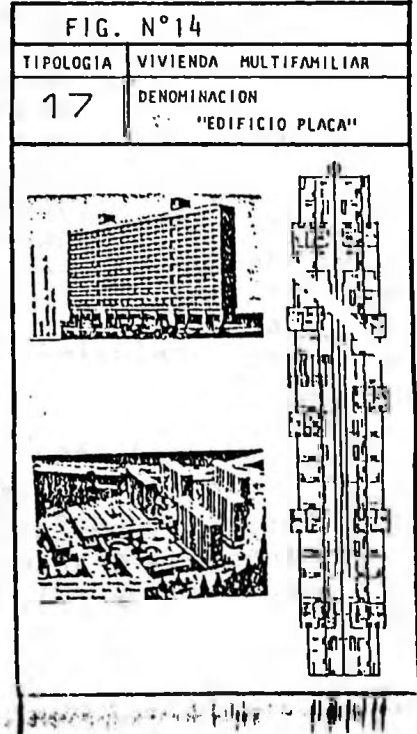
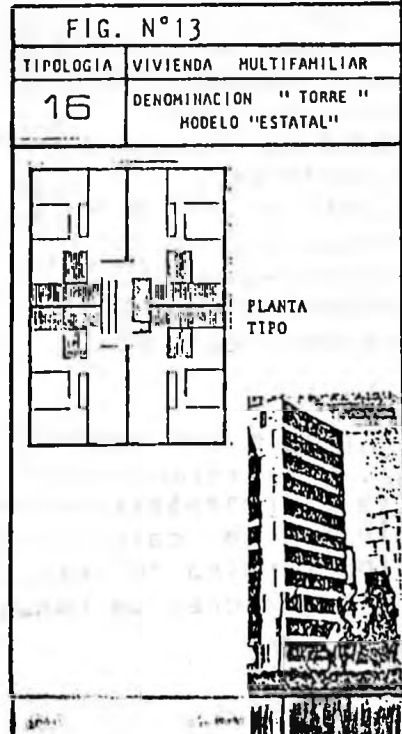
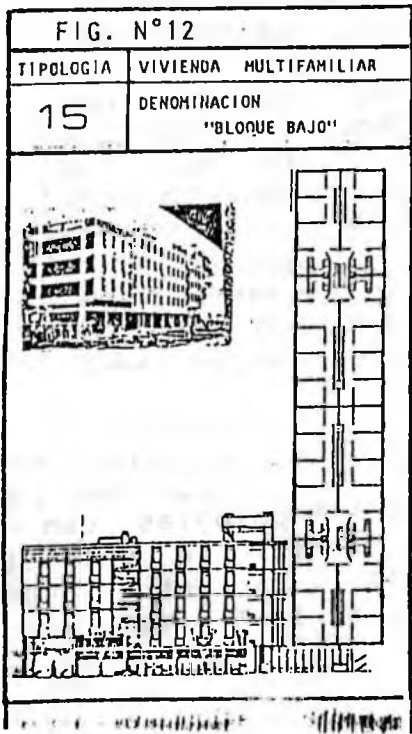
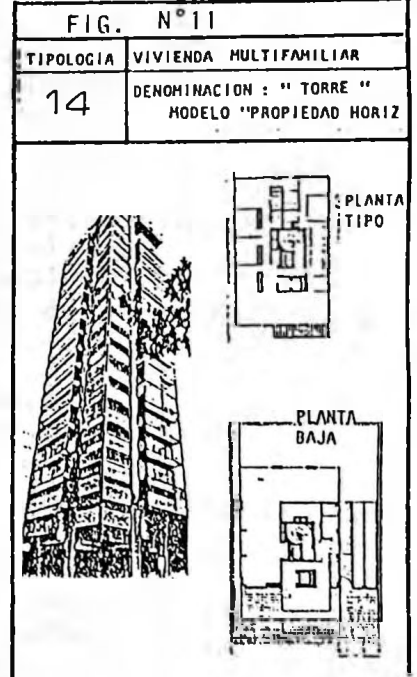
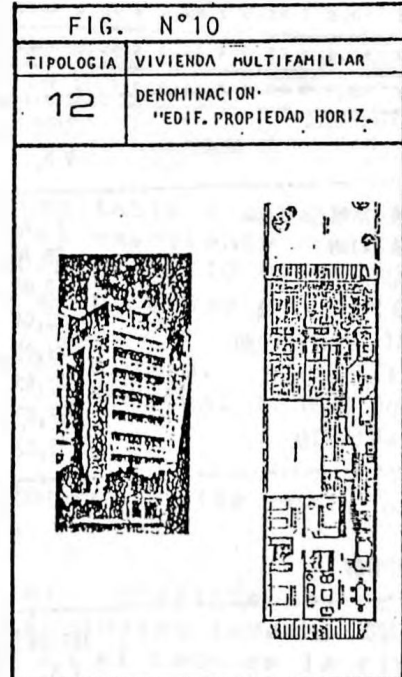
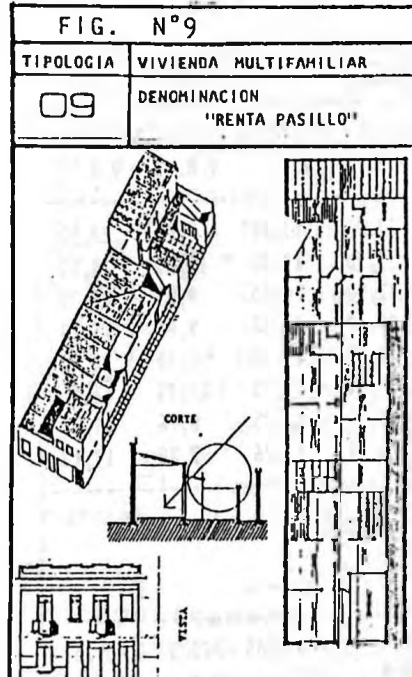
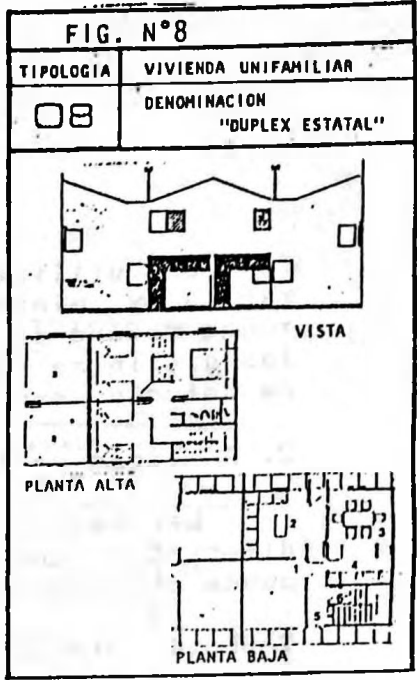
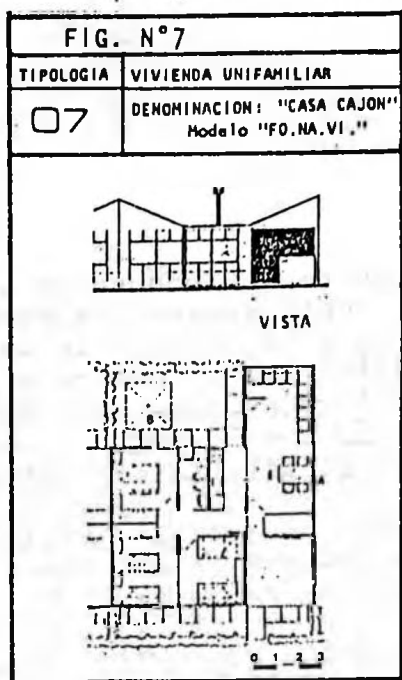
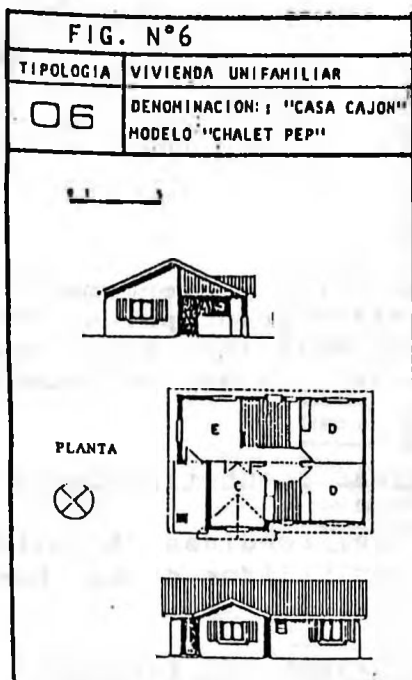
^ Becario CONICET.

