

REGIONALIZACION BIOCLIMATICA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CZAJKOWSKI, Jorge Daniel * y ROSENFELD, Elías **

RESUMEN

Los métodos de simulación y dimensionamiento que se utilizan en el URE en la actualidad, requieren información climática de nivel superior a la que ofrece la Norma IRAM 11603 o fuentes similares.

Se exponen los resultados de un estudio basado en ochenta estaciones meteorológicas y una clasificación por análisis multivariado mediante el procedimiento "Cluster". Se incluyen tablas y mapas.

INTRODUCCION

Tanto en Uso Racional de la Energía como en diseño bioclimático o acondicionamiento higrométrico, se han desarrollado y puesto a punto en el último lustro diversos métodos de simulación y dimensionamiento energético bastante precisos.

Un punto fundamental para lograr un error aceptable es contar con datos climáticos de nivel superior a los que ofrece la Norma IRAM 11.603 o fuentes similares que datan de hace una década.

Por lo expuesto y en el marco del Proyecto PID-CONICET "Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del Habitat Bonaerense", se elaboraron datos y se realizó una clasificación de los mismos a efectos de lograr una regionalización útil para los métodos actuales. La misma debía además servir para confrontar las estrategias de acondicionamiento y pautas de diseño con los climas y microclimas de la región.

Para la zona en estudio, la norma antes citada considera catorce estaciones meteorológicas indicadas en la Figura 1, lo que induce a la conformación de dos grandes zonas (Zona III Templada Cálida y Zona IV Templada Fría), con dos subzonas por situación costera (Zona IIIb y IVd), dejando de lado situaciones como las de las sierras pampeanas, sistemas de lagunas encadenadas o la zona sur de la provincia, entre otras.

En consecuencia se conformó una base de datos de la región pampeana a partir de datos climáticos del SMN, Servicio Meteorológico Nacional (¹) y de los suministrados por la CNIE, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales para 118 localidades de la República Argentina (²). Esta base de datos incluye 80 estaciones meteorológicas

* Becario Perfeccionamiento CONICET.

** Investigador Independiente CONICET.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat, U.I.N.2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 N°162, CC N°478 (1900) La Plata, Argentina.

de la provincia de Buenos Aires y limítrofes, graficadas en la Figura 2.

La matriz de datos utilizada para valores medios anuales se muestra en el Cuadro 1. Esta base de datos se estructuró con 80 estaciones meteorológicas para los doce meses del año y los valores medios anuales, contemplando catorce variables y 16.640 registros, con un tamaño de 82 Kb en formato ASCII y 78,3 Kb en formato DBF.

Posteriormente, mediante el uso de análisis estadístico multivariado, con el procedimiento Cluster del SPSS/PC-Statistical Package for IBM PC (3), se procedió a la clasificación y zonificación bioclimática de la región, a partir de la metodología planteada por C.Filippin (4). Debe destacarse que este procedimiento fue utilizado anteriormente para regionalizaciones del NEA (5) y de la región pampeana central(6). Asimismo surge como una extensión de experiencias de clasificaciones complejas en el tratamiento tipológico de viviendas (6)(7).

METODOLOGIA UTILIZADA

El primer paso consistió en elaborar una base de datos en formato dBase III Plus con datos provenientes del SMN (décadas '50 al '70) y base de datos de la CNIE.

La integración de datos presentó algunos problemas ya que el primero contempla datos que no utiliza el segundo y viceversa. Esto ocurrió específicamente con los datos de radiación solar y grados día, que se trató con análisis multivariado con buena confiabilidad.

Se calculó la radiación solar incidente sobre el plano horizontal para todos los meses. Para esto se determinó el índice de claridad atmosférica "KT" a partir de la nubosidad media que suministra el SMN. La expresión matemática surge de una correlación simple del cruce de datos del SMN y la CNIE. Donde $KT = \text{nubosidad} * (-0.04365) + 0.69278$. Con esta se calculó la radiación solar con el modelo de Liu&Jordan, presentando un error entre los datos del CNIE y calculados entre 3% y 10%.

Otro dato que se determinó por un camino similar fueron los grados día a partir de la latitud, la altura sobre el nivel del mar, temperatura media, temperatura máxima y mínima media y humedad relativa. La

