

EL DISEÑO URBANO Y LOS CONDICIONANTES SOLARES EN UN CONJUNTO FONAVI PARA CORDOBA*

O. Ravella, E. Rosenfeld, C. Ferreyro, S. Acevedo

IAS, Instituto de Arquitectura Solar. Fundación
para la Investigación y el Progreso Energético
Calle 526 N° 2005, esq. 15, 1900 La Plata

Resumen

Se presentan y confrontan desde el punto de vista energético anteproyectos presentados al Concurso Nacional para 200 viviendas FONAVI en Villa Argüello.

La propuesta "1" se desarrolló con criterios de aprovechamiento solar y ahorro de energía; la "2" es el trabajo ganador. Se presenta un método de evaluación denominado "Factor energético" y se aplica a ambos trabajos.

Se analizan los gastos energéticos de invierno de ambos y los costos de infraestructura de seis de los trabajos presentados.

Se concluye sobre las condiciones de competencia entre trabajos con criterios de costos muy diferentes y sobre la implicancia de la experiencia respecto al diseño urbano.

1. Introducción

Cuando se intenta la estructuración de un conjunto habitacional de viviendas solares, a las complejidades propias de la interacción de las variables de la organización urbana, se agregan las condicionantes energéticas de las unidades y del conjunto.

Los primeros son bastante conocidos. Los del conjunto, que abarcan asimismo a la trama urbana, están menos estudiados puesto que son muy escasos, aún a nivel de anteproyecto, los ejemplos realizados.

La bibliografía no pasa de las enunciaciones de tipo general, referidas a situaciones sin localización concreta y a un contexto ambiental propio de algunos países del hemisferio norte (1). El escaso avance en experiencias reales se refleja en que diferentes fuentes, incluso nacionales, reiteran conceptos que resultan insuficientes o inaplicables cuando se trata de situaciones concretas de nuestro país. Resulta conveniente abordar estos temas

Financiado por la Fundación para la Investigación y el Progreso Energético.

teniendo en cuenta que ya se están presentando oportunidades de implementar el ahorro y la sustitución de energía en las operatorias de los planes masivos de vivienda, en los códigos de edificación y de planeamiento. Contando con alguna experiencia ganada en los trabajos relacionados con el conjunto habitacional "CESAD", que realizáramos para La Plata, se decidió aprovechar el llamado a Concurso Nacional de Anteproyectos para 200 viviendas FONAVI en Villa Argüello, Córdoba 1983, como una instancia de profundización puesto que se trataba de un caso real, que permitiría además la confrontación de propuestas y la evaluación de las mismas con un método que se desarrolló para la SVOA (3).

Interesaba conocer además si un proyecto que utilizara la conservación y sustitución de energía requería normativas particulares o si podría competir sin más con las propuestas que no lo tuvieran específicamente en cuenta.

Para evaluar los resultados obtenidos se analizan el anteproyecto realizado por el IAS (Propuesta 1) y el ganador del concurso (Propuesta 2) (4).

2. Presentación de las propuestas

a. Localización y características climáticas

El lugar de localización es una zona llana, periférica de la ciudad de Córdoba, cuyas características climáticas se pueden sintetizar en:

- * Situación de invierno
- Temperatura media máxima (mes más desfavorable) 18,6°C.
- Temperatura media mínima (mes más desfavorable) 3,5°C.
- Amplitud térmica 15,1°C.
- Humedad relativa media 63%.
- Presión atmosférica 967 mb.
- Radiación global media s/plano horizontal 15,3 MJ/m² día.
- Radiación directa 5,8 MJ/m² día.
- Frecuencia de días cubiertos por mes: 9
- Vientos predominantes NE y S.
- Velocidad 6,5 km/h

* Situación de verano

- Temperatura media máxima (mes más desfavorable) 18,6°C.
- Temperatura media mínima (mes más desfavorable) 16°C.
- Humedad relativa 65%
- Presión atmosférica media 961 mb.
- Radiación global s/plano horizontal 23 MJ/m2 día.
- Radiación directa 15 MJ/m2 día.
- Vientos predominantes NE y S.
- Velocidad 7,5 km/h.

