



## III ENCONTRO NACIONAL I ENCONTRO LATINO-AMERICANO

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

### MEJORAMIENTO DE LA HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA EN LA RED DE VIVIENDAS DE UN ESPACIO GEOGRÁFICO EXTENSO.

E. Rosenfeld\*<sup>1</sup>, C. Discoli\*, G. San Juan\*\*, J. Czajkowski\*\*, C. Ferreyro, Y. Rosenfeld, A. Gómez.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat, Unidad de Investigación N° 2. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 N°162. (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.  
Fax 54-21-214705. Email idehab@cespivm2.unlp.edu.ar

#### RESUMEN

Se presentan algunos aspectos del trabajo realizado para evaluar, mediante técnicas de auditodiagnóstico, el consumo energético y, el confort térmico en viviendas producidas por organismos oficiales de la provincia de Buenos Aires, República Argentina. Se presentan también las soluciones propuestas para superar los problemas detectados.

#### ABSTRACT

We present some aspects of the work done to value, through audit-diagnostic techniques, the energetic consumption and the thermic confort in houses produced by Buenos Aires official organisms. We also present the purpose solutions to surpass detected problems.

#### PALABRAS CLAVE

Confort, Habitabilidad, Acondicionamiento térmico

#### OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es el de generar tecnologías adecuadas para la construcción de viviendas que contribuyan al mejoramiento del confort higrotérmico y transferir estos conocimientos a los organismos públicos gestores de viviendas. Esto se fundamenta en el hecho de que la producción oficial, en busca de disminuir el costo inicial, deja de lado consideraciones de calidad constructiva. Los menores costos así logrados, se convierten en gastos de mantenimiento elevados para los usuarios, en particular desde el punto de vista energético, ya que menor calidad constructiva significa también menor capacidad de aislación térmica y disminución del confort.

#### METODOLOGIA

Se consideró necesario realizar un diagnóstico de la situación que permitiera conocer los niveles de

---

\* Investigador CONICET \*\* Becario Posdoctoral CONICET

Se han creado situaciones de desequilibrio en la habitabilidad con infraconsumo e irracionalidad según los distintos sectores socio-económicos. Es necesario entonces solucionar la brecha entre la oferta y la demanda no solo atacándola cuantitativamente sino también cualitativamente. Para lo cual es necesario enfocar a los edificios escolares como una red y conocer en profundidad cada uno de sus nodos con el objeto de poder accionar sobre ellos.

Proponiendo acciones de conservación, uso racional de la energía y mejoramiento de su habitabilidad, basadas en los siguientes criterios:

- a) *Relación entre factor de uso e inercia térmica.* Se plantean dos interrogantes: Sobre la energía real necesaria y por ende la relación entre carga térmica anual teórica y real. Sobre la relación entre Tecnología y Factor de Uso en un edificio de uso discontinuo.
- b) *Caracterización tipológica del sector educación oficial de la Provincia de Buenos Aires, para los niveles preescolar, primario y secundario. Confección de catálogo tipológico.* Se tiene una primera clasificación de tipos y modelos en los tres niveles, lo cual permite conocer y operar sobre unidades suficientemente representativas en una región con alta dispersión analizando un número reducido de casos.
- c) *Análisis del funcionamiento energético y mejoramiento de la envolvente edilicia. Generación de indicadores de eficiencia con el objeto de detectar variaciones o alteraciones en diversas condiciones de diseño.* Este análisis se realiza de modo global, caracterizando a la tipología como módulo energético de la red edilicia o desagregando aquellos espacios equivalentes en cuanto a sus condiciones espaciales y funcionales.

Esta profundización en el estudio del sector educación permite visualizar comportamientos particulares e individuales, desde la red edilicia escolar, las tipologías representativas y sus modelos, llegando a la definición de áreas funcionalmente características. La cuantificación de los niveles de energía requerida y las condiciones de habitabilidad resultantes en cada uno de los casos, brindarán la posibilidad de conocer la situación actual y practicar mejoras tecnológicas y de uso.