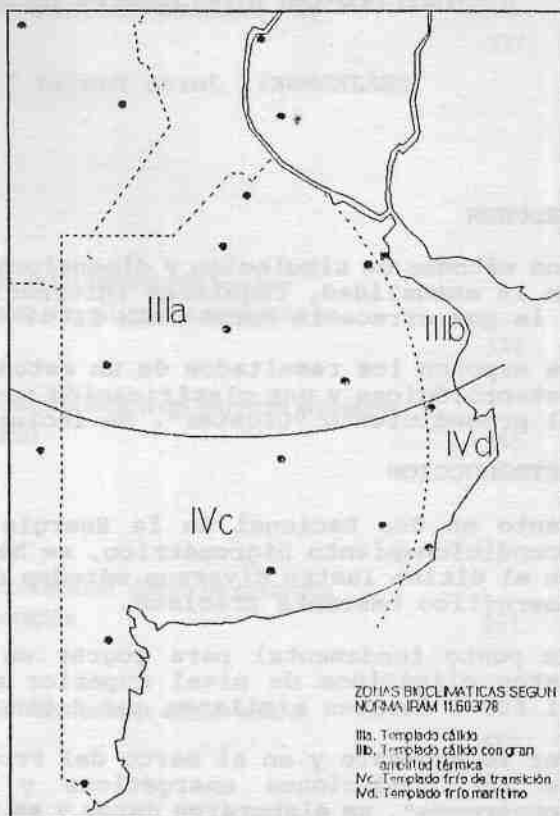


Figura 1 Zonas Bioclimáticas de la Provincia de Buenos Aires según la Norma IRAM 11.603.

regresión lineal múltiple resulta satisfactoria con un $R^2 = 0.9618$ para 61 casos analizados.

GD18 = 3944.5309 + latitud * (-13.2227) +
 + asnn * (0.009953) +
 + tmed * (-223.41) +
 + tmáx * (27.6563) +
 + tmín * (-15.5603) +
 + hr * (0.508908)

La clasificación en áreas homogéneas se realizó con una técnica de análisis multivariado, que permite construir grupos similares de objetos o casos basados en variedad de atributos. Estos grupos o "clusters" se agrupan en función de su proximidad o distancia en un hiperespacio de tantas dimensiones como variables sean consideradas. En este caso el índice utilizado fue el cuadrado de la distancia euclidiana.

Para la formación de zonas se utilizó el análisis jerárquico de "clusters" o grupos. En este caso los "clusters" se forman por agrupamiento de casos individuales, reduciendo progresivamente la muestra en "clusters" cada vez mayores hasta que todos los casos sean miembros de un "cluster" único.

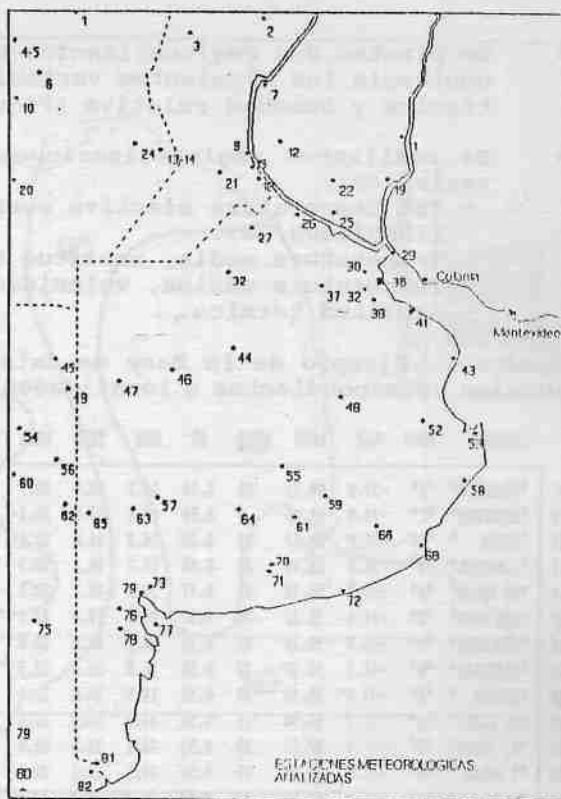


Figura 2 Mapa de la provincia de Buenos Aires indicando las estaciones meteorológicas estudiadas.

CONSTRUCCION DEL ATLAS BIOCLIMATICO

En un tercer paso se volcaron los resultados a mapas conformando un atlas geográfico bioclimático de la región con variables tratadas individualmente o en conjunto.

- * La zonificación de invierno según los grados día (IRAM 11.603) presenta leves variaciones en lo general, pero se generan microclimas muy marcados (Figura 3).
- * La zonificación de verano según la temperatura efectiva corregida -TEC- (IRAM) difiere mucho de la calculada, ya que la norma no considera el viento en la determinación (Figuras 4 y 5).
- * Se realizaron zonificaciones para las siguientes variables:
 - Radiación media anual sobre el plano horizontal, MJ/m²día.
 - Amplitud térmica media anual, °C.
 - Tensión de vapor, milibares.
 - Velocidad del viento, Km/h.

Los resultados se muestran en las Figuras 6 a 9.

* Se planteó una regionalización según valores medios anuales que contempla las siguientes variables: temperatura media, amplitud térmica y humedad relativa (Figura 10).