b. Propuesta "1"

La idea básica plantea intentó lograr una propuesta que posibilitara el acondicionamiento ambiental natural de todas las viviendas, respondiendo simultáneamente a los condicionamientos y normativas vigentes propios del diseño de conjuntos habitacionales de viviendas masivas de bajo costo. Se propuso:

A- A nivel urbano

- Una trama urbana que permitiera equidad de ganancia directa y protección solar sin sombras indeseables.
- Una red vehicular que se interconectara con la existente y vías de penetración controlada de acceso a todas las viviendas.
- Una red de tránsito peatonal y de bicicletas de jerarquía relativamente importante.

B- En cuanto a la vivienda

- Optimización de la ganancia directa como recurso básico de calefacción en días claros.
- Protección solar para el período cálido.
- Aislación térmica de muros.
- Secadero solar de ropa.
- Dejar prevista la introducción posterior del calentamiento solar de agua.
- Dejar prevista la introducción posterior de muros colectores acumuladores.

La propuesta de conjunto se muestra en la fig.1. Los prototipos de vivienda son de 1, 2, y 3 dormitorios ampliables. Surgen de desarrollar un modelo inicial existente que al tener parte de muros al N y aberturas al NNE, intentaba lograr diversidad en el agrupamiento. Fig. 2.

c. Propuesta "2"

La propuesta se muestra en fig. 3.

Las premisas fundamentales sintetizadas de los proyectistas fueron:

- a) "La búsqueda de alternativas espaciales capaces de contener distintos niveles de concreción en lo social proponiendo un nivel de definición de la barrial, de lo vecinal, de lo familiar y uno de respeto a lo individual".

b) La recuperación de la experiencia arquitectónica como expresión y resultado de una sociedad y de su historia.

c) La revaloración de un patrimonio cultural de valores populares.

El jurado lo consideró "un buen planteo general resultante de una adecuada relación con el entorno, equilibrado uso de áreas comunitarias y correcto esquema circulatorio".

Ni autores ni jurado hicieron referencias explícitas a los aspectos energéticos y del acondicionamiento natural.

3. Análisis de las propuestas

a. Infraestructura

Se consideró la longitud de infraestructura pues involucra la longitud de tendido eléctrico, teléfonos, agua, gas, colectores primarios (cloacas), pluviales, vías circulatorias, de transporte y otros servicios.

Se analizan la propuesta "1" y la de los cinco trabajos premiados (4).

Como se aprecia en el cuadro 1 los valores no presentan diferencias significativas entre extremos. Para el caso resultó claro que la implementación de características bioclimáticas no implica mayor costo a nivel urbano. La única diferencia apreciable es la rotación del eje de las manzanas lo que no provoca costos diferenciales aparentes.

CUADRO 1

Infraestructura

	P"2"	Premio			P"1"	
		2°	3°	4°		5°
Long. (m)	1850	1630	1800	1760	1645	1840

b. Del conjunto habitacional

Se realizó la evaluación utilizando el método del Factor de Mérito Energético (FME), así como balances de cada uno de los prototipos de las propuestas "1" y "2".

El FME (3) expresa las pérdidas de un edificio a partir de las interrelaciones clima-edificio. Fue desarrollado para agilizar el estudio energético comparado de varios edificios y conjuntos habitacionales.

