

# ESTUDIO DE LA INCIDENCIA EN LOS CONSUMOS ENERGETICOS DEL CAMBIO MORFOLOGICO URBANO

Claudia Pía López\* - Alejandro Mermet<sup>#</sup> - Carlos de Rosa \*\*

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)

INCIHUSA - CRICYT

Casilla de Correos 131 - CP. 5500, Mendoza

Tel: 061 - 288797 Fax: 061 - 287370

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como marco de referencia el Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) "Diseño Urbano Bioclimático" que este Laboratorio desarrolló y tuvo como objetivo el estudio de las características de conservación de energía del sector residencial y terciario en función de la morfología urbana de la Provincia de Mendoza. Puso a punto las metodologías de relevamiento y evaluación aplicadas en aquél, que correlacionan las características energético-ambientales del parque edilicio con las variables del sistema volumétrico urbano.

En éste, se muestran los datos emergentes del análisis de un conjunto seleccionado de manzanas urbanas a partir de la confrontación de los datos obtenidos durante el PID sobre la base del análisis teórico exclusivamente y los datos emergentes de los consumos reales de energía. Las diferencias o similitudes detectadas permiten establecer una serie de observaciones en cuanto a las modificaciones en la morfología urbana generadas en el tiempo intermedio entre ambos proyectos y aquí se correlacionan ambas situaciones del estudio.

## ANALISIS DE LA MORFOLOGIA URBANA Y VARIABLES CONEXAS

La cantidad de variables y consideraciones efectuadas durante el PID obligó a establecer un nivel de suposiciones determinado para acotar el universo de datos con que se trabajó, lo que generó la necesidad de verificar situaciones con una minuciosa observación de la realidad morfológica urbana al iniciarse las tareas de la Beca de Perfeccionamiento.

La distancia temporal que ha separado ambos proyectos se manifiesta particularmente en la modificación significativa de la trama urbana, sea por edificaciones nuevas o en estado de avance, o bien por cambios en el uso del suelo o funciones de los edificios involucrados en el estudio.

---

\*Becaria Postdoctoral CONICET

<sup>#</sup>Becario de Perfeccionamiento CONICET

\*\* Investigador Independiente CONICET

Partiendo del supuesto que el tejido urbano de la ciudad Capital de Mendoza era protagonista del mismo proceso de recuperación en la industria de la construcción que podía observarse en otras ciudades importantes del país, se decidió encarar la tarea más específica de la verificación in situ el perfil urbano bajo análisis.

Se trabajó en temas de referencia como metodologías de muestreos; relaciones tasa de impuestos/inversiones iniciales/consumos energía, morfología urbana/consumos energía/ usos edilicios, inversiones iniciales/ahorros energéticos; legislaciones vigentes en Estados extranjeros, componentes de la construcción de importancia en la conservación de energía, sus características, mejoras posibles, tecnologías, etc. y otros.

Dada la escasez de información pertinente en la mayoría de los Departamentos de la Provincia, se circunscribió la tarea al área del Departamento Capital del que sí se maneja el universo de datos necesarios.

Se revisaron las planchetas catastrales de las 37 manzanas urbanas objeto de estudio según los datos allí consignados y empleados durante el PID con los actuales niveles reales de ocupación del suelo, actualizando aquellos con un par de observaciones distanciadas un año en el tiempo a fin de completar los datos de las modificaciones incipientes detectadas en el primer recorrido.

Con esta situación ya analizada se encaró la búsqueda de los datos de los consumos energéticos de un período amplio que permitiera incluir ejemplos de situaciones invernales representativos para la región. Se gestionó frente a las autoridades de la empresa local de gas, la obtención de la información pertinente de consumos tendiente a verificar en forma más exhaustiva el aspecto formalmente teórico de lo expuesto en los cálculos energéticos del PID para las 37 manzanas seleccionadas de la Ciudad de Mendoza.

