

ANALISIS Y EVALUACION CLIMATICA

EN LOS PARQUES NACIONALES LANIN Y NAHUEL HUAPI

Yarke E., Fujol M., Boffi L., Palma A. y Troger S. *

Instituto Solar Arquitectura Buenos Aires (ISABA)

Acoyte 217 - (1405) - Capital Federal

RESUMEN

En el marco de un convenio entre la Secretaría de Energía y la Administración de Parques Nacionales, ISABA está realizando un estudio sobre comportamiento energético de las viviendas que ésta posee en los Parques Lanín y Nahuel Huapi.

Como una etapa dentro del estudio se está trabajando en la recopilación, análisis, clasificación y presentación en mapas y gráficos de los datos climáticos más significativos. Esta tarea tiene como objetivo preparar la información que permita establecer los diversos escenarios climáticos con los cuales evaluar el comportamiento energético de las viviendas y edificios, poniendo el acento en la determinación de los niveles de habitabilidad higrotérmicos.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PARQUES NACIONALES LANIN Y NAHUEL HUAPI

Los parques Nacionales Lanín y Nahuel Huapi constituyen un conjunto continuo de 11.371 km² localizados en la Región Andina Patagónica, abarcando un área que se extiende entre los 39° y los 42° de Latitud S. y desde los 71° de Longitud Oeste hasta el límite con Chile.

Residen en la zona y su área de influencia aprox. 150.000 habitantes y anualmente unos 500.000 turistas visitan la región.

El territorio presenta una sucesión de cadenas montañosas y lagos de distinto tamaño orientados ambos en la dirección E-O o ESE-ONO. La mayor parte del mismo está cubierto por bosques naturales aunque en la zona oriental hay áreas de estepa patagónica y extensas zonas de transición (ecotonales).

Rodeadas por el Parque o próximas a los mismos se encuentran varias localidades, la mayoría de las cuales ofrecen índices de crecimiento demográfico superiores a las medias nacionales. De entre ellas sobresale San Carlos de Bariloche cuyo crecimiento de población ha sido muy alto en las últimas décadas y actualmente, con más de 100.000 habitantes es la ciudad de mayor gravitación en la región. Otras poblaciones de la zona son: San Martín de los Andes, Junín de los Andes y Alumine.

En el interior de los Parques existen diferentes asentamientos que corresponden a villas turísticas, poblaciones en estancias, comunidades aborígenes, destacamentos de gendarmería, además de los propios de la función turística. Todas estas localizaciones tienen en común, junto con las viviendas de los guardaparques que se hallan fuera de la provisión de energía por redes y, por lo tanto, el abastecimiento de agua, combustibles y electricidad debe ser resuelto en forma local. Los combustibles líquidos, para el movimiento de vehículos o funcionamiento de grupos electrógenos, deben ser trasladados desde las poblaciones más importantes. Esto último genera múltiples problemas, dado lo riguroso del clima, la to-

* Los autores agradecen la colaboración del Lic. Hugo Grossi Gallegos en la información sobre radiación solar.-

pografía, las distancias y el estado de los caminos (generalmente de difícil transitabilidad en la época invernal).

Para cada localización existe un área propia que no sólo es de vigilancia y preservación sino que también es de estudio. Por ese motivo, el guardaparque reside con su familia y durante todo el año en la vivienda asignada.

Por lo general estas viviendas ofrecen deficiencias que incluyen la localización de las mismas, su orientación, diseño, construcción y/o mantenimiento. Como consecuencia de ello, una buena proporción se halla deshabitada. Este problema, de viviendas deficientes, no se limita a las pertenecientes a Parques Nacionales, sino que es generalizable a los otros tipos de asentamientos.

LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA REUNIDA

El Servicio Meteorológico Nacional mantiene solo dos estaciones en la zona: Bariloche Aero y Catedral 2000 -ambas destinadas al apoyo del tráfico aéreo del aeropuerto de Bariloche. De ambas, solo la de Bariloche Aero- tiene registros horarios de temperatura y registros históricos de heliofanía. Otros organismos: Comisión de Energía Atómica, INTA, Hidronor, etc., reúnen información meteorológica diversa. Existe en Bariloche una estación de la Red Solarimétrica en el llamado Centro Atómico.