La expresión es la siguiente:

$$F_m = f_t \text{ kg1/Sh} - \sum_i (St_i \cdot \tau_i \cdot \beta_i) / \text{Sh} + f_v \text{ (MJ/m2)}$$

Donde:

f_t = factor de corrección dependiente de la temperatura exterior ($^{\circ}\text{C MJ/W}$)
 $= (t_i - t_{me}) \cdot 86.400 \text{ MJ}/1.000.000 \text{ W}$
 t_i = temperatura de confort ($^{\circ}\text{C}$)
 t_{me} = temperatura media del mes más desfavorable ($^{\circ}\text{C}$)
 $K_{gl} = (P \cdot h - St) K_m + ScK_c + StK_t \text{ (W/}^{\circ}\text{C)}$
 P = perímetro exterior (m)
 h = altura (m)
 St_i = superficie de vanos transparentes (m^2)
 Sc = superficie de cubierta (m^2)
 Sh = superficie habitable (m^2)
 K_m = conductancia del muro ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 K_c = conductancia de cubierta ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 K_t = conductancia de vidrios transparentes ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 t_i = factor de corrección de transparencia simple vidrio = 0,8
 doble vidrio = 0,64
 β_i = factor de orientación (MJ/m^2)
 orientación norte $\beta_n = 12,1$
 orientación NE $\beta_{ne} = 8,6$
 orientación E $\beta_e = 5,5$
 orientación SE y S $\beta_s = 1,7$
 f_v = factor dependiente del calor de ventilación (MJ/m^2)
 $= V \cdot n \cdot \Delta E \cdot 24 \text{ hs}/Sh = V \cdot \gamma \cdot n \cdot \Delta E \cdot 24 \text{ hs}/Sh$
 $.9,8 \text{ m}/\text{seg}^2$
 V = volumen interior (m^3)
 n = veces de renovación/hora
 ΔE = incremento de entalpía (MJ/kg)
 Sh = superficie habitable (m^2)
 γ = peso específico (kg/m^3)

El análisis se basó en las características constructivas de cada trabajo. Sin embargo para poder evaluar claramente las variables intervinientes y su influencia relativa, tales como las primeras del diseño bioclimático (partido, orientación, compacidad) y los de ahorro de energía (aislaciones), se las aisló mediante el artificio de suponer a ambas propuestas con una aislación de envolvente igual a la de la propuesta "1", realizando los balances alternativamente con cada nivel de aislación.

En los cuadros 2 y 3 se volcaron todos los datos significativos.

En cuanto al FME se aprecia que los prototipos de "1" obtienen valores considerablemente mejores que los de "2". Aún no se ha realizado un cálculo igualando las envolventes.

En los balances resulta que el "2" excede al "1" 18.500 MJ/día. En el trimestre invernal la diferencia es de 1.665.045 MJ, que representan 41.930 m^3 de gas y valores aproximadamente equivalentes al costo de 2 unidades de viviendas en ese lapso.

Si se igualan las aislaciones la diferencia se reduce a 782,5 MJ/día, 70.425 MJ/trimestre invernal, equivalente a 1.773 m^3 de gas. No se cometerían mayores excesos de consumo respec-

to al "1".

Queda clara la importancia fundamental de las aislaciones como sistema básico de ahorro de energía, al menos en este contexto.

Se aprecia asimismo que si bien en la "2" las unidades no están todas orientadas óptimamente, existe una aceptable relación entre pérdidas y ganancias a consecuencia de: a. no cederse en las superficies de muros; b. buena orientación de las superficies transparentes; c. la gran mayoría de las unidades están bien orientadas; d. las unidades orientadas al sur producen gastos mayores en un 20% pero su cantidad no influye apreciablemente en el conjunto. Las diferencias no se establecerían tanto a nivel energético como de condiciones de habitabilidad, si bien podría rediseñarse esas unidades para atenuar el problema.

En cuanto a los prototipos propuestos por "1" que tienen orientación óptima en el 100% de los casos producen gastos totales aproximados a los de "2", con aislaciones iguales. Esto se debe en parte a que su diseño no es óptimo y sí posible de mejoras que deben realizarse, pero fundamentalmente a que, para tratar de igualar costos iniciales con otras propuestas, se redujo los sistemas pasivos solamente a ganancia directa, dejando otros sistemas a la ulterior incorporación por los usuarios.