+ Colaborador.

conservacion de energia. Se identificaron en consecuencia doce tipologias y cinco modelos de algunas de ellas (Figs. 1 a 14).

Como parte de "Audibaires" se realizo la auditoria energetica de 360 viviendas. Sobre 90 de ellas se realizo una auditoria energetica detallada, estudiandose la correspondencia entre los consumos registrados a traves de medidores y las necesidades de energia para calefaccion calculadas por balance termico IRAM en base a las temperaturas medias medidas durante una semana. Sobre 270 viviendas adicionales se estudiaron las caracteristicas termicas y se trato de dar significacion estadistica a los valores obtenidos.





Se utilizaron termohigrografos mecanicos y termómetros de maxima y minima ubicados en los ambientes principales de las zonas de uso diurno y nocturno. Las características detalladas de las distintas auditorias, encuestas y programas del procesamiento de datos se encuentran en (2), Vol. 2.

## 2. Analisis de las características termicas segun tipologias

La asignacion porcentual media de perdidas termicas a diferentes conceptos para todos los casos validos de la muestra puede observarse en la Tabla 1.

TABLA 1. DISCRIMINACION PORCENTUAL DE PERDIDAS POR TIPOLOGIA

CASAS						
No.	TIPOLOGIA	TECHOS	MUROS	ABERTURAS	PISOS	RENOV. AIR
		V.M.	V.M.	V.M.	V.M.	V.M.
1.	CASA CHORIZO	20,20	37,30	11,10	7,90	22,90
2.	CASA CAJON	28,70	28,70	12,80	10,80	18,80
3.	DUPLEX MIXTO	18,00	32,00	8,60	9,83	21,33
4.	CASA RACIONALISTA	25,04	30,13	17,48	9,83	18,28
5.	CHALET CALIFORNIANO	21,00	30,30	16,20	8,70	22,40
6.	CHALET P.E.P.	21,85	28,12	8,75	11,03	17,55
7.	CASA FO.NA.VI.	27,83	34,56	12,85	8,76	14,60
8.	DUPLEX ESTATAL	11,52	44,26	11,76	7,80	14,13
DEPARTAMENTOS						
No.	TIPOLOGIA	TECHOS	MUROS	ABERTURAS	PISOS	RENOV. AIR
		V.M.	V.M.	V.M.	V.M.	V.M.
9.	RENTA PASILLO	21,60	34,60	12,60	10,30	20,20
11.	RENTA EN ALTURA	28,41	26,93	10,47	15,17	17,50
12.	EDIF. PROPIEDAD HORIZONTAL	21,20	28,20	15,20	17,20	18,20
14.	TORRE Modelo "PROP.HORIZ."	24,10	28,00	12,30	17,00	17,70
15.	BLOQUE BAJO	22,20	31,20	13,10	14,60	19,90
16.	TORRE MODELO:ESTATAL	30,15	30,52	13,47	2,75	18,27
17.	EDIF. PLACA	26,40	27,50	9,40	16,20	20,50
18.	HIBRIDOS					
PROMEDIO VALORES MEDIOS		20,48	27,78	10,95	9,87	16,60

Sobre muestras representativas de las tipologias con peso estadístico suficiente se calculo el coeficiente volumetrico global de transmision termica "G" segun (3) y parametros conexos segun (4) y (5). Estos valores se resumen en la Tabla 2.