* Se realizaron regionalizaciones de verano para las siguientes variables:

- TEC temperatura efectiva corregida con y sin viento (IRAM11603/78).
- Temperatura media, amplitud térmica y humedad relativa.
- Temperatura máxima, velocidad del viento y tensión vapor.
- Amplitud térmica.

Cuadro 1. Ejemplo de la Base de datos climática para valores medios anuales correspondientes a localidades de la Provincia de Buenos Aires.

ESTACION	PROV	LAT	LONG	ASHM	KT	RAD	TMED	TMAX	TMIN	TMXA	TMINA	GD18	VV	TV	HR	
26	"PERGAHIN"	"B"	-33.9	60.33	65	0.54	16.7	16.3	22.7	10.0	40.2	-7.7	1270	11	14.4	75
27	"AEROPARQ"	"C"	-34.0	58.25	6	0.50	17.1	17.4	21.4	13.9	38.3	-1.9	1009	16	15.9	74
32	"JUNIN"	"B"	-34.6	60.57	81	0.53	16.2	16.0	22.6	9.8	43.9	-6.0	1404	13	13.7	73
33	"S.NIGUEL"	"B"	-34.6	58.49	26	0.49	15.3	16.1	22.3	11.2	41.6	-7.5	1238	10	14.0	73
34	"EL PALON"	"B"	-34.6	58.36	21	0.47	14.2	16.7	22.5	11.4	41.9	-5.7	1030	13	13.8	72
35	"OBS BSAS"	"C"	-34.6	58.27	25	0.52	16.1	17.4	22.5	13.1	43.3	-4.0	1096	12	14.4	71
36	"MERCEDES"	"B"	-34.7	59.38	43	0.54	16.3	16.6	23.8	10.2	43.5	-7.0	1230	15	13.6	69
38	"CASTELAR"	"B"	-34.7	58.37	22	0.54	16.8	16.6	22.3	11.2	42.1	-6.5	1188	9	13.8	72
39	"EZEIZA"	"B"	-34.8	58.32	20	0.46	14.9	16.0	22.3	10.5	44.3	-6.0	1209	13	13.9	76
40	"LA PLATA"	"B"	-34.9	57.56	15	0.52	15.9	16.1	21.6	12.0	39.0	-6.4	1269	12	14.2	79
42	"F. INDIO"	"B"	-35.4	57.17	22	0.53	16.1	15.8	21.0	11.0	40.5	-4.2	1358	15	14.2	79
43	"9 JULIO"	"B"	-35.5	60.90	76	0.53	16.1	16.1	22.6	9.9	45.1	-7.5	1129	8	13.0	74
45	"PEHUJO"	"B"	-35.8	61.52	87	0.53	16.3	15.3	22.4	9.1	43.5	-8.9	1521	14	12.1	72
47	"L. FLORES"	"B"	-36.0	59.10	34	0.53	15.7	15.4	21.6	9.4	43.3	-4.3	1467	7	13.2	70
51	"MOJONES"	"B"	-36.3	57.44	9	0.50	15.3	14.6	21.3	8.9	42.3	-6.6	1615	13	13.8	77
52	"S. CLIFEMA"	"B"	-36.4	56.72	3	0.54	15.8	14.5	19.2	11.8	45.6	-6.6	1577	14	14.9	85
56	"C. SIAREZ"	"B"	-37.1	61.57	234	0.52	15.4	13.5	20.6	7.7	41.2	-8.2	1953	5	11.4	73
57	"PINAMAR"	"B"	-37.1	56.85	13	0.51	14.8	14.6	19.5	10.1	39.2	-5.0	1596	16	13.4	73
58	"TANDIL"	"B"	-37.2	59.15	175	0.50	15.1	13.7	19.9	8.0	38.6	-7.1	1884	14	11.9	73
60	"L. JUAREZ"	"B"	-37.5	59.34	233	0.52	15.7	13.0	19.7	6.9	40.5	-8.9	2103	12	11.2	73
62	"FIGUE"	"B"	-37.6	62.25	298	0.53	16.0	13.2	20.1	7.3	41.5	-9.0	2022	12	10.3	70
63	"LAFRIDA"	"B"	-37.6	60.77	212	0.54	15.6	13.7	20.4	7.5	41.3	-8.2	1864	8	11.1	65
65	"BALCARCE"	"B"	-37.8	58.25	113	0.49	14.5	13.7	20.3	8.1	40.8	-5.0	1858	13	12.4	75
67	"M. PLATA"	"B"	-38.1	57.33	5	0.51	15.0	13.6	18.1	10.0	41.3	-4.2	1642	16	12.4	69
69	"BARROW"	"B"	-38.3	60.15	120	0.53	15.7	13.7	20.6	8.1	40.8	-8.0	1871	17	11.1	71
70	"J APROYO"	"B"	-38.4	60.15	115	0.52	15.5	13.7	20.6	8.3	41.8	-2.8	1850	14	11.0	69
71	"NECOCHEA"	"B"	-38.6	58.50	32	0.48	14.2	14.2	20.2	8.2	39.9	-3.9	1749	24	12.3	76
72	"C. ESPORA"	"B"	-38.7	62.17	70	0.52	14.9	14.8	21.8	8.5	42.4	-7.4	1653	21	7.7	62
73	"B. BLANCA"	"B"	-39.7	62.10	83	0.52	15.4	14.9	21.8	8.8	42.5	-8.8	1648	21	10.4	62
77	"F. MERCEDES"	"B"	-39.5	62.63	25	0.53	15.2	14.5	21.9	8.4	43.0	-7.0	1735	16	10.1	61
80	"C. PATAGO"	"B"	-40.8	62.57	40	0.54	15.8	14.1	20.9	8.0	42.0	-8.1	2021	18	9.0	60