Pareciera confirmarse que la importancia relativa de las solas pautas de diseño bioclimáticas sin incorporación de sistemas como muros o invernaderos, es pequeña en sí misma y sólo se potencia en cuanto deja posibilitada la posterior inclusión de otros sistemas pasivos, cosa mucho más problemática cuando ello no ha sido previsto.

4. Algunas conclusiones

Presentamos el siguiente pautado de conclusiones al efecto de estimular la reflexión y discusión sobre el mismo; no debe asignársele una pretensión más rigurosa; ni generalizarlo fuera de su contexto.

1. Aparentemente, el "diseño energéticamente conciente", tanto el urbano como de arquitectura, pudo confrontar con las otras propuestas sin generar sobrecostos iniciales. Desde ese punto de vista no requeriría normativas especiales que lo amparen.

2. Un paso de perfeccionamiento en las labores de selección por medio de concursos debería incluir: a) explicitación previa de las pautas de evaluación de los jurados; b) acompañar a los juicios conceptuales con ponderaciones cuantitativas referidas a las variables críticas señaladas en las Bases. Ello es claramente posible en lo referente a costos.

3. La metodología del diseño energéticamente conciente no debe necesariamente implicar la implementación de pautas rígidas. Mas bien cierta flexibilidad en ellas que permita el desarrollo de otros aspectos, no significará necesariamente mayor desmedro de la eficiencia energética del conjunto.

4. Al menos en el contexto climático y económico definido, resultan las aislaciones térmicas el sistema de ahorro de energía más importante. Otras medidas bioclimáticas no son tan significativas en ahorro, pero no implican costos adicionales y posibilitan la optimización de los sistemas energéticos.

En el presente nos proponemos continuar este trabajo en tres aspectos:

1. rediseño de prototipos, atendiendo fundamentalmente a su compactidad;
2. rediseño de la propuesta urbana en función de lo expuesto en el punto 3 de las conclusiones;
3. cambiar el contexto climático.

Referencias






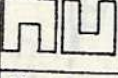


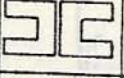
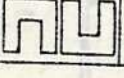
1. "Site planning for solar access". D.Erley y M.Jaffe, U.S.Department of Housing and Urban Development, Chicago, HUD-PDR-481, 1979.
2. "Programa CESAD: conjunto de 30 viviendas en La Plata, lat. -35°". E.Rosenfeld y otros. Actas de la 5ta Reunión de ASADES, 1979, pág. 365 y ss.
3. "Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda". Informe final, cap. "Modelo básico de consumo", último punto. La Plata, 1983, biblioteca SVOA.
4. Revista de la Sociedad Central de Arquitectos N°129, 1984, pág. 68 y ss.

CUADRO 2
PROPUESTA "1"

Tipo	Cantidad viviendas	FME MJ/m ²	Pérdidas MJ/día	Ganancias MJ/día	Balace MJ/día	Total MJ/día
1 Dormitorio	35	0,57	113	84	29	1015
2 Dormitorios	12	0,45	160	121	39	468
3 Dormitorios	37	0,61	215	159	56	2072
1 Dormitorio apareadas	1	0,36	155	145	10	10
2 Dormitorios apareadas	37	0,25	296	194	102	3774
3 Dormitorios apareadas	18	0,25	399	249	150	2700
Total =						10039

Nota: La propuesta "1" fue realizada por los Arqs. O.Ravella, E.Rosenfeld, N. Mastracchio, C.Ferreyro y colaboradores: Arq. C.Lage e Ing. C.Discoli.