De toda la información, trabajosamente reunida, se seleccionaron los datos de temperaturas de 10 estaciones. Ellas son: Pampa Linda (Próxima al Cerro Tronador), Villa Mascardi, Catedral 2000, San Carlos de Bariloche, Isla Victoria, Villa La Angostura, en el Parque Nacional Nahuel Huapi y Quechúquina (sobre el lago Lácar), San Martín de los Andes, Junín de los Andes y Aluminé, en el Parque Lanín y área de influencia.

Solamente de San Carlos de Bariloche se obtuvo información meteorológica completa de datos diarios y horarios. Se obtuvo información diaria de TBS, TBH, tensión de vapor y vientos de Catedral e Isla Victoria. De las demás se obtuvieron datos diarios de máximas y mínimas de TBS.

En cuanto a precipitaciones se seleccionaron los datos de 40 estaciones. Toda la información de temperaturas y precipitaciones corresponde mayoritariamente al período de 1974 al 86 excepto la de Isla Victoria (1940 al 50) y San Martín de los Andes (1952 al 61).

Actualmente se está rastreando la información de dos estaciones más: Pto. Blest y Lago Norquín aunque en ambas los datos que se pueden obtener son de las primeras décadas del siglo.

Para el caso de Radiación solar se consultó, además de los datos de la Red, los registros horarios tomados en la estación de Neuquén Aero entre 1966 y 1968.

EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DE TEMPERATURAS

La información seleccionada se grabó en cintas y se prepararon programas para procesar la información de temperaturas. Estos programas analizan los datos de TBS máximas y mínimas diarias y los de TBH y Heliofanía (cuando existen) y van clasificando los datos por intervalos modales (rangos). Esta clasificación se hace reuniendo grupos de tres meses del año, que corresponden aproximadamente con las estaciones y para períodos de cinco años corridos de datos diarios.

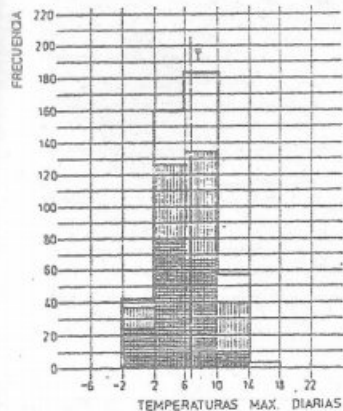
Cuando hay datos de heliofanía, estos se convierten en índice medio de transparencia de la atmósfera (KT) mediante las correlaciones: $KT = 0,257 + 0,469 HR$ (1). Cada intervalo modal está clasificado también según frecuencias de KT y de acuerdo a los siguientes grupos: $KT < 0,40$; KT entre 0,40 y 0,60 y $KT > 0,60$. Con los datos de máxima y mínima de TBH se procede de la misma forma.

Esta metodología tiene como antecedente los trabajos de Di Bernardo E. (2), a-

adaptada y modificada por los autores.

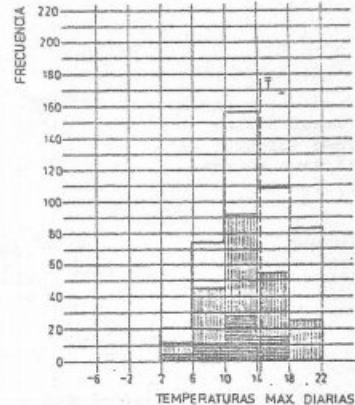
Los resultados así obtenidos se vuelcan en gráficos que permiten visualizar el grado de dispersión que tienen las temperaturas en el período del año analizado. De esta manera para cada localidad existen 12 gráficos de dispersión. Estos corresponden con las dispersiones de máximas diarias, medias diarias y mínimas diarias para cada uno de los cuatro períodos de tres meses cada uno en que se divide el año.

En las fig. 1 y 2 se muestran los gráficos con los intervalos modales y frecuencias de máximas del período de invierno y primavera de San Carlos de Bariloche y las frecuencias de KT para cada intervalo.