DESIGNACION DE VARIABLES:

LAT : Latitud

ASHM : Altura sobre el nivel del mar (metros)

RAD : Radiación global sobre el plano horizontal (KJ/m²)

TMAX : Temperatura máxima media anual

TMXA : Temperatura máxima absoluta

GD18 : Grados día con base 18°C

TV : Tensión de vapor (milibares)

LONG : Longitud

KT : Índice de claridad atmosférica

TMED : Temperatura media anual

TMIN : Temperatura mínima media anual

TMINA : Temperatura mínima absoluta

VV : Velocidad del viento (Km/h)

HR : Humedad relativa (%)

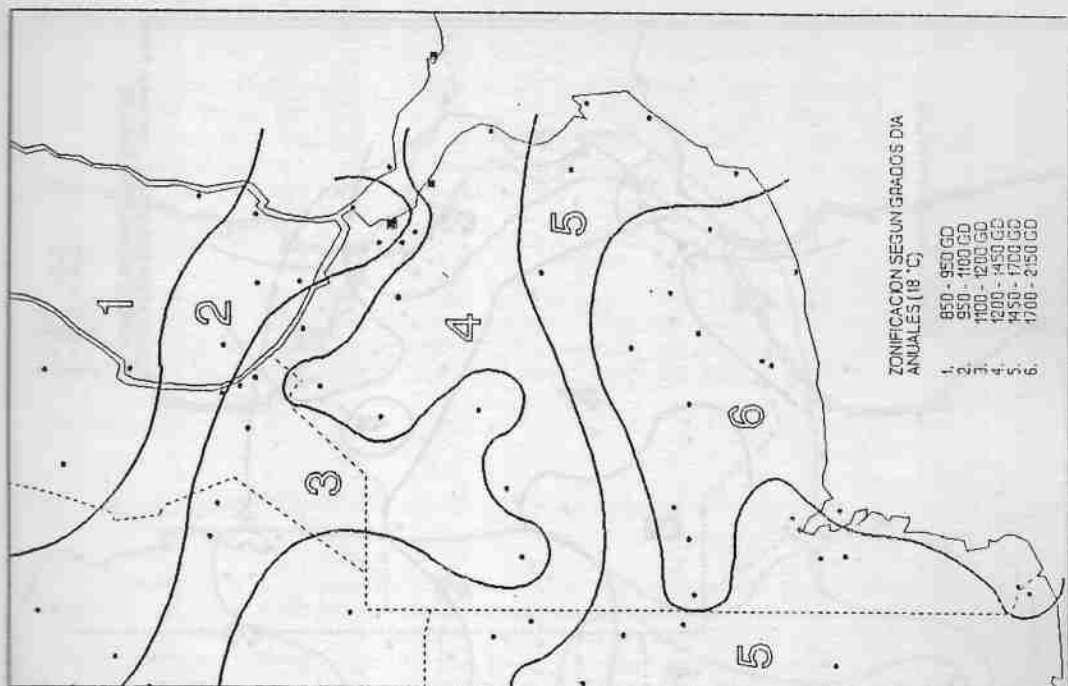


Figura 3 Zonas homogéneas según grados día anuales.