CUADRO 3
PROPUESTA "2"

N	Cantidad viv	FH(MJ/m ²)	Pérdidas (MJ/día)	Ganancias (MJ/día)	Balance MJ/día	Total MJ/día	Total MJ/día
1D 	20	2.12	187	86	101	2020	(380)*
			(105)	(86)	(19)		
1D 	20	2.76	183	54	129	2580	(940)
			(101)	(54)	(47)		
2D 	11	2.50	235	101	134	1474	(330)
			(131)	(101)	(30)		
2D 	9	3.05	233	77	156	1404	(459)
			(128)	(77)	(51)		
2D 	4	2.86	235	87	148	592	(176)
			(131)	(87)	(44)		
2D 	29	2.18	427	128	299	8671	(3538)
			(250)	(128)	(122)		
2D 	1	2.13	432	136	296	296	(119)
			(255)	(136)	(119)		
2D 	4	2.31	430	121	309	1236	(528)
			(253)	(121)	(132)		
3D 	14.5	2.24	482	165	317	4596,5	(1957,5)
			(300)	(165)	(135)		
3D 	18	2.27	472	157	315	5670	(2394)
			(290)	(157)	(133)		

Totales: 28539,5 10821,5

*Nota: Las cantidades entre paréntesis corresponden a los valores calculados con una aislación de envoltente igual a la de la Propuesta "1".