**TABLA 2. CARACTERISTICAS TERMICAS Y GEOMETRICAS MEDIAS DE LAS TIPOLOGIAS DE VIVIENDA ANALIZADAS.**

TIPOLOGIA	N	Gmedio	Kprima	Cmedio	KGmedio	hmedio	fmedio	G%exp
CHORIZO	11	2.20	7.48	0.34	1.90	3.40	1.16	45
CASA CAJON	21	2.66	7.23	0.42	2.15	2.72	1.24	24
CHALET CALIF.	51	2.24	7.93	0.48	2.57	3.54	0.87	34
CAJON MOD. PEPI	61	2.36	6.73	0.41	1.95	2.85	1.21	
RENTA PASILLO	91	2.60	6.84	0.37	1.84	2.63	1.41	40
PROP. HORIZONT	121	2.78	7.31	0.36	1.93	2.63	1.44	38
TURRE MOD. PH.	141	2.81	7.28	0.38	2.01	2.59	1.40	28
BLOQUE BAJO	151	2.30	6.21	0.39	1.74	2.70	1.32	46
EDIF. PLACA	171	2.38	6.43	0.39	1.80	2.70	1.32	

donde:

Co: COMPACIDAD: area habitable / area envolvente (sin piso).

f: FACTOR DE FORMA: area envolvente / volumen (m-1)

KG medio = G/f: COEFICIENTE MEDIO DE PERDIDAS: (W/m<sup>2</sup> C).

K prima: Coeficiente de perdidas por unidad de area habitable (W/cm<sup>2</sup>).

h: Altura media de la tipologia.

G % exp: Variacion porcentual de G por diferente grado de exposicion.

El factor de forma permite realizar una comparacion con normas internacionales.

El calculo del coeficiente K permite comparar energeticamente dos tipologias independientemente de la altura. Esto se ve claramente en el caso de la tipologia chorizo, cuya baja compacidad la haria, en principio, energeticamente desfavorable respecto a las demas. Ahora bien, comparando el coeficiente G, aparece como la de menores perdidas, pero tomando K, aparece en efecto, como una de las peores.

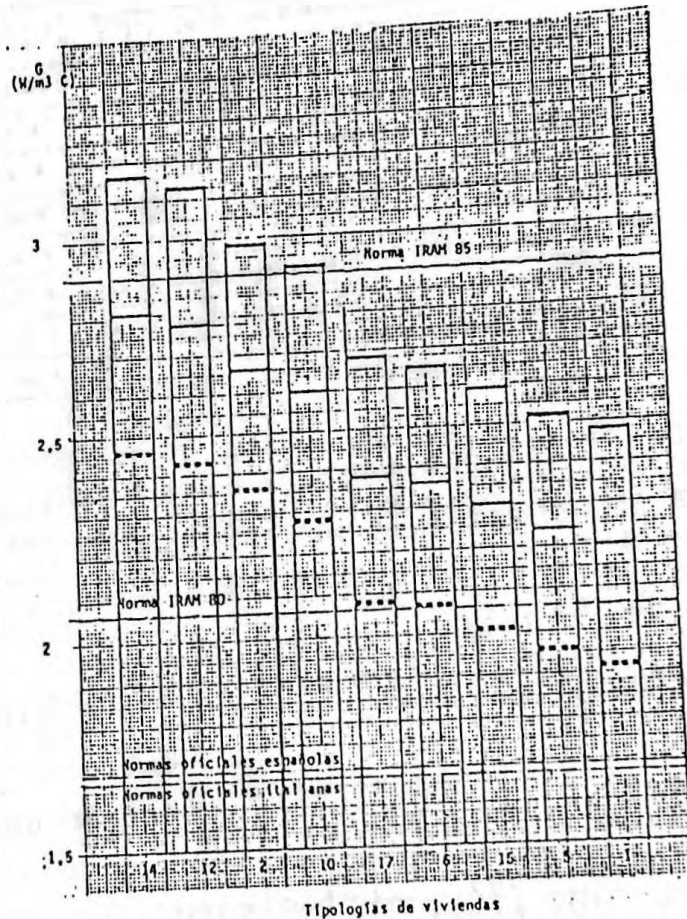
### 3. Comparacion con normas nacionales e internacionales

Los valores de "G" medio de cada tipologia han sido comparados con los maximos que admiten (3,4 y 5), para los valores de forma correspondientes. Para las normas europeas se debio transformar los coeficientes - "CD" para la italiana y KB medio para la española - en valores del G calculado para la muestra.

En la Fig. 18 se muestran los G medio de cada tipo, su campo de variacion por diferente exposicion -tomado de la "cajon" por su peso estadistico- y los maximos que admite cada norma.