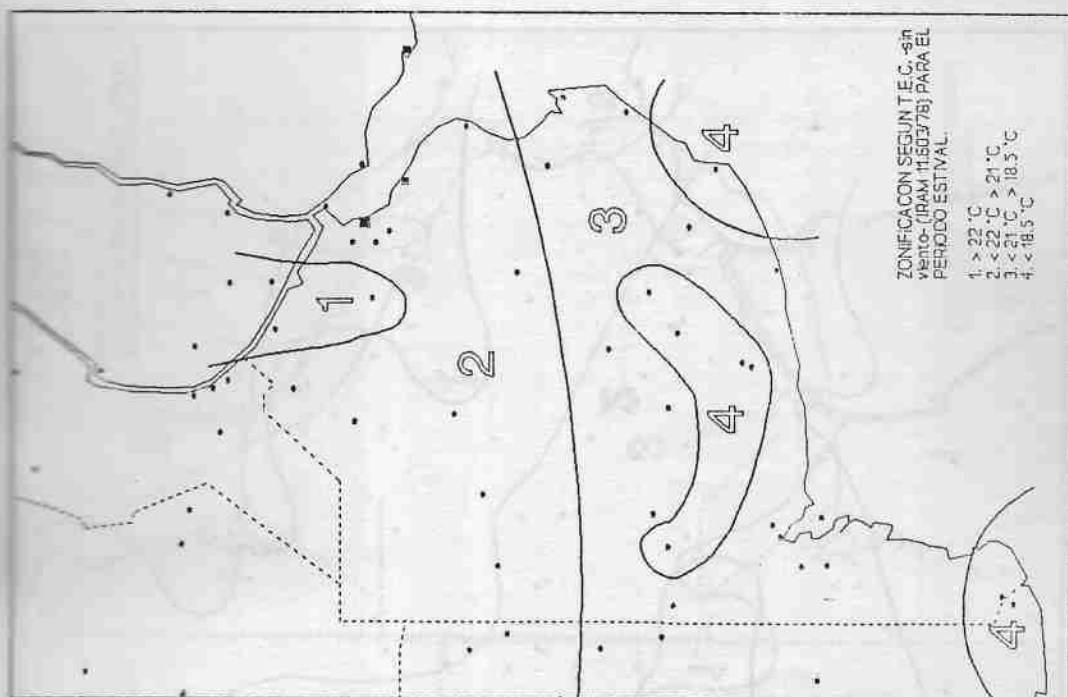


Figura 4 Zonas homogéneas de verano, según TEC (temperatura efectiva corregida), sin considerar el efecto del viento (IRAM 11.603).

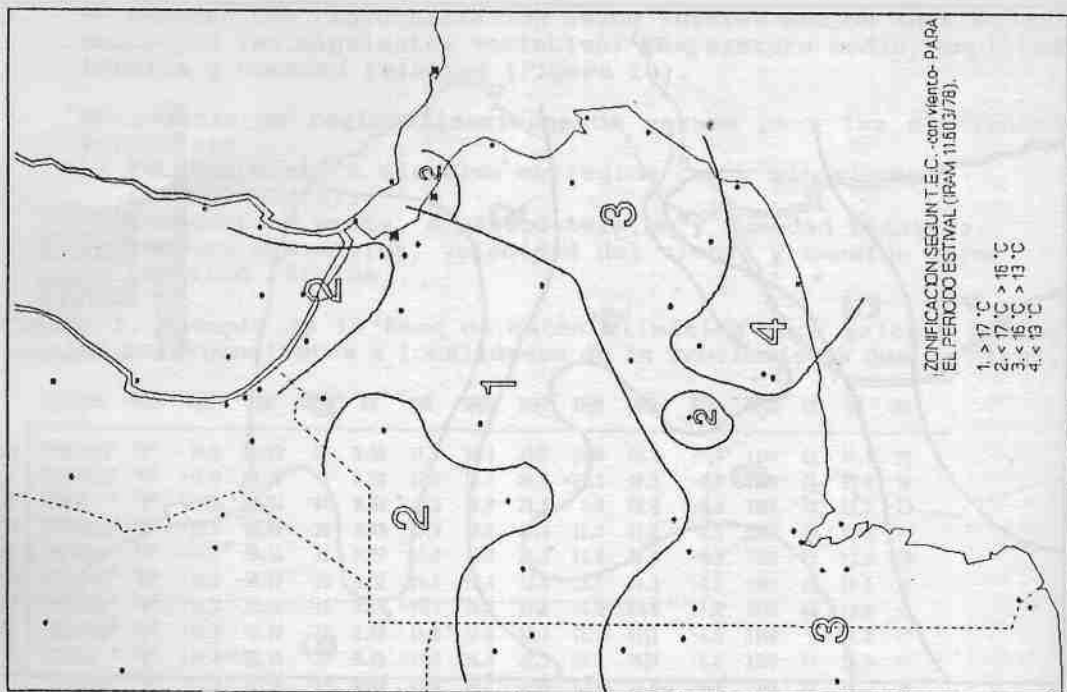


Figura 5 Zonas homogéneas de verano, según TEC, considerando la variable viento.