### 3. METODOLOGIA

Abordar el problema implica operar en dos niveles: **nivel Macro**, donde se define la situación climática regional y la caracterización del espacio educativo construido; **nivel Micro**, donde se definen y estudian (auditorias globales y detalladas) las tipologías edilicias representativas, modelos, variantes y la situación climática para cada sitio. (¹ E. Rosenfeld, G. San Juan, 1993)

Las estrategias adoptadas son:

- a. Estudiar climáticamente la Región de aplicación para dar sustento a las pautas de diseño y cálculo bioclimático. Determinar los Grados Hora de ocurrencia durante el período de funcionamiento del edificio.
- b. Determinar los edificios tipológicamente representativos, su situación físico-tecnológica y módulos energéticos definidos funcional-técnicamente. Catálogo tipológico de las redes edilicias de educación.

c. Estudiar su habitabilidad y comportamiento térmico-energético. Adecuación de su carga térmica en función de su funcionamiento en fase solar. Implementación de mejoras.

En la figura 1 se ilustra el camino metodológico: En el **primer módulo** se profundiza sobre las variables climáticas y la situación para distintas localizaciones. En el **segundo módulo** se estudian las características intrínsecas del sector, puntualizando sobre variables tecnológicas, físicas, de comportamiento térmico-energético. La validación de técnicas de simulación climática y edilicia posibilita desarrollar innovaciones tecnológicas y modificaciones de localización. En el **tercer módulo** se establecen los *edificios estandar* para cada tipología, producto de la situación real del sector. Por otro lado la determinación de *mejoras, consumos y costos* definen la brecha entre las dos situaciones. En el **cuarto módulo** entonces se evalúa y se definen pautas de diseño modelos.

La exposición de un *diagnóstico temprano* de la situación actual y la posibilidad de recomposición -basada su comprobación en técnicas de simulación son los elementos básicos para la generación de estrategias, planes y políticas de intervención.

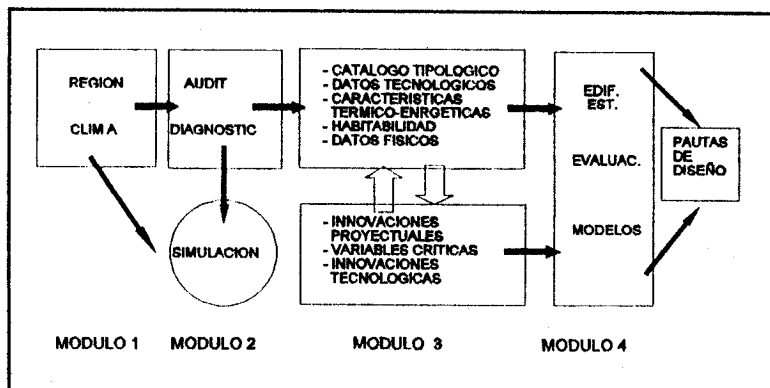


Figura 1. Esquema metodológico.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. El edificio de uso discontinuo. Grados Hora. Tecnología.

En la determinación de la situación anual se comenzó calculando los grados-hora (GH) ocurridos durante el período de ocupación. Se recurrió a generar "*días tipo*" mensuales con resultados de temperatura exterior hora a hora. De tal manera definiendo el horario de ocupación y tomando como diferencial el período de una hora, se determinaron los grados-hora (GH) diarios y su porcentaje de incidencia. Este procedimiento se realizó para las Zonas 1 y 3 (Eliás Rosenfeld et al, 1993) utilizando el programa de simulación CODYBA versión 5.0. Afectando los datos con las hipótesis de funcionamiento diario se obtuvieron los GH totales mes a mes y teniendo en cuenta la ocupación semanal y mensual se obtuvieron los valores de GH y porcentajes de incidencia anual, para temperaturas de confort 16 y 18°C (hipótesis: 8hs a 17 hs, cinco días por semana, Marzo a Noviembre), resumiéndose en el cuadro 1 los porcentajes anuales de GH para las dos zonas climáticas analizadas teniendo como base 16°C y 18°C.