Observando que el número de casos implicados en el conjunto inicial era superior a los 1200, se optó por circunscribir la muestra a un número manejable de situaciones. Para ello se procedió como sigue:

- a) - Análisis de cada manzana según sus características. Esto es:
  - superficies de lotes
  - superficies construídas
  - tipologías construídas (según planilla de tipologías edilicias reconocibles en el tejido urbano)
  - cantidad de lotes, división de construcciones según altura edificada (mayor o menor de 10m), cantidad de lotes mixtos (que combinan edificaciones de más y menos 10m en un mismo lote) y de otros usos para cada caso.
- b) - Reducción de la información anterior por manzana y para cada tipología edilicia (Figura 1), según número de casos, para cada densidad edilicia: alta, media y baja.
- c) - Representación porcentual de los datos anteriores sobre el total de construcciones por manzanas, determinando los porcentajes de ocupación de lotes, su distribución según alturas (+ ó - 10m), y el porcentaje de lotes vacíos y otras ocupaciones no habitables.
- d) - Ordenamiento de las manzanas totales según sus densidades, en función de jerarquizarlas por los mayores porcentajes de ocupación del suelo, para así proceder a la

selección de unidades representativas de esas 37 manzanas iniciales. Para esto, el criterio adoptado fue el de la proporcionalidad dentro de cada densidad: alta, media y baja.

	CODIGO		COMPACTOS		ABIERTOS			
	Nº	ESQUEMA	A	B	C	D	F	
MAYORES DE 10 m	1		1		1			
			2		2			
	2							
	3							
MENORES DE 10 m	1		A		C		D	
			B		E		F	
	2							
	3							

FIGURA 1

Siendo que existen 9 manzanas de alta densidad, 17 de media y 11 de baja, se relacionaron cada uno de estos valores respecto de su significación porcentual sobre el total de 37. Así, 9 resulta ser el 24,32% de 37, 17 el 46% y 11 el 29,70%. Estos porcentajes se aplicaron, a su vez, sobre cada subtotal de densidades; se obtuvo que el 24,32% de 9 casos resultan 2 manzanas para el análisis; el 46% de 17, 8 casos y el 29,7% de 11, 3 manzanas. (Figura 2)

MANZANA	% OCUPACION	POSICION	LOTES				MIXTOS		RELACIONES PORCENTUALES
			TOTAL	OCUP	OTROS	DESOC	> 10m	< 10m	
S10M42	100,00	1	25	25			3	5	9 / 37 = 24,32% 9 X 0,2432 = 2  S10M42 S10M44
S10M44	100,00	2	29	29			2 + 1	5 + 1	
S10M37	96,00	3	22	21	1			3	
S10M45	96,00	4	34	32	2		1	2	
S10M38	92,00	5	25	23		2	1	1	
S10M39	90,00	6	20	18		2	3	3	
S10M35	85,50	7	22	19	2	1	4	1	
S10M40	80,00	8	20	16	1	3		2	
S10M36	60,00	9	17	10	3	4		1	
S11M21	96,00	1	33	32		1		7	17 / 37 = 46 % 17 X 0,46 = 8  S11M21 S11M8 S11M15 S5M57 S11M2 S11M22 S11M2 S5M54 S5M56  S11M4
S11M8	95,00	2	21	20	1		2	5	
S11M15	91,00	3	32	29	1	2		6	
S5M57	84,00	4	33	28	1	4		8	
S11M2	82,60	5	35	29	4	2	4	4	
S11M22	80,00	6	43	34	1	8		10	
S5M54	79,50	7	38	30		8		9	
S11M12	76,00	8	29	22		7	1	1	
S5M56	75,00	9	37	28	2	7		5	
S11M4	73,00	10	43	31	2	10		7	
S11M18	72,80	11	36	26	2	8		4	
S11M24	71,00	12	27	20	1	6	1	5	
S11M5	70,00	13	49	35	1	13		5	
S11M6	69,00	14	34	23	1	10		8	
S5M58	63,60	15	38	24	3	11	2	9	
S11M17	63,00	16	19	12	3	4		4	
S11M10	61,60	17	36	22	2	12	1	6	
S14M33	100,00	1	42	42				7	11 / 37 = 29,73% 11 X 29,73 = 3  S14M33 S14M36 S14M62
S14M36	98,05	2	38	37		1		14	
S14M62	96,75	3	47	45	1	1		19	
S14M35	96,35	4	43	41		2		10	
S14M57	94,50	5	37	35		2		14	
S14M37	94,30	6	44	41		3		6	
S14M59	93,60	7	42	39		3		10	
S14M60	93,60	8	42	39		3		11	
S14M61	93,00	9	34	31		3		7	
S14M58	93,00	10	34	31		3		8	
S14M34	91,20	11	42	38		4		8	

FIGURA 2

Con este nuevo conjunto, se obtuvieron los consumos de gas natural por usuario de cada manzana, información que se sintetiza en los cuadros de la Figura 3, traducidos los consumos de  $m^3$  a MJ a efectos de homogeneizar las unidades de cálculo.