FIG. 18. COEFICIENTE VOLUMETRICO GLOBAL DE TRANSMISION TERMICA (G) PROMEDIO PARA LAS DIVERSAS TIPOLOGIAS, Y SUS VALORES MAXIMOS Y MINIMOS SEGUN EL GRADO DE EXPOSICION. COMPARACION CON NORMAS IRAM E INTERNACIONALES.



Los valores de variación de G con la exposición deben considerarse provisionales en casi todas las tipologías, ya que la base de datos es insuficiente para tener una precisión similar a la obtenida para la tipología cajón.

En todos los casos estos valores son superiores al de dicha tipología, por lo que este valor (24%), constituye un piso o valor mínimo para considerar el efecto de la exposición de la vivienda. Es con este criterio que se ha indicado en la Fig. 18 el efecto de exposición.

#### 4. Conclusiones referentes a características térmicas

Las diversas tipologías no representan significativas diferencias en los porcentajes de pérdidas por techos y muros.

Las pérdidas por pisos e infiltraciones deberían ser tomadas más en cuenta.

Los valores de "G" para las tipologías estudiadas son superiores a los máximos admitidos por normas que han incorporado criterios de conservación de energía, aunque son admisibles para las normas locales.

Teniendo en cuenta que G depende de la compactidad y del grado de exposición (calidad de posición de una unidad de vivienda respecto de sus adyacentes), siendo más fuerte la dependencia de este último, debido a las grandes variaciones que presenta, en contraste con las de la compactidad, ello debería ser contemplado en pautas futuras.

Debe remarcarse que las pérdidas de energía consideradas han sido estructuradas en base al coeficiente "G" y sus componentes (o sea que son teóricas), y que los consumos reales (obtenidos por otra vía), difieren de los teóricos. Es de esperar que la influencia relativa de cada ítem de pérdidas difiera de la calculada de este modo. No obstante las consideramos una primera aproximación válida al problema, ya que se basan en datos reales de la vivienda. En países en donde toda la vivienda se encuentra en confort constituyen una aproximación más exacta.

Las diferencias que surgen de este estudio entre los parámetros energéticos de las distintas tipologías, no son significativas por lo que en principio las características arquitectónicas no parecen definir por sí solas las propiedades energéticas. Estimamos conveniente profundizar este tema.

### 5. Situación higrotérmica y prácticas de uso de la vivienda

En invierno: en base a los valores térmicos registrados, sus horarios de ocurrencia y las modalidades predominantes del uso del espacio informadas, se puede proponer el siguiente modelo de práctica de uso de la vivienda:

Una parte mayoritaria de los hogares no calefaccionan toda la vivienda, sino solo el sector que están ocupando y en el que se concentran. (FICHA 1).

En la amplia mayoría de los casos las variaciones térmicas reflejan ajustadamente el uso o desuso de los diferentes ámbitos. Son mínimos los casos en que se mantienen parejos o que tienen un mismo nivel térmico en toda la vivienda.

Fig. 19 INVIERNO:  
TEMPERATURAS MÁXIMAS  
MEDIAS EN EL SECTOR  
NOCTURNO

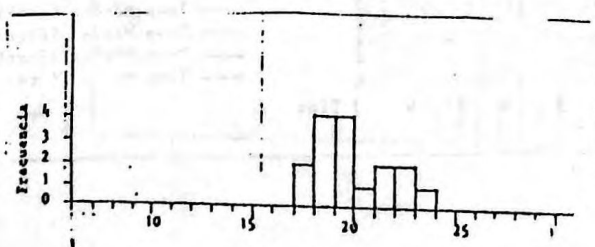
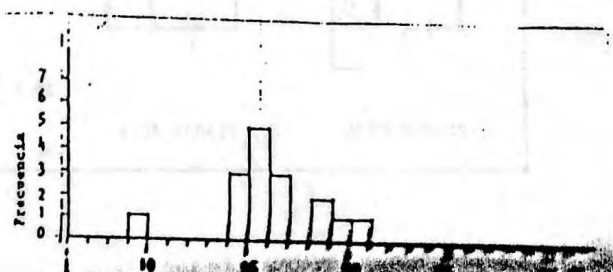
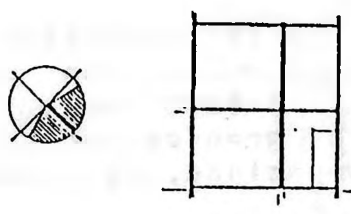
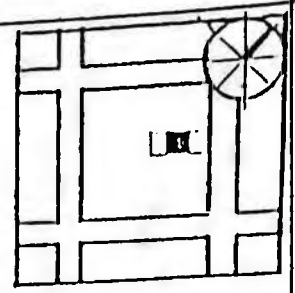


Fig. 20 INVIERNO  
TEMPERATURAS MÍNIMAS  
MEDIAS EN EL SECTOR  
NOCTURNO

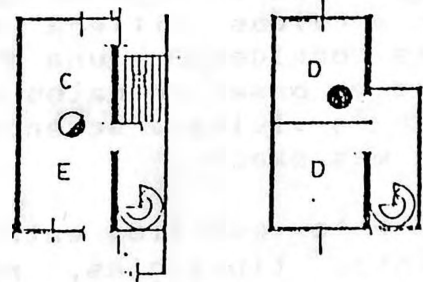


# SITUACION DE CONFORT EN INVIERNO

Encuesta Nº: 172	Tipología Nº: 08
Localización: 526 Tolosa LA PLATA	
Lectura: 27 de Junio al 4 de Julio 1986	
Prom. Temp. Semanal	Máx: 19,1 C Mñ: 15,4
	Máx: 26,4 C Mñ: 16,1 C