□ KT > 0.60
 ▨ KT entre 0.60 y 0.40
 ▩ KT < 0.40

Fig. 1 AÑOS 1974 al 78 PERIODO INVIERNO CLASIFICACION DE TEMP MAXIMAS Y KT



□ KT > 0.60
 ▨ KT entre 0.60 y 0.40
 ▩ KT < 0.40

Fig. 2 AÑOS 1974 al 78 PERIODO PRIMAVERA CLASIFICACION DE TEMP MAXIMAS Y KT

Cruzada esta información con la que resulta de convertir datos de TBH a tensión de vapor y volcados los resultados en un diagrama sicrométrico, se obtienen las zonas que representan a los días (dentro de cada período) más frecuentes, la zona de los días menos frecuentes y la zona de los días poco frecuentes. Comparando este gráfico con los anteriores se puede ponderar el peso estadístico que se le puede otorgar a cada zona.

En las fig. 3 y 4 se muestran los diagramas sicrométricos del período invernal y estival también de S. C. de Bariloche.

También se seleccionaron y volcaron las curvas correspondientes a 72 días reales de 1976 de San Carlos de Bariloche, agrupadas de a dos días corridos y separadas sistemáticamente diez días entre sí.

El propósito perseguido con esto es de que dichas curvas puedan ser utilizadas como días de diseño en programas de cálculo en régimen variable.

Se muestran en la fig. 5 las curvas correspondientes a los días del mes de julio de 1976 seleccionados. Se muestran también los datos de KT, TBH máx. y mín. de esos días, la precipitación (si hubo) y la dirección y velocidad máx. del viento de c/u de esos días.

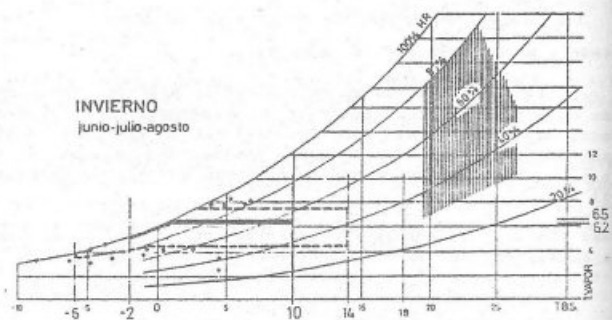
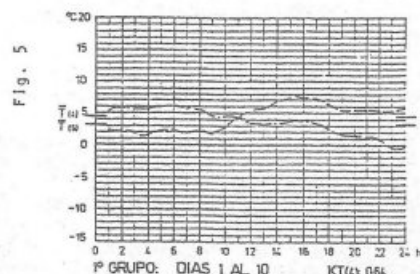
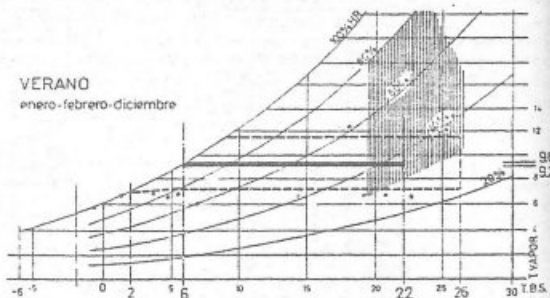


Fig. 3 y 4
S.C. de BARILOCHE
Los días de mayor y menor probabilidad volcados al diagrama sicrométrico.-

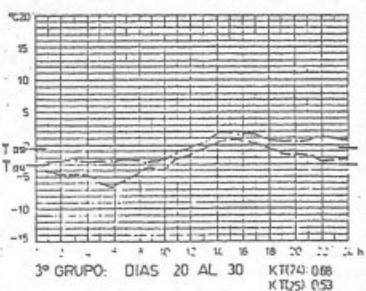
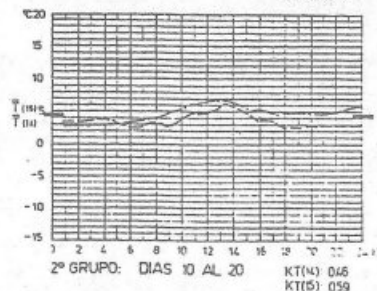
REFERENCIAS
 - - - días de mayor probabilidad
 - - - días de menor probabilidad
 + días poco probables
 [] zona de confort