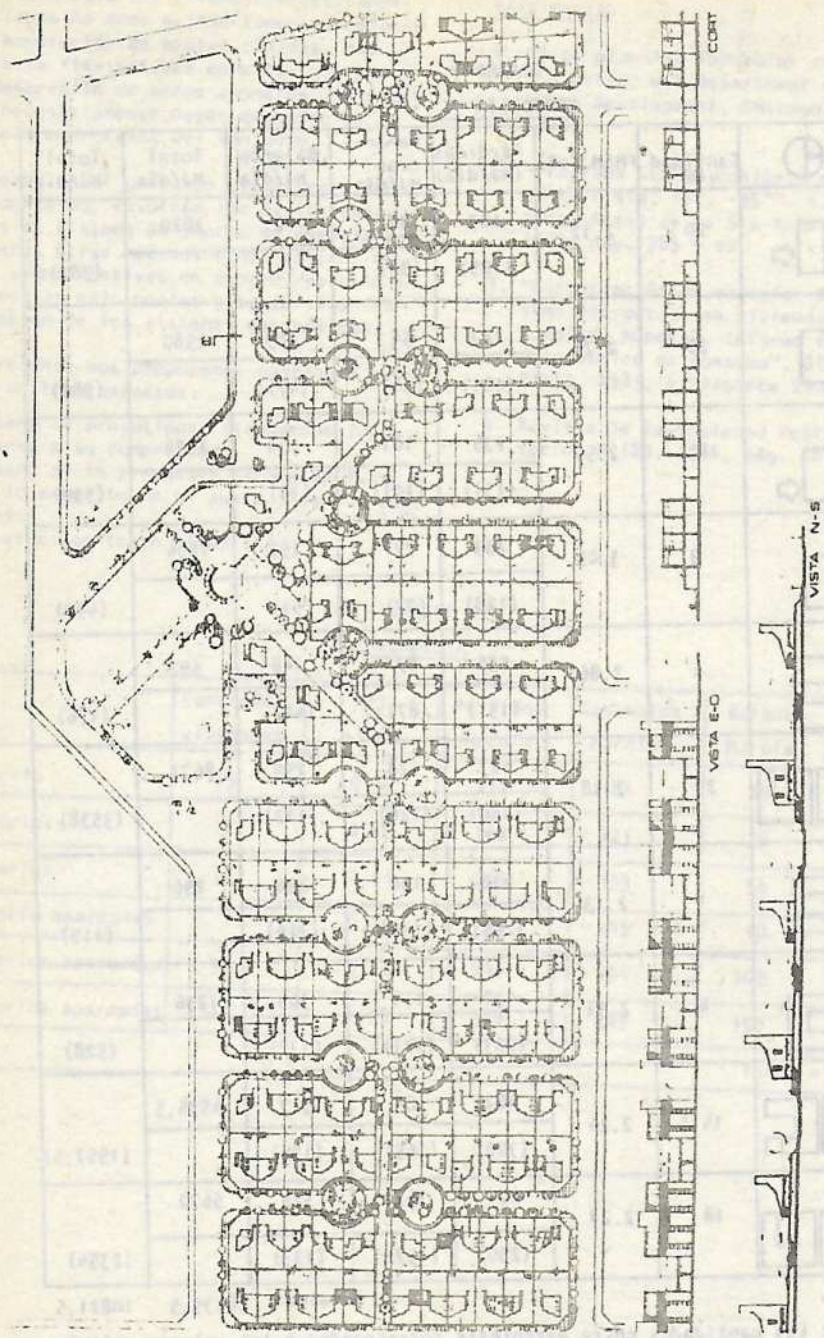


Fig.1 Planta, corte y elevaciones del conjunto

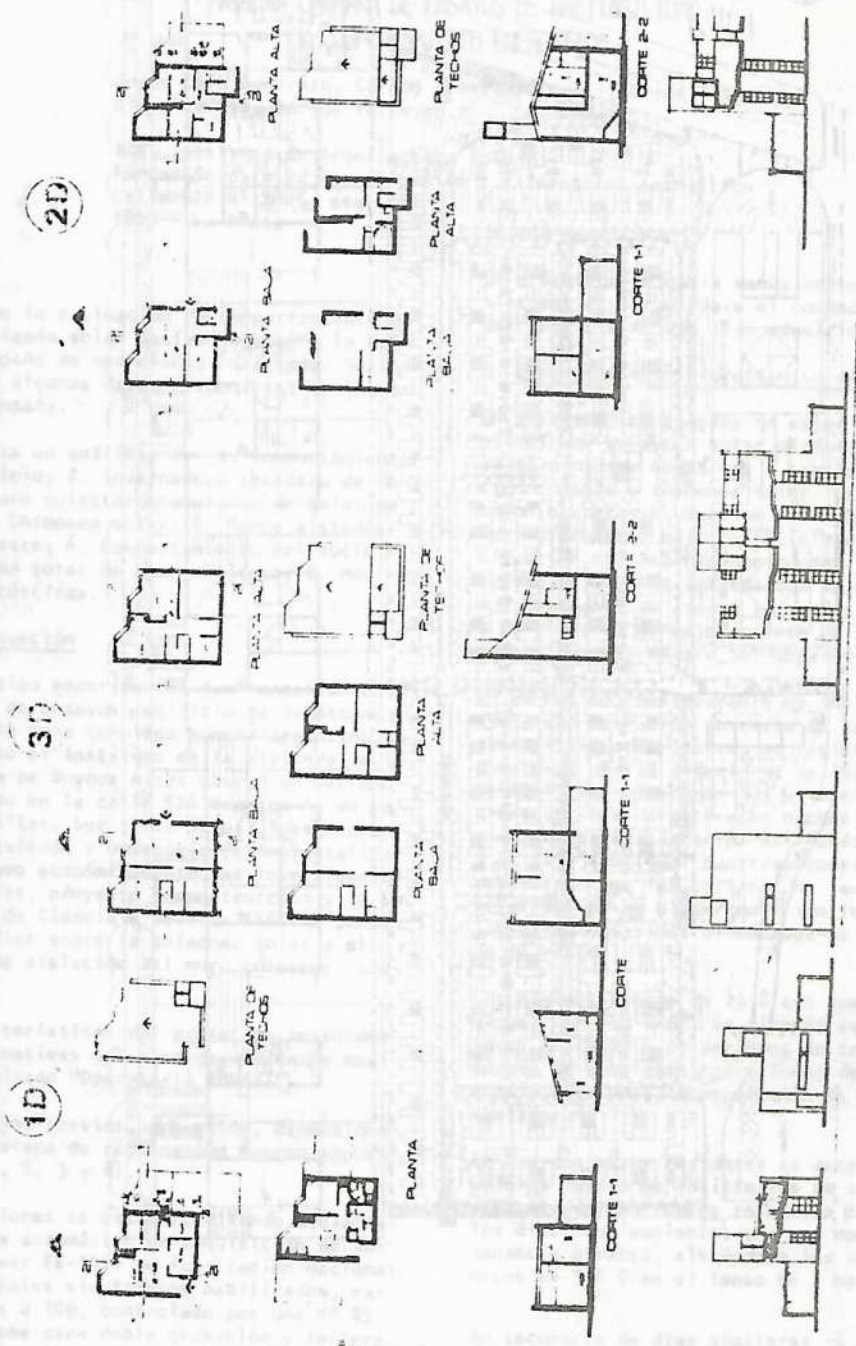