ENERGIA CONSUMIDA POR BIMESTRE (MJ)							
MANZANA	BIM 01	BIM 02	BIM 03	BIM 04	BIM 05	BIM 06	TOTAL
S10M42	579704	1215047	2762932	2673396	1477159	805306	9513543.6
S10M44	400158	918284	1789088	1697533	903197	504227	6212487.6
S11M21	81892.8	89614.8	235382	410810	293357	135115	1246172.4
S11M8	49698	59281.2	166914	214078	155390	67834.8	713196
S11M15	604969	631699	1425362	1333332	988574	680447	5664384
S5M57	133729	153252	502326	667339	504425	201366	2162437.2
S11M2	170240	164538	676804	992257	712840	257162	2973841.2
S11M22	100505	126007	404950	616968	402653	217998	1869080.4
S5M54	131314	159430	512345	785506	563587	226235	2378415.6
S5M56	88783.2	133254	373270	470606	469577	289912	1825401.6
S11M4	161330	144936	440629	621680	468547	198317	2035440
S14M33	145213	417146	741629	638946	365587	144619	2453140.8
S14M36	160340	401702	922403	753390	354697	147114	2739646.8
S14M62	135353	381586	775606	641203	348361	149450	2431558.8
<b>TOTAL</b>	<b>2943230</b>	<b>4995778</b>	<b>1.2 E+0.7</b>	<b>1.3 E+0.7</b>	<b>8007952</b>	<b>4025102</b>	<b>44218746</b>

FIGURA 3

Con los datos que arroja el cálculo del Q de calefacción, el volumen edificado, el total de superficies de intercambio, el cálculo de U y finalmente del coeficiente volumétrico de pérdidas G, por un lado y por otro, los datos obtenidos del PID de las estimaciones de máxima y mínima del G, se elaboró la tabla de la Figura 4 y se graficó la dispersión del G respecto del Gmin y Gmax, en la Figura 5.

MANZANA	CALOR ENTREGADO (W.día)	VOLUMEN MANZANA ( $m^3$ )	AREA MANZANA ( $m^2$ )	COEF. GLOBAL PERDIDAS U ( $W/m^2\text{°C}$ )	COEF. VOL. PERDIDAS G ( $W/m^3\text{°C}$ )	G ESTIMADO	
						MAX	MIN
S10M42	59375227.08	97567.62	29073.71	1.48	1.67	1.22	0.82
S10M44	37497785.42	52414.27	20313.9	1.33	1.96	1.23	0.88
S11M21	7425847.92	36535.24	17055.17	0.31	0.56	1.28	0.96
S11M8	4082833.33	24025.52	11058.22	0.27	0.47	1.38	1.05
S11M15	20016012.5	42867.48	17274.7	0.84	1.28	0.9	0.64
S5M57	13380239.58	26667.65	13530.7	0.71	1.37	1.6	1.25
S11M2	19263727.08	59953.03	21837.57	0.64	0.88	0.75	0.53
S11M22	12455368.75	24517.84	13108.67	0.69	1.39	1.14	0.88
S5M54	15647614.58	43988.35	19032.93	0.59	0.97	1.32	0.99
S5M56	12717558.33	24438.25	13207.57	0.69	1.43	1.32	1.01
S11M4	10662895.83	52386.06	24112.25	0.32	0.56	1.3	0.95
S14M33	15568139.58	25122.43	15119.07	0.74	1.7	1.89	1.51
S14M36	17618127.08	26824.23	15417.2	0.83	1.8	1.87	1.48
S14M62	15932010.42	21867.29	14618.58	0.79	1.99	1.65	1.33
<b>TOTAL</b>	<b>261643387.5</b>	<b>559175.16</b>	<b>244760.24</b>	<b>0.77</b>	<b>1.28</b>	<b>1.35</b>	<b>1.02</b>

FIGURA 4

En la Figura 6, se identifican las distribuciones de los consumos de gas según calefacción y cocción para cada manzana. Estos fueron determinados en base al patrón inicial de los consumos de verano, considerados como netos de cocción (y otros posibles

usos fuera del típico de calefacción, pero de escasa o nula incidencia en la evaluación).