REFERENCIAS				OBSERVACIONES	
- - - DIAS 4, 11 Y 24					
- - - DIAS 5, 15 Y 25					
T TEMP MEDIA DIARIA					
dia	WIND mm	WIND VELOC max	TBH max	TBH min	
4	-	86	4.6	-0.1	
5	91	4	5.0	4.1	-0.8
14	125	14	8.2	3.9	10.0
15	-	8	8.2	5.4	2.9
24	-	45	-0.6	-1.70	
25	6.3	62	0.2	-2.9	

FUENTE: mediciones horarias SMR Bariloche (aerol)

LOCALIDAD: S. CARLOS BARILOCHE
 LATITUD: 41° 09'
 AÑO: 1976
 MES: julio
 CURVAS HORARIAS DE TEMPERATURA



adaptada y modificada por los autores.

Los resultados así obtenidos se vuelcan en gráficos que permiten visualizar el grado de dispersión que tienen las temperaturas en el período del año analizado. De esta manera para cada localidad existen 12 gráficos de dispersión. Estos corresponden con las dispersiones de máximas diarias, medias diarias y mínimas diarias para cada uno de los cuatro períodos de tres meses cada uno en que se divide el año.

En las Fig. 1 y 2 se muestran los gráficos con los intervalos modales y frecuencias de máximas del período de invierno y primavera de San Carlos de Bariloche y las frecuencias de KT para cada intervalo.

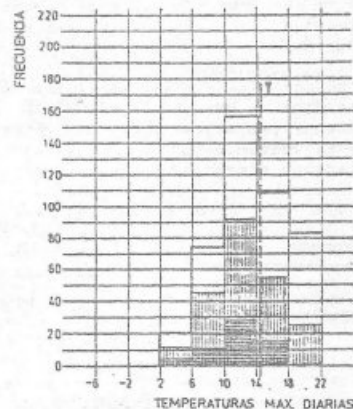
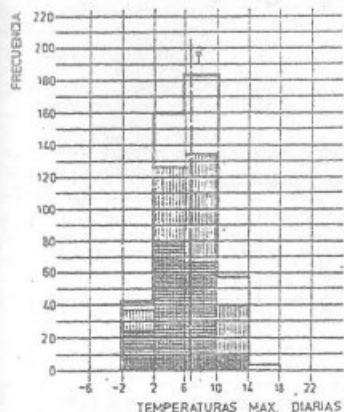


Fig. 1
 AÑOS: 1974 al 78
 PERIODO: INVIERNO
 CLASIFICACION DE TEMP MAXIMAS Y KT

Fig. 2
 AÑOS: 1974 al 78
 PERIODO: PRIMAVERA
 CLASIFICACION DE TEMP MAXIMAS Y KT

Cruzada esta información con la que resulta de convertir datos de TBH a tensión de vapor y volcados los resultados en un diagrama sicrométrico, se obtienen las zonas que representan a los días (dentro de cada período) más frecuentes, la zona de los días menos frecuentes y la zona de los días poco frecuentes. Comparando este gráfico con los anteriores se puede ponderar el peso estadístico que se le puede otorgar a cada zona.

En las Fig. 3 y 4 se muestran los diagramas sicrométricos del período invernal y estival también de S. C. de Bariloche.

También se seleccionaron y volcaron las curvas correspondientes a 72 días reales de 1976 de San Carlos de Bariloche, agrupadas de a dos días corridos y separadas sistemáticamente diez días entre sí.

El propósito perseguido con esto es de que dichas curvas puedan ser utilizadas como días de diseño en programas de cálculo en régimen variable.

Se muestran en la fig. 5 las curvas correspondientes a los días del mes de julio de 1976 seleccionados. Se muestran también los datos de KT, TBH máx. y mín. de esos días, la precipitación (si hubo) y la dirección y velocidad máx. del viento de c/u de esos días.