	16° C	18° C
Zona 1	18.0%	19.5%
Zona3	19.6%	20.0%

La hipótesis de que la relación entre la tecnología (Tec) y el Factor de Uso (Fu) definen las características del edificio de uso discontinuo,

Tabla 1. Esquema Metodológico.

corroboró la influencia no solo sobre la energía requerida sino sobre las estrategias de uso, ocupación y elección de materiales. Se estudió esta relación para espacios conformados por tres tipos de muros calculándose el retraso (R), el tiempo de respuesta (<sup>3</sup>TTC, M.Hoffman, M.Feldman, 1981) y la energía de calefacción necesaria comparada (24hs de funcionamiento)

A.	Muro Liviano:	TTC = 3,7hs,	R = 0,98hs.
B.	Muro Semi liviano	TTC = 12,6hs,	R = 6 hs.
C.	Muro Pesado	TTC = 30,9hs,	R = 10,38hs.

La visualización de la respuesta energética de cada caso, posibilita al diseñador, adoptar situaciones de organización edilicia y distribución tecnológica según el período de funcionamiento edilicio o de sus partes.

### 3.2. Caracterización tipológica. Funcionamiento Energético.

En la actualidad, se está trabajando en la provincia con el objetivo de atenuar el déficit de la infraestructura educacional-edilicia: Producir nuevos edificios y mejorar el parque existente, obsoleto y precario, con recursos insuficientes, actuando sobre la región pero sobre todo en el conurbano bonaerense. En los niveles preescolar, primario y secundario se cuenta con un parque edilicio de 9.166 establecimientos de los cuales el 71% pertenece al sector estatal. Los alumnos con educación estatal (78%) y privada (22%) suman 2.383.121, correspondiendo este número al 30% del alumnado del país.

Sobre este universo se está desarrollando un catálogo tipológico que contiene tipos y modelos, descripción, habitabilidad, tecnología y evaluación energética. La información obtenida no es suficiente, pero si importante. Los edificios seleccionados corresponden a diseños *tipo*, que representan las características de un número relativamente alto de casos. Fueron clasificados en cuatro niveles: **1. Jardín de Infantes o Preescolar (JI)**, **2. Escuela Primaria (EP)**, **3. Colegio Secundario (CS)**, **4. Escuela Rural (ER)**.

Esta primera clasificación se debe a que cada uno presenta diferencias en cuanto a las características de sus espacios, adaptabilidad funcional, capacidad de alumnos, superficie cubierta necesaria y otros. En una primera etapa se han agrupado fundamentalmente según su esquema organizativo espacial, teniéndose en cuenta las variables tecnológicas y el período histórico de pertenencia.

Para el estudio de cada una de los tipos se recurrió a determinar una serie de indicadores e índices con el objeto de compararlos en dos instancias: **análisis individual**, estudiando los sectores funcionales (Aulas, circulación, servicios, administración, S.U.M.) y **análisis global** de cada uno. Se está construyendo una base de datos con los siguientes índices e indicadores: volumen, superficie, perímetro, asignación porcentual de pérdidas térmicas por la envolvente (muros, techos, aberturas, pisos, renov de aire), compacidad, factor de forma, factor de exposición, coeficientes: G (w/m<sup>3</sup>C), UA (W/C), UA/m<sup>2</sup> (w/m<sup>2</sup>C) y Gg global del edificio. Además se calculó la carga térmica mensual y anual (Kwh), por m<sup>2</sup> y m<sup>3</sup> (Kwh/m<sup>2</sup>, kW/m<sup>3</sup>).

### 3.2. Mejoramiento de la envolvente edilicia.

La provincia de Buenos Aires ocupa una extensa región del centro-este de la República Argentina, bañado la mitad de su perímetro por el Océano Atlántico. Desde los orígenes de nuestra nacionalidad ha sido la provincia con mayor gravitación en el país, dada su posición geográfica, su poderío económico, la benignidad de su clima y de sus suelos.

Figura 2 y 3.