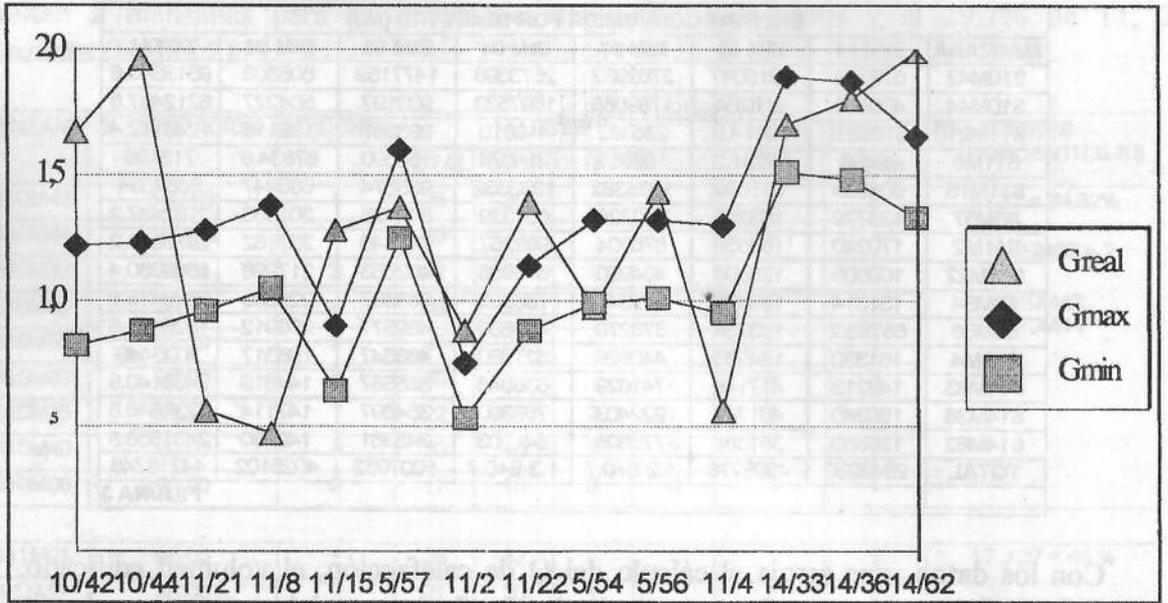


FIGURA 5

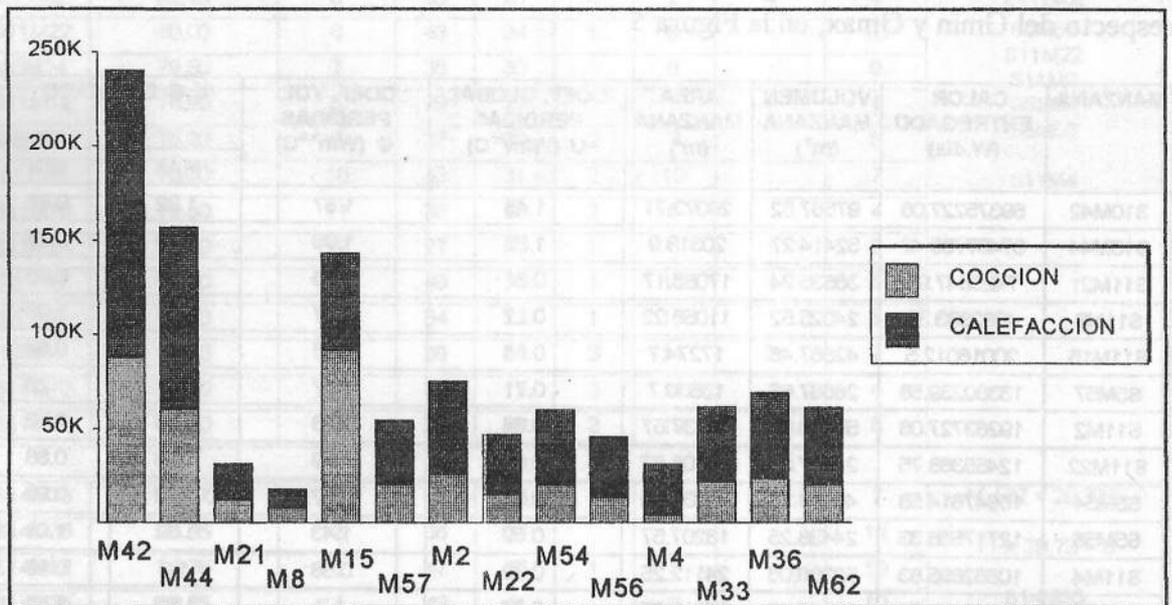


FIGURA 6

## CONCLUSIONES

Los valores de consumos aplicados a calefacción resultaron aproximados a 2/3 del consumo total de gas. Sin embargo aparecen casos atípicos como el de la manzana identificada como S11M15 en la que se invierten los valores. Esto llevó a analizar una vez más con identificación de usos reales in-situ la situación dominante en los usos y funciones que allí predominaban. Sirve como ejemplo para graficar las dificultades que surgen de procesos netamente teóricos como los seguidos en el PID, y que obligan a encarar tareas

de verificación más puntuales a efectos de proceder más adelante a la elaboración de modelos que permitan extender el método de análisis a un tejido más amplio.

Los valores de coeficiente volumétrico de pérdidas (G), que se calcularon en base a los consumos de gas natural, resultan superiores a los G de máxima calculados en el PID en los casos en que no se han producido modificaciones sustanciales a los perfiles manzaneros tomados como base de cálculo. Esto permite inferir que las construcciones allí representadas carecen de niveles adecuados de aislación en sus componentes constructivos principales como principio básico e inicial.

Los casos que se escapan del rango que establecen los G de máxima y de mínima calculados inicialmente, situándose por debajo de este último permitirían concluir dos posiciones extremas: aquella que señalaría la existencia de adecuados niveles de aislación en los componentes constructivos de los edificios allí situados, y la otra que resultaría de un marcado descenso en los usos y ocupaciones de aquéllos, lo que se refleja en menores consumos de gas a los iniciales.