CORTE

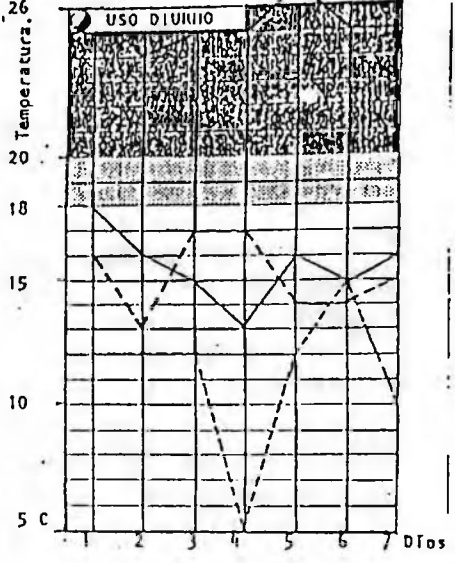
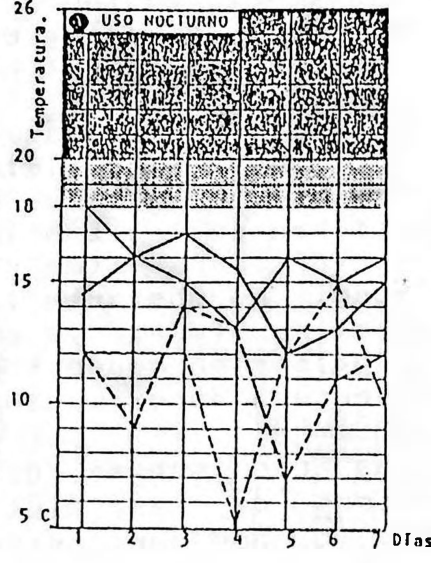


PLANTA BAJA

PLANTA ALTA

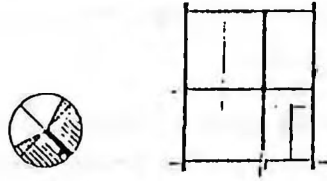
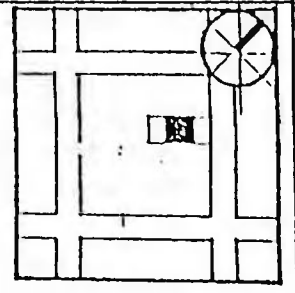
GRAFICOS COMPARATIVOS DE TEMPERATURAS EN AMBIENTES DE USO DIURNO Y NOCTURNO.-

Zona límite de confort, según modelo climático para la zona Templada Húmeda (programa C.E.S.A.D.)
   
 Mes de Junio -Julio, límite inferior confort 18 C
   
 Zona de Confort según B. GIVONI, HR 70 % - Límite inferior de confort 20 C.-
   
 — Temp. Máxima Exterior
   
 - - - Temp. Mínima Exterior
   
 — Temp. Máxima Interior
   
 - - - Temp. Mínima Interior

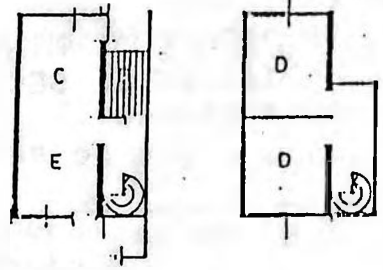


# SITUACION DE CONFORT EN VERANO

Encuesta Nº: 177	Tipología Nº: 08
Localización: 526 e/ 15 y 16 LA PLATA	
Lectura: 9 al 19 de Febrero	
Promedio Temperatura Semanal	Máx: 34,1 C
	Med: 28,6 C



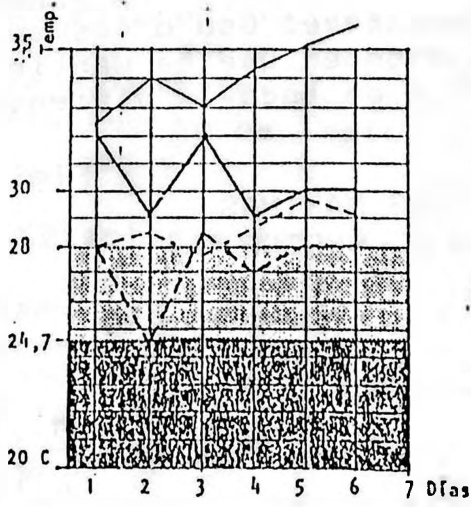
CORTE



PLANTA BAJA

PLANTA ALTA

GRAFICO, EN FUNCION DE TEMPERATURAS, MEDIA EXTERIOR E INTERIOR.-



Zona Límite de Confort según modelo Climático para la zona Templada Húmeda (programa C.E.S.A.D.)
   
 Mes de Diciembre, Heliolancia 70%, entre 20 C y 18 C.-
   
 Coincidente con zona de Confort ampliado (ventilación natural) según B. GIVONI.-
   
 Zona de Confort.
   
 Temperatura entre 20 C y 24,7 C HR 70 %.-
   
 — Temp. Máxima Exterior.
   
 - - - Temp. Media Exterior.
   
 — Temp. Máxima Interior.
   
 - - - Temp. Media Interior.



Fig. 21. INVIERNO:  
TEMPERATURAS MAXIMAS  
MEDIAS EN EL SECTOR  
DIURNO.