Fig.2 Prototipos de viviendas

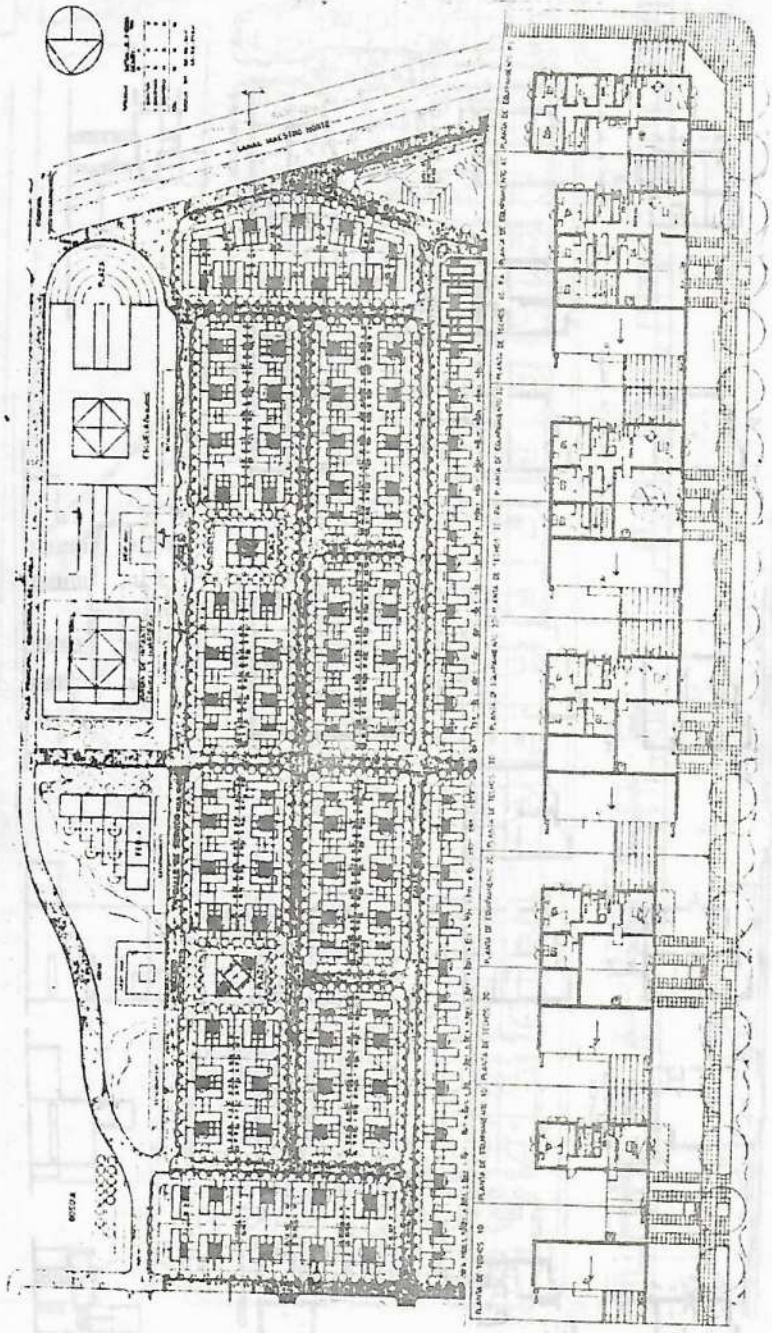


Fig.3 Planta de conjunto y prototipos de viviendas