Existen, sin embargo, tres casos en los que el valor de G se ubica dentro del rango calculado en el PID, relacionados dos con una situación netamente de uso residencial de baja densidad y el otro con un uso residencial mixto (comercio), de mediana densidad. Esto resulta típico por la calidad del uso del suelo y los condicionantes de ocupación de las unidades, mucho más homogéneos que en las zonas céntricas de la Ciudad con mayor densidad edilicia y variaciones en los hábitos de ocupación.

El estudio puso de manifiesto la necesidad de considerar a cualquier análisis de entornos urbanos como sistemas dinámicos, abiertos en el tiempo y sujetos a re-evaluaciones y ajustes permanentes.

La posibilidad de aplicar metodologías de análisis aleatorios (rutinas random), al estudio de conjunto no homogéneos fue puesta en duda ya por D.Balcomb en 1990 y descartada después de esta última fase del actual proyecto.

Las enormes variaciones detectadas entre los valores de G surgidos de cálculos sobre la base de estimaciones de mínima y máxima para cada unidad constructiva-funcional y aquellos obtenidos a partir de los consumos reales de energía, permiten otra lectura de la situación de hecho que excede las diferencias en la morfología urbana desarrolladas en los años que separaron ambos estudios. Cabe incluir en las consideraciones finales una realidad que es difícil de cuantificar y es el uso no racional que la población de entornos urbanos centrales hace de los recursos energéticos, derivando al consumo para calefacción valores muy alejados de los considerados como útiles necesarios, situación contraria a la observada en entornos semi-urbanos y rurales.