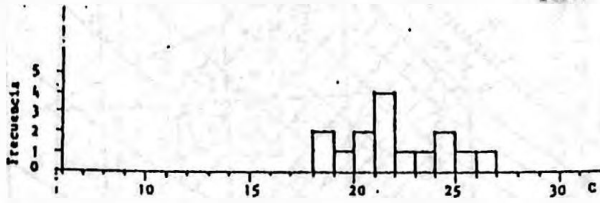
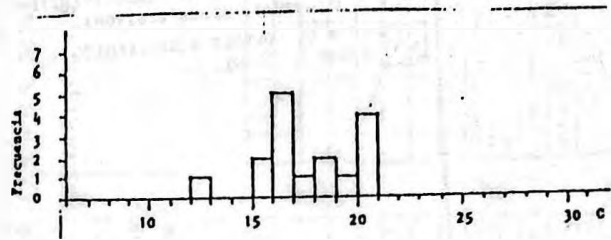


Fig. 22. INVIERNO:  
TEMPERATURAS MINIMAS  
MEDIAS EN EL SECTOR  
DIURNO.



### Conclusion

La estrategia de la calefaccion sectorizada y el uso concentrado implica una minimizacion del consumo, pero a la vez del espacio habitado. Ello redundaba probablemente en una disminucion de la calidad de vida, pues se pasa a indices reales de espacio habitable por habitante que lindan con los limites de hacinamiento. Cabe preguntarse si la disponibilidad de espacio materializado sin tener en cuenta la factibilidad de su acondicionamiento termico a un costo posible de afrontar por los sectores mayoritarios, no deviene en realidad en una disponibilidad en alguna medida aparente de dicho espacio.

En verano: En la mayoria de las viviendas las condiciones higrotermicas interiores se situan fuera de la zona de confort, pero dentro de la zona donde es posible llegar al mismo mediante ventilacion natural o mecanica. (FICHA 2).

Fig. 23. VERANO: TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS.

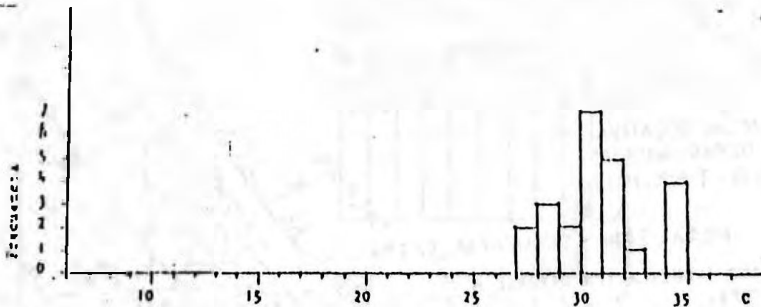
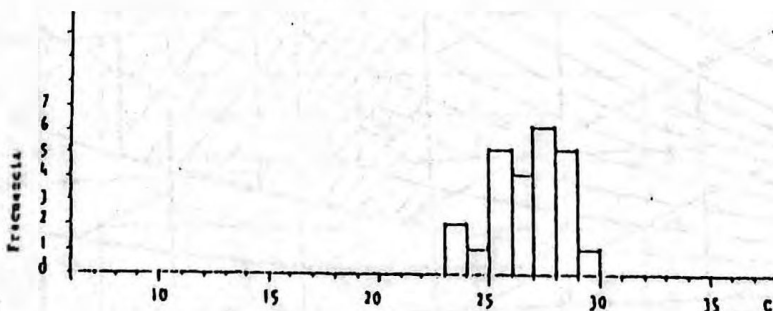
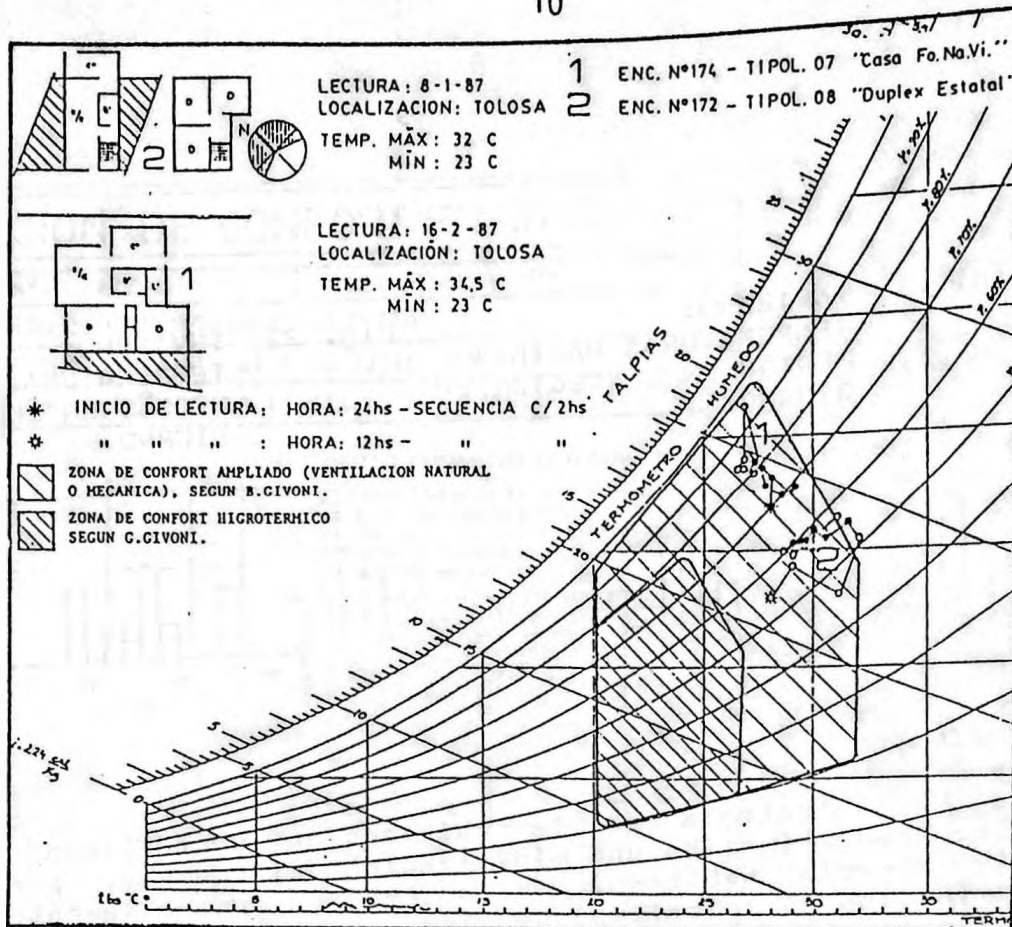