La zonificación bioclimática de la República Argentina según Norma IRAM 11603/80, establece dos zonas con una situación de clima templado, cálido y húmedo (IRAM<sup>4</sup>). A efectos de mejorar el dimensionamiento se utilizó la regionalización bioclimática desarrollada por el grupo. Zonas 1 a 5. Figura 3. (E.Rosenfeld, J Czajkowski<sup>5</sup>)

A modo de ejemplo se exponen los resultados de cinco tipologías representativas del nivel preescolar a las cuales se les aplicaron diferentes medidas de conservación sobre muros, techos y aberturas, basadas en valores mínimos de calidad higrotérmica asegurando la inexistencia de condensación en la envolvente edilicia. El estudio se realizó sobre la totalidad del edificio escolar, integrando el comportamiento de cada una de sus áreas funcionales. Figura 4.

En el cuadro 2 se exponen las características de las zonas climáticas seleccionadas (Z1: Templado cálido húmedo, Z3: Templado muy frío de transición) y las medidas de diseño adoptadas. (Elías Rosenfeld et al, op.cit.)

Para el cálculo de la energía auxiliar necesaria se tuvo en cuenta el *Factor de Uso* (Fu) del edificio escolar, calculándose a partir de determinar los *Grados Hora* para días tipo mensuales y su correspondencia con el periodo de ocupación del edificio.

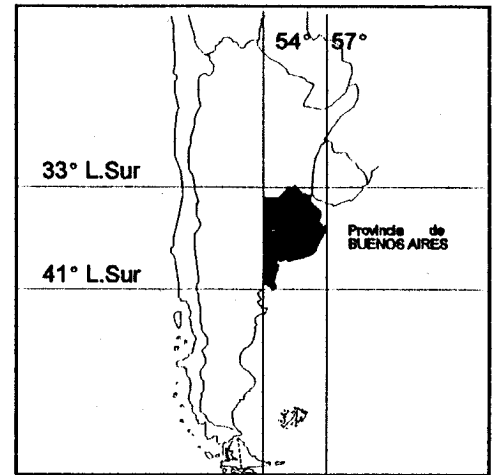


Figure 2. Situación geográfica de la Provincia en la República Argentina

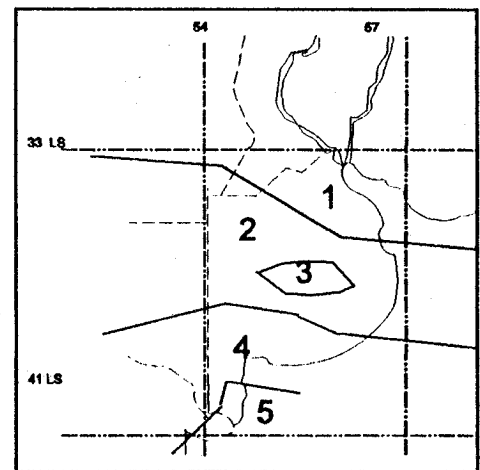


Figura 3. Zonificación Bioclimática de la provincial N°2, IDEHAB-FAU-UNLP

Zona	Características Climáticas						Medidas de Diseño			
	HR Inv	Tmed Anu	Tmin Inv	Tmáx Inv	GD 16	GD 18	HR %	Muro K	Aber K	Techo K
Zona 1	81%	16,3	6,3	15,4	644	1029	70%	0,51	5,8	1,58
Zona 3	76%	13,7	2,4	13,3	1224	1721	70%	0,42	3,2	0,40

Cuadro 2. Características climáticas y medidas de mejoramiento.

#### 4. CONCLUSIONES

La profundización en el estudio del edificio escolar y al generación de indicadores de eficiencia permite visualizar comportamientos particulares e individuales, comparar situaciones equivalentes, detectar variaciones o alteraciones para explicar comportamientos en diversas condiciones de diseño, desde la red edilicia y sus nodos llegando a la definición de áreas características.

Teniendo en cuenta la hipótesis de funcionamiento adoptada, se concluye sobre la escasa necesidad de calefacción anual (18% a 20%) y la conveniencia de funcionamiento en fase solar con la implicancia de un aprovechamiento eficiente del recurso y la mejora de las condiciones de habitabilidad higrotérmica.