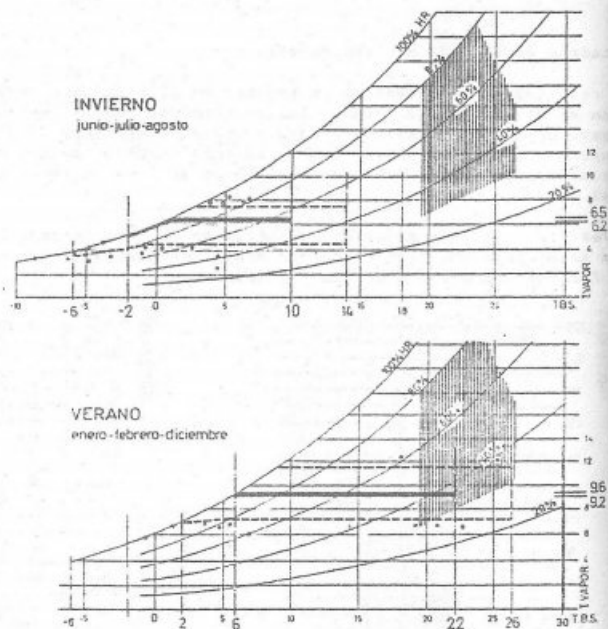
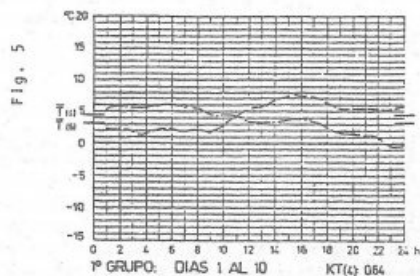


Fig. 3 y 4
S.C. de BARILOCHE
Los días de mayor y menor probabilidad volcados al diagrama psicrométrico.-

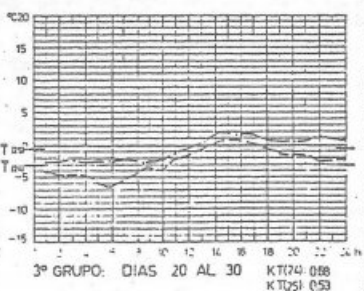
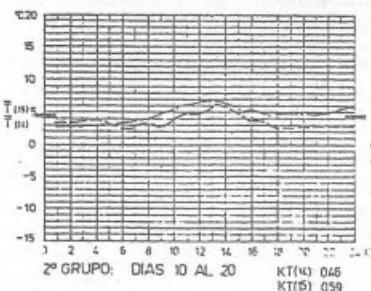
REFERENCIAS
 - - - días de mayor probabilidad
 - - - días de menor probabilidad
 + días poco probables
 ■ zona de confort



REFERENCIAS				OBSERVACIONES	
- - - DIAS 4 14 Y 21					
- - - DIAS 5 15 Y 25					
T TEMP MEDIA DIARIA					
DIAS	TIEMPO	TEMP	T BH		
	mm	de	max	min	
4	0	66	16	-01	
5	01	6	50	14	-06
14	123	14	82	39	10
15	0	14	54	29	
26	0	14	45	-06	-70
25	63	14	62	02	-29

FUENTE: mediciones horarias SMN Bariloche local

LOCALIDAD: S. CARLOS BARILOCHE 41° 09'
 AÑO: 1976
 MES: Julio
 CURVAS HORARIAS DE TEMPERATURA



LA RADIACION SOLAR

Para poder evaluar el recurso solar en términos globales y eliminando en primera instancia los efectos microclimáticos fue necesario ampliar el área en estudio más allá de los límites de los Parques.

Se eligió a la zona comprendida entre los 38° y los 44° de latitud sur.

Ante la carencia de datos de radiación fue necesario estimar la distribución espacio-temporal del promedio mensual del valor diario de la radiación solar global recibida sobre plano horizontal en la región.

Se tomaron así los valores de heliofanía provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, cuya longitud nunca fue inferior a los diez años. Mediante la utilización de fórmulas que correlacionan dicho parámetro con la relación existente entre la radiación global recibida y la que llega al tope de la atmósfera, se obtuvieron los valores de energía diaria que se reciben en promedio en diferentes localidades de la región.

Teniendo en cuenta entonces estos valores, la mediciones que está efectuando la Red Solarimétrica y los datos facilitados por Chile, se elaboraron doce cartas con la distribución espacial del promedio mensual del valor diario de la radiación solar global en la región bajo estudio. En la fig. 6 se muestran las cartas correspondientes a los meses de mayo y junio.