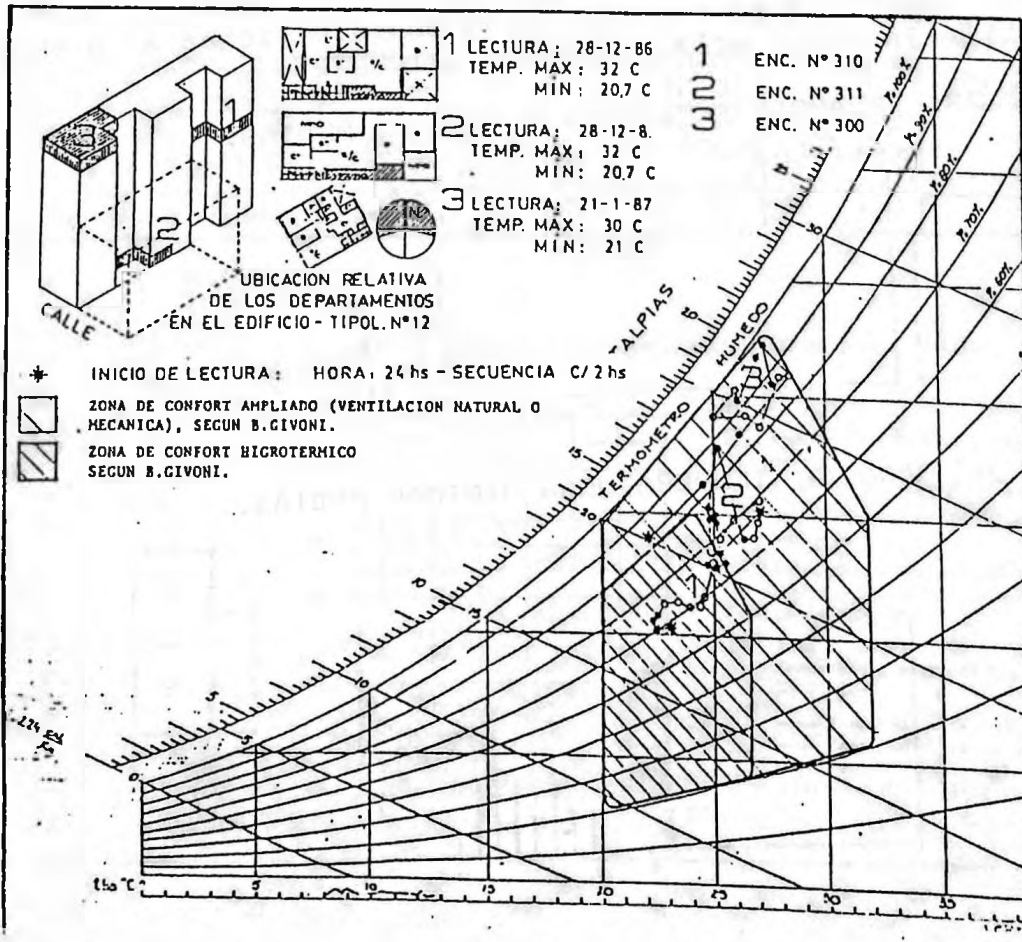
Fig. 24. VERANO: TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS.





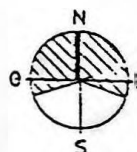
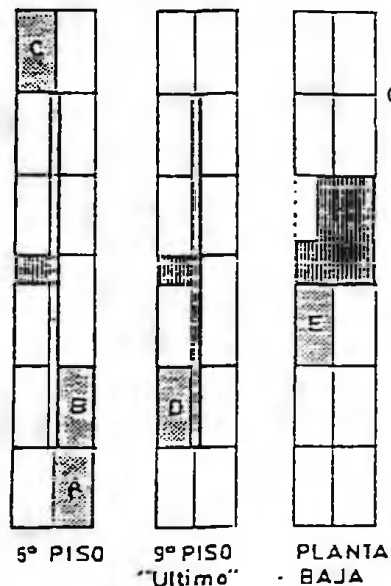
FICHA Nº4

FICHA Nº5



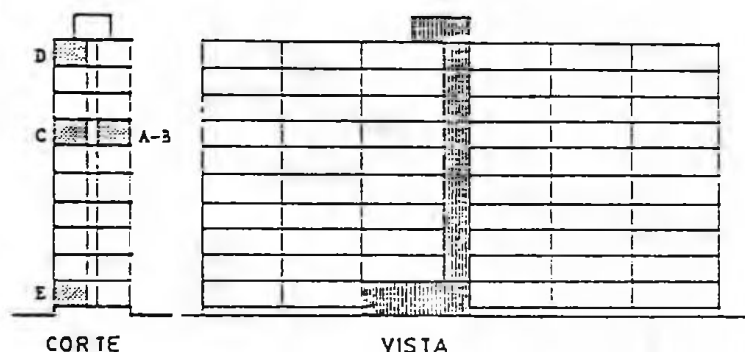
- ESQUEMA DEL EDIFICIO CON LA UBICACIÓN RELATIVA DE LAS VIVIENDAS RESPECTO DE LA ORIENTACIÓN.