La relación entre Tec y Fu posibilita al diseñador definir las características intrínsecas del edificio de uso discontinuo influyendo no solo sobre la energía requerida sino sobre la organización, distribución de tecnología, ocupación y uso del edificio escolar.

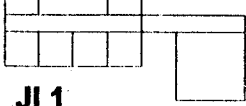

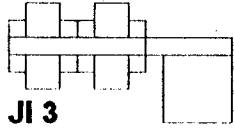
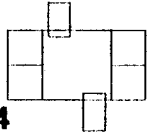
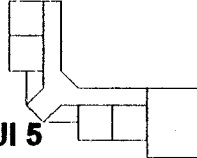
Tipologías	Ind.	1		3	
		TRADICIONAL	MODIF.	TRADIC.	MODIF.
 <b>JI 1</b>	Vol. 1068.8 m <sup>3</sup> Sup. 282.8 m <sup>2</sup> Co. 0.27 F.Fo 1.51 F.Ex 0.77 Gg. 4.95 C.T. 189.19 C.T/m <sup>3</sup> 17.80 C.T/m <sup>2</sup> 64.27	4.10 12286 11.48 41.96	34500 32.27 117.82	28449 28.60 97.16	3.80
 <b>JI 2</b>	Vol. 1223.0 m <sup>3</sup> Sup. 337.3 m <sup>2</sup> Co. 0.26 F.Fo 1.14 F.Ex 0.47 Gg. 4.47 C.T. 20770 C.T/m <sup>3</sup> 16.98 C.T/m <sup>2</sup> 61.67	3.98 18400 15.04 64.66	38113 31.16 112.99	31938 25.11 84.68	3.85
 <b>JI 3</b>	Vol. 1082.6 m <sup>3</sup> Sup. 318.5 m <sup>2</sup> Co. 0.33 F.Fo 1.34 F.Ex 0.66 Gg. 4.69 C.T. 19157 C.T/m <sup>3</sup> 17.63 C.T/m <sup>2</sup> 59.85	4.13 16785 15.36 62.63	35328 32.33 110.67	29800 27.27 83.27	3.83
 <b>JI 4</b>	Vol. 1136.0 m <sup>3</sup> Sup. 329.0 m <sup>2</sup> Co. 0.40 F.Fo 0.99 F.Ex 0.72 Gg. 4.45 C.T. 18580 C.T/m <sup>3</sup> 16.37 C.T/m <sup>2</sup> 56.50	4.03 16656 14.77 50.62	34471 30.37 104.77	29135 26.66 88.55	3.80
 <b>JI 5</b>	Vol. 1303.0 m <sup>3</sup> Sup. 431.1 m <sup>2</sup> Co. 0.36 F.Fo 0.99 F.Ex 0.63 Gg. 4.67 C.T. 21868 C.T/m <sup>3</sup> 16.78 C.T/m <sup>2</sup> 60.72	4.13 19339 14.84 44.87	43933 37.71 101.93	34234 26.27 79.42	3.85

Figure 4. Resumen de características edilicias.

#### REFERENCIAS

1. Elías Rosenfeld, Gustavo San Juan. "La producción edilicia en un espacio regional extenso. Metodología de diagnóstico y mejoramiento". Congreso Geógrafos, Venezuela Mérida. 1993.
2. Elías Rosenfeld Et al. "Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad del habitat bonaerense". PID-CONICET. 1993.
3. M.Hoffman, M.Feldman. "Calculation of the Thermal Response of Building by the Thermal Time Constant Method". Building and Environment, vol.16 N°2, pp71-85. G.Britain 1981.
4. Norma IRAM 11.603/80 "Zonificación bioclimática de la república Argentina". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
5. E.Rosenfeld, J. Czajkowski. "Regionalización Bioclimática de la Pampa Húmeda Argentina". IV Encuentro de Geógrafos de América Latina, Mérida, Venezuela. 1993.