Los errores que afectan a estos resultados, están por encima del 8 % por debajo del cual no se puede diferenciar dos mediciones hechas por la Red Solarimétrica simultáneamente en lugares próximos.

Para estimar a partir del promedio de la radiación global diaria el valor probable del promedio de la componente difusa y de la distribución horaria de ambas componentes se utilizaron las correlaciones de Coillares Pereira y Rabi.

Así fue que se confeccionaron ocho tablas para una serie de ubicaciones: Zapala, Aluminé, Junín de los Andes, San Martín de los Andes, Bariloche, Cerro Cathedral, El Bolsón y Esquel.

En la fig. 7 se muestran los valores horarios globales y de radiación difusa calculados para Aluminé.

LOCALIDAD: Villa Aluminé (50.2°S) Fig. 7 -Radiación horaria global y difusa

Mes	H _g	H _d	H _g /H _d	H _g /H ₀	hora solar							Componente
					5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
1	43.7	26.0	0.60	0.38	0.79	1.37	1.97	2.50	2.93	3.11	3.06	H _g
2	38.2	24.0	0.62	0.36	0.59	1.18	1.80	2.38	2.82	3.06	3.06	H _g
3	30.9	18.0	0.58	0.36	0.25	0.78	1.32	1.84	2.25	2.48	2.48	H _g
4	22.9	11.0	0.48	0.48	0.00	0.00	0.35	0.76	1.16	1.44	1.44	H _g
5	16.6	8.0	0.48	0.55	0.00	0.00	0.00	0.49	0.86	1.15	1.15	H _g
6	13.7	6.0	0.43	0.58	0.00	0.00	0.00	0.34	0.64	0.80	1.04	H _g
7	14.9	6.0	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.25	0.64	0.88	1.02	H _g
8	19.8	10.5	0.53	0.62	0.00	0.00	0.27	0.70	1.12	1.45	1.65	H _g
9	27.2	17.5	0.45	0.57	0.00	0.00	0.14	0.51	0.86	1.11	1.28	H _g
10	35.0	19.0	0.51	0.74	0.00	0.00	0.27	0.44	0.55	0.69	0.75	H _g
11	41.3	22.0	0.53	0.88	0.00	0.37	0.84	1.34	1.81	2.17	2.36	H _g
12	44.5	24.0	0.54	0.95	0.00	0.63	1.14	1.64	2.14	2.50	2.70	H _g
					0.18	0.31	0.51	0.69	0.84	0.94	1.00	H _d
					0.31	0.77	1.29	1.82	2.29	2.65	2.85	H _g
					0.18	0.36	0.56	0.74	0.88	0.93	1.03	H _d

10 - Radiación Global (H_g)
 11 - Radiación Difusa (H_d)

12 - Radiación Global (H_g)
 13 - Radiación Difusa (H_d)

14 - Radiación Global (H_g)
 15 - Radiación Difusa (H_d)

16 - Radiación Global (H_g)
 17 - Radiación Difusa (H_d)

18 - Radiación Global (H_g)
 19 - Radiación Difusa (H_d)

20 - Radiación Global (H_g)
 21 - Radiación Difusa (H_d)

LA CONFECCION DE MAPAS DE LA REGION Y PRIMERAS EVALUACIONES

Se confeccionaron mapas-escala 1:500.000 - de la región en donde se han destacado aquellas zonas comprendidas entre la altitud del borde de los lagos (aprox. 700 msnm para los más grandes) y la cota de los 1000 msnm. Fig. 8

Este área se corresponde con la de las zonas pobladas y en ella están ubicadas nueve de las diez estaciones de donde se tomaron los datos de temperatura. Las altitudes de estas estaciones varían entre los 700 msnm y los 835 msnm. Fuera de estas cotas, la única estación de altura analizada es la de Cerro Catedral (1955 msnm).

Es de destacar que las condiciones climáticas por encima de los 1000 msnm son raras y que por arriba de los 1500 m desaparece el bosque y surgen las zonas llamadas de poladares (cubiertas de nieve la mayor parte del año).

Sobre los mapas se volcaron las temperaturas máximas, medias y mínimas para cada uno de los períodos considerados y para cada uno de las estaciones analizadas. De esta manera tenemos cuatro mapas que corresponden aprox. con los niveles de temperaturas de cada estación del año. En otro mapa se volcaron los datos de precipitaciones medias anuales de las 40 estaciones recopiladas.