# SITUACION DE VERANO EN LA TIPOL. Nº 17 "PLACA" EN FUNCION DE LA ORIENTACION Y UBICACION.



LECTURA: 15 al 22 Diciembre 1986  
 LOCALIZACIÓN: 64 Nº 820 - LA PLATA

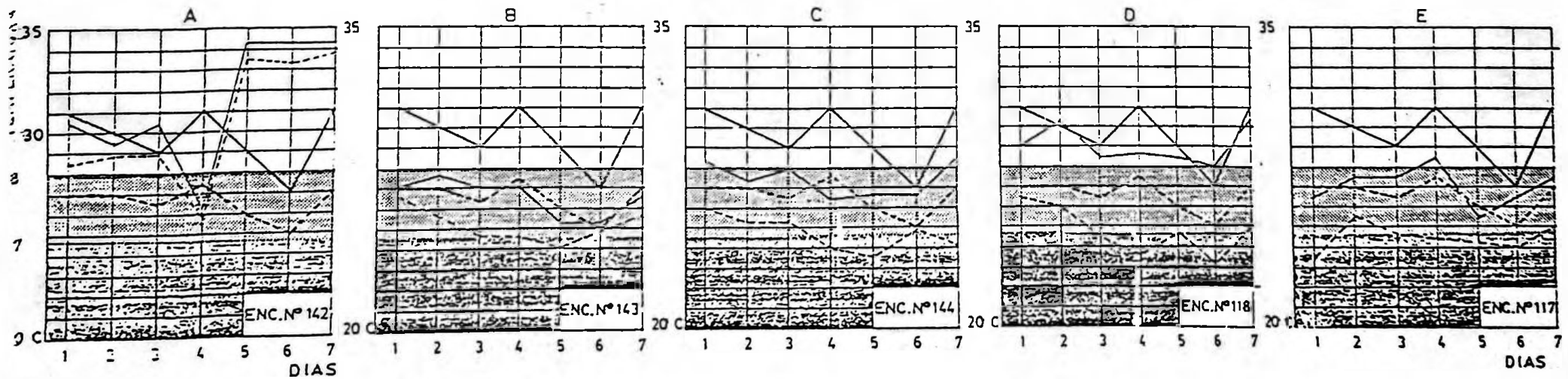
- A. ENC. Nº 142
- B. ENC. Nº 143
- C. ENC. Nº 144
- D. ENC. Nº 118
- E. ENC. Nº 117



NOTA: EL COMPORTAMIENTO DEL DEPARTAMENTO A ,ENCUESTA Nº 142 ESTA CONDICIONADO POR UN HABITO DE USO DE NO REALIZAR PROTECCION SOLAR EXPLICITAMENTE .

GRAFICOS COMPARATIVOS DE VIVIENDAS Y SU UBICACION EN EL EDIFICIO EN FUNCION DE TEMP. EXTREMAS Y MEDIA, EXTERIOR E INTERIOR.

- ZONA LIMITE DE CONFORT TERMICO, SEGUN MODELO CLIMATICO PARA LA ZONA TEMPLADA HUMEDA (MODELO CESAD)  
 - Mes Diciembre Heliofania > 70% , entre 20 C y 28 C .  
 \* Coincidente con zona de confort ampliada (ventilación natural o mecanica) según GIVONI.
- ZONA DE CONFORT TERMICO DE GIVONI  
 - Tempo. entre 20 C y 24,7 C - H.R. 70% .
- TEMP. MÁXIMA EXTERIOR
- TEMP. MEDIA EXTERIOR
- TEMP. MÁXIMA INTERIOR
- TEMP. MEDIA INTERIOR



El analisis de casos confirma en general los criterios bioclimaticos conocidos. Las viviendas que cuentan con posibilidades de adecuado sombreado y ventilacion se hallan generalmente en confort o pueden llegar a el por medios mecanicos en situaciones mas rigurosas. (FICHA 3).

Las unidades del ultimo piso sufren el calentamiento proveniente de la azotea. (FICHAS 4 y 5).

En situaciones extremas no existen estrategias eficaces sin acondicionamiento higrotermico del aire. En estos casos los usuarios recurren en buen numero al uso de espacios exteriores, en muchos casos especialmente preparados en la vivienda (patios o azoteas ventilados con sombreado vegetal o de toldos), o se trasladan a espacios publicos mas frescos.

### Conclusion

La evaluacion del comportamiento estival y el hecho de que el 71,4% de la muestra posea equipamiento electromecanico de ventilacion pareciera sugerir que debiera otorgarse mas atencion al desarrollo de las tecnicas de refrescamiento pasivo edilicio y urbano apropiadas para la region, con el fin de ahorrar energia y elevar la calidad de vida en el mediano y largo plazo.

### REFERENCIAS

- (1) E. Rosenfeld et al, Plan Piloto de Evaluacion Energetica en Viviendas del Area Metropolitana. Expuesto en la XI Reunion de Trabajo de ASADES. San Luis, (1986).
- (2) "AUDIBAIRES", Plan Piloto de Evaluaciones Energeticas en la Vivienda de la Zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informe Final. Secretaria de Energia, Buenos Aires. (1987).
- (3) Norma IRAM 11.604, Versiones 1980 y 1985.
- (4) "Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici", Legge 30 aprile 1976. Italia.
- (5) "Norma Basica NBE-CT-79". Sobre condiciones termicas en los edificios. Real Decreto 2429/79, España.