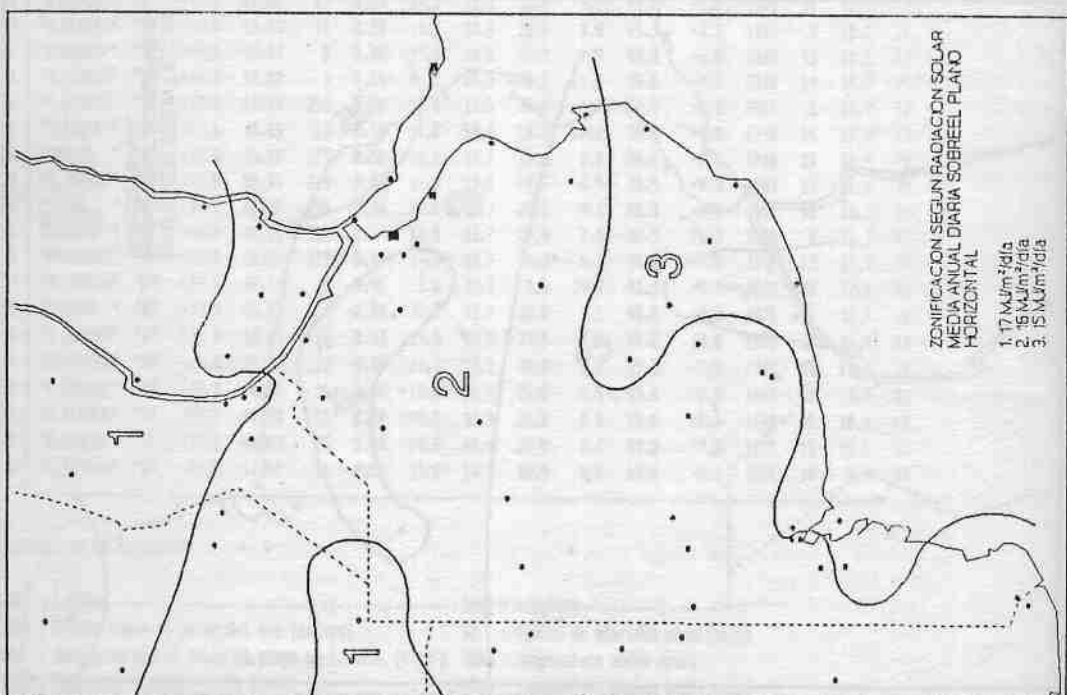


Figura 6 Zonas homogéneas para radiación solar media anual diaria sobre el plano horizontal. (en MJ/m²/día)

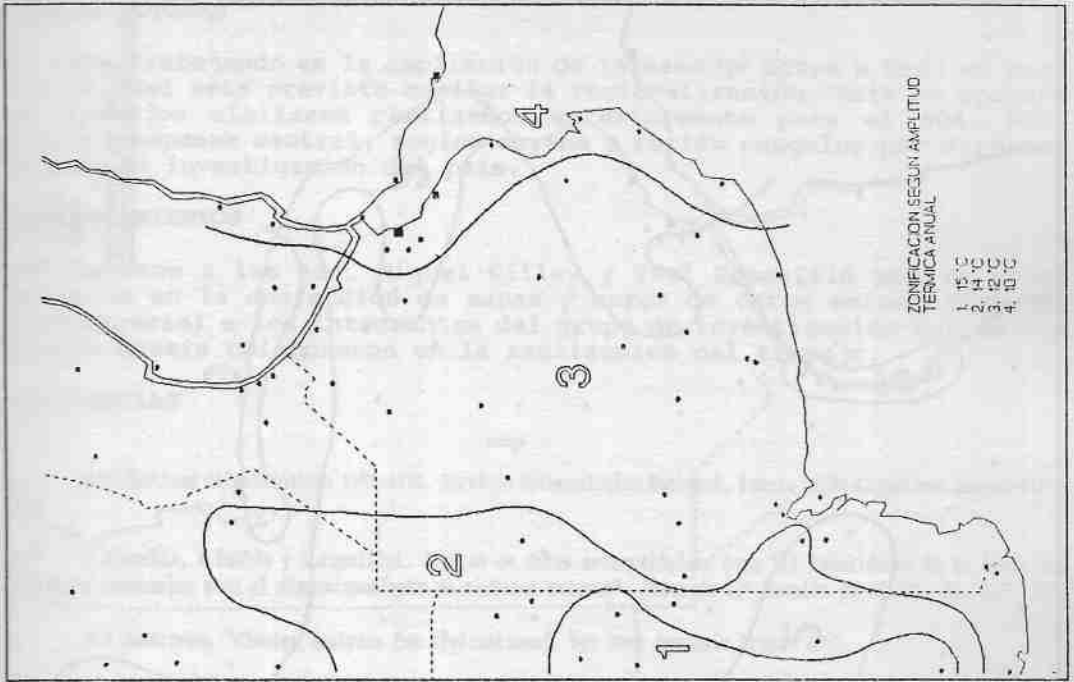


Figura 7 Zonificación según amplitud térmica anual.