Analizando los valores se observa que hay una cierta homogeneidad en las temperaturas y amplitudes térmicas entre las estaciones situadas en la franja de menor altitud. Las temperaturas aumentan levemente hacia el Norte, efecto éste que es nítido en verano (aprox. + 2° C de diferencia) y que es imperceptible para el invierno.

En cambio es notable la diferencia de precipitaciones de Este a Oeste, pasando, (en menos de 100 km) de 400 mm anuales en las zonas más al Este hasta valores superiores a los 3000 mm sobre la frontera con Chile. Fig. 9.

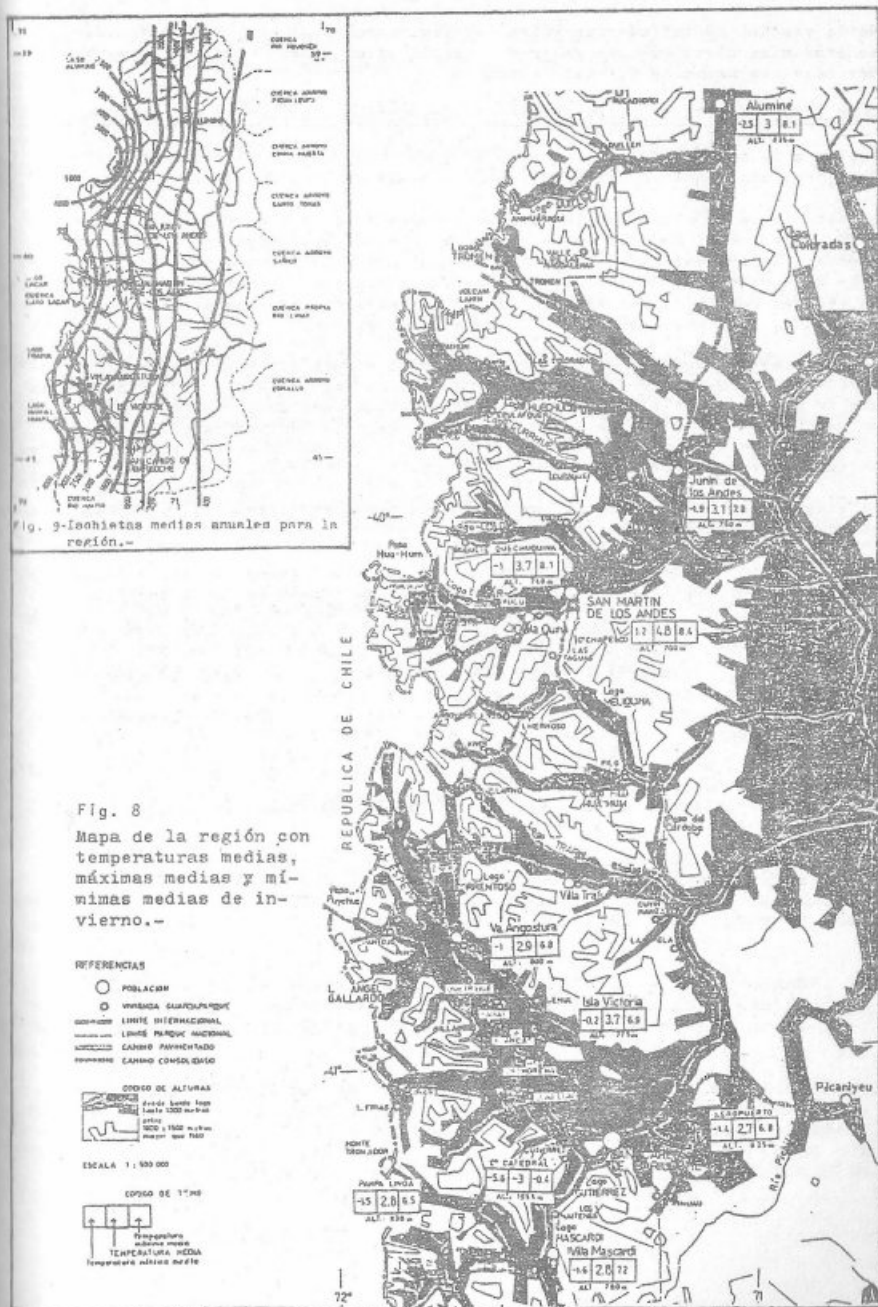
Relacionando amplitudes térmicas con precipitaciones, vemos que en el período invernal (más lluvioso), las amplitudes son del orden de los 8° a 10° C y que no se notan sensibles diferencias entre las zonas más lluviosas y las menos lluviosas. Estas amplitudes se incrementan a 12/14° en otoño y primavera y a 15/16° en verano (que es la época de menores precipitaciones).

Hay dos localidades que ofrecen características particulares: una es la Isla Victoria y la otra, San Martín de los Andes. En ambas las medias son superiores a la de la región. En el caso de la primera se atribuye esto al efecto moderador del lago, lo que contribuye también para que las amplitudes sean menores. En cambio la cualidad más templada de San Martín de los Andes puede atribuirse a la excelente protección de los vientos que le otorga su implantación. En esta ciudad las medias de temperatura son durante todo el año, aprox. 2° C superiores a las medias de la región y esto es suficiente para tener el menor número de días con heladas en invierno (60 contra 128 de Bariloche).

En cuanto a Tensión de Vapor los datos existentes son escasos pero los que hay son elocuentes. A pesar del alto nivel de precipitaciones, a la presencia de los grandes lagos y a la cantidad de ríos y arroyos, los valores de tensión de vapor son bajos y varían entre aprox. 6,5 mb en invierno hasta aprox. 10 mb en verano.

Esto hace que la calefacción de las viviendas disminuya los valores de humedad relativa interior hasta niveles muy por debajo de los de confort.

Los vientos tienen una contribución muy importante en los niveles de temperatura del aire. Su característica es la de ser fríos y húmedos y se producen con frecuencia reiterada de los cuadrantes W y WNW. Por lo general soplan con velocidades superiores a los 30 km/h y son frecuentes vientos con velocidades superiores a los 60 km/h. Este hecho origina el característico gradiente de precipitaciones



de la región. Su influencia sobre las temperaturas es tal, que es frecuente que se produzcan días, que aún teniendo niveles altos de heliofanía, tengan amplitudes térmicas pequeñas por ser ventosos.

COMO ESTA PREVISTO UTILIZAR ESTA INFORMACION EN LA EVALUACION DE LAS VIVIENDAS

Debido a la topografía, a la presencia y al tipo de bosque, se puede decir que cada localización actual o futura de viviendas es un caso particular.

A pesar de su importancia, los consumos energéticos tienen una prioridad menor en la zona que el mejorar los niveles de habitabilidad higrotérmica de las viviendas. Es por este motivo que se ha puesto el énfasis en organizar la información para este tipo de análisis. La dificultad principal para utilizar programas en régimen variable, por ejemplo, es la ausencia de datos horarios que, como hemos dicho, solo existen para S. C. de Bariloche.

La estrategia ideada es la siguiente: Primero elegir con los diagramas sicrométricos y los cuadros de dispersión de temperaturas, la cantidad de situaciones que se pretende analizar. Al elegir estas situaciones cada una de ellas tendrá un peso estadístico que se puede ponderar. Luego se buscará de entre los días reales, aquellos que más se acerquen a la situación que se quiere evaluar y se realizará la verificación con estos días reales.

Si ninguno de los elegidos es satisfactorio, siempre existen datos disponibles no seleccionados sobre los cuales buscar.

Este criterio, a pesar de sus aspectos discutibles, puede dar resultados más confiables que aquél de estimar posibles días de diseño en forma teórica.

REFERENCIAS

- 1 - Pracchia J., Fabris A., Rapallini A. "Tablas de Datos Meteorológicos para 118 localidades de la República Argentina necesarias para el dimensionamiento de Sistemas Solares: Metodología y ejemplos". - Trabajo presentado a esta reunión.-
- 2 - Perone D., Di Bernardo E. "Definición de días de diseño para el área bioclimática de Rosario". - Trabajo presentado en la X Reunión de Trabajo de ASADES en Neuquén - 1985.-