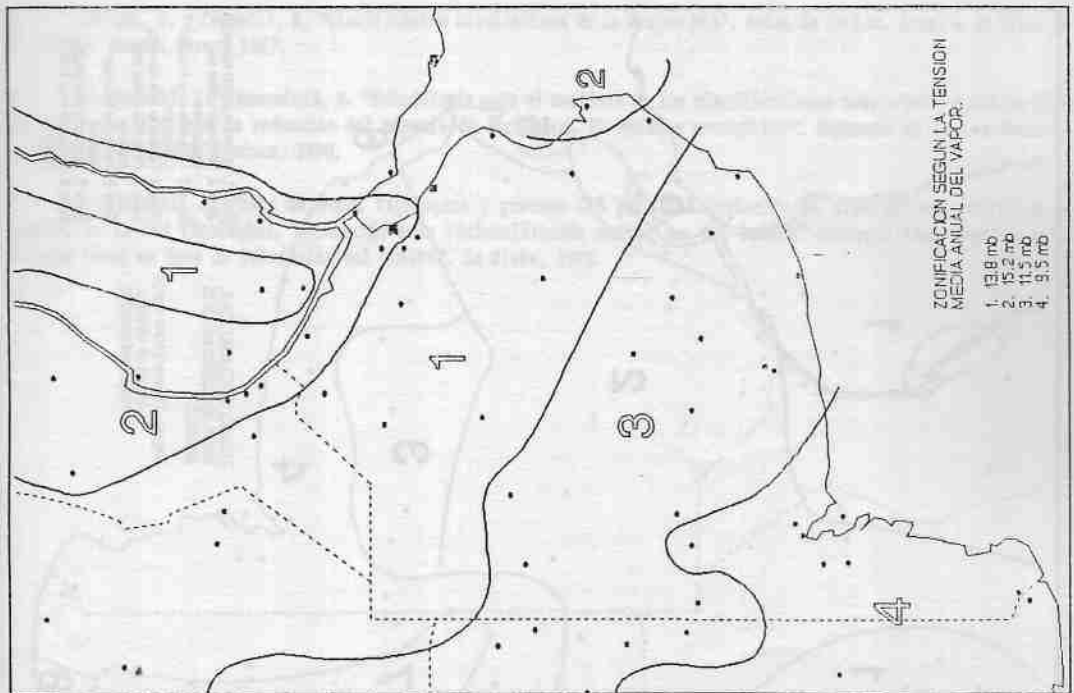


Figura 8 Zonificación según la tensión media anual del vapor.

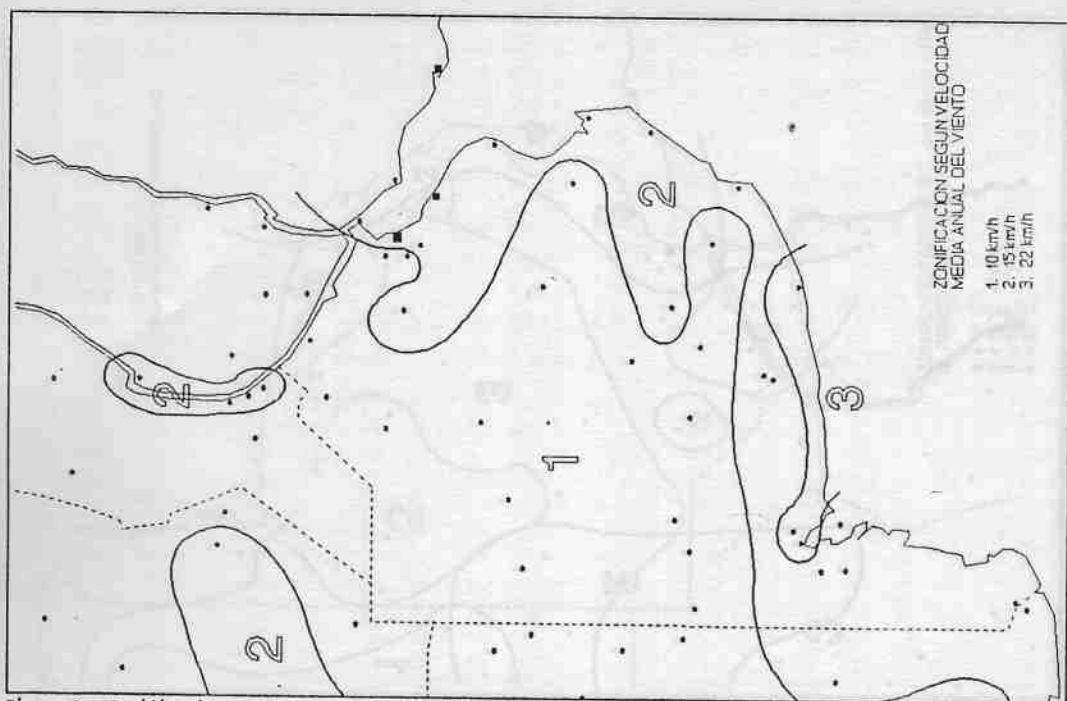


Figura 9 Zonificación según velocidad media anual del viento.

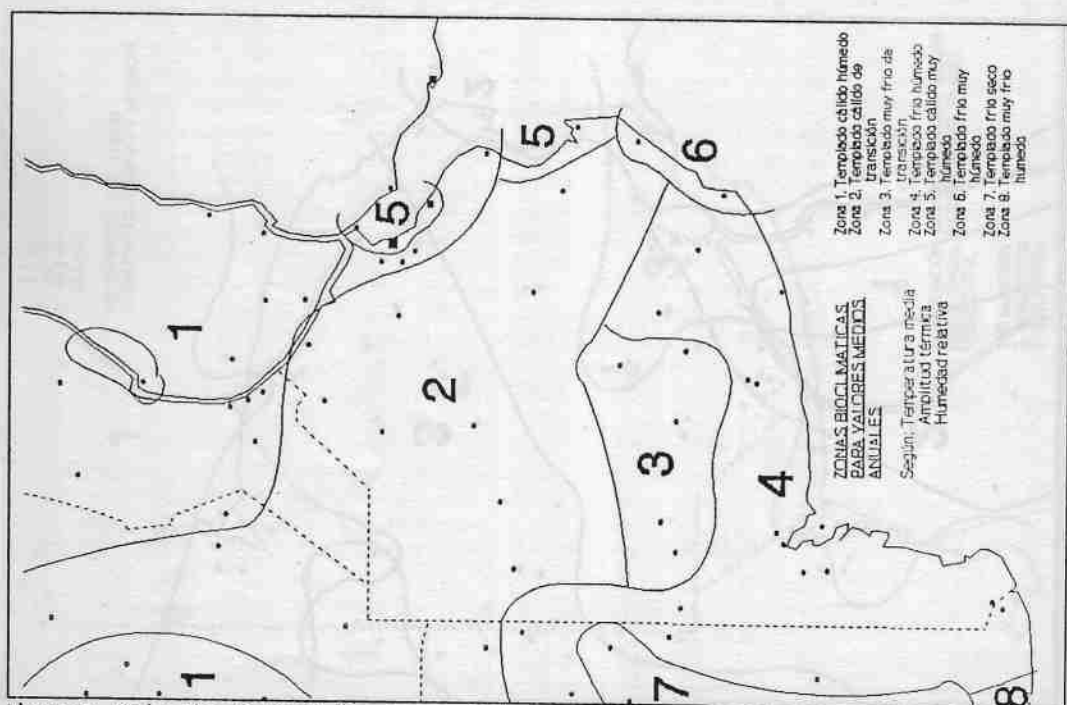


Figura 10 Regionalización bioclimática de la provincia de Buenos Aires para las siguientes variables: temperatura media, amplitud térmica y humedad relativa.

TAREAS FUTURAS

Se está trabajando en la ampliación de la base de datos a todo el país con la cual está previsto ampliar la regionalización. Esta se apoyará en trabajos similares realizados anteriormente para el NOA, NEA, región pampeana central, región cuyana y región neuquina por diversos grupos de investigación del país.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Arq. Miguel Cilley y Yael Rosenfeld por la ayuda prestada en la confección de mapas y carga de datos meteorológicos, y en especial a los integrantes del grupo de investigación que de una u otra manera colaboraron en la realización del trabajo.

REFERENCIAS

1. Estadísticas climatológicas 1951-1970. Servicio Meteorológico Nacional, Fuerza Aérea Argentina. Buenos Aires 1981.
2. J. Pracchia, A. Fabris y A. Rapallini. "Tablas de datos meteorológicos para 118 localidades de la República Argentina necesarios para el dimensionamiento de sistemas solares". Actas de 12ª Reunión de ASADES. Bs. As. 1987.
3. H.J. Anderberg. "Cluster Analysis for Applications". New York Academic Press, 1973.
4. C. Filippin y Z. Roberto. "Determinación de áreas geográficas homogéneas para el desarrollo de proyectos sociales en base a técnicas estadísticas multivariadas". XIV Reunión de Trabajo de ASADES. Mendoza, abril 1990.
5. Perone, D. y Cannelli, N. "Clasificación bioclimática de la región NEA". Actas de la 12ª. Reunión de Trabajo de ASADES. Buenos Aires, 1987.
6. Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. "Metodología para el análisis de las clasificaciones complejas y construcción de tipologías mediante la reducción del espacio de atributos. Un enfoque energético". Expuesto en la 14ª Reunión de Trabajo de ASADES. Mendoza, 1990.
7. Czajkowski, J. "Base de datos tipológica y proceso CAD para la simulación de alternativas edilicias y control de la red tipológica. Aplicación a la racionalización energética del habitat metropolitano bonaerense". Informe Final de Beca de Iniciación del CONICET. La Plata, 1992.