

EL CLIMA DE PUNTA ARENAS DURANTE 1990*

THE CLIMATE OF PUNTA ARENAS DURING 1990*

ARIEL SANTANA AGUILA**

RESUMEN

Se presentan las variaciones del tiempo ocurridas durante el año 1990 en el área de la ciudad de Punta Arenas, destacando sus principales características, en función de su comportamiento en relación a los valores normales y de acuerdo a la época del año. Se entregan las variables procesadas estadísticamente en tablas resúmenes, de manera de obtener una mejor comprensión de los fenómenos ocurridos. En algunos casos de mayor complejidad de interpretación, se representa gráficamente el comportamiento que ha tenido la variable durante el año.

ABSTRACT

The variations of weather conditions during 1990 at the city of Punta Arenas area are reported, emphasizing their main characteristics in function of their behaviour in relation with the normal values and accordingly with the seasons. The statistical analyzed variables are given in tables, as to obtain a better understanding of the occurred phenomena the variability along the year is graphically represented.

INTRODUCCION

Dada la importancia creciente que tiene el clima y sus eventuales cambios globales a causa de la contaminación mundial, la disminución de la capa de ozono y localmente, el creciente auge por la explotación de nuevos recursos naturales en la región, con el consiguiente e insospechado impacto ambiental que estas actividades puedan provocar, se hace necesario que los antecedentes meteorológicos obtenidos durante el año se traten con la profundidad que se ha hecho desde 1989 y como apoyo a los estudios sobre las materias señaladas.

La información fue generada con instrumental dispuesto en la estación climática Jorge C. Schythe del Instituto de la Patagonia de la Universidad de Magallanes, la cual opera en convenio con la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas, la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP). Las coordenadas geográficas y topográfica de la estación son Latitud 53°08' S, Longitud 70°53' O y Altitud 6 m.s.n.m.

MATERIALES Y METODOS

Los datos se obtuvieron en forma continua

* Corresponde a Proyecto: "Programa de Información y Documentación Climática". Financiado parcialmente por la Dirección de Investigación de la Universidad de Magallanes mediante el proyecto F3-02HG-91.

** Area de Geociencias, Instituto de la Patagonia. Universidad de Magallanes. Casilla 113-D. Punta Arenas. Chile.

mediante registros y en forma directa, por medio de observaciones diarias. De esta manera, los datos presentados aquí corresponden a promedios y/o totales mensuales y anuales de dichas mediciones.

Los registros de temperatura y humedad relativa del aire, se hicieron con un higrómetrografo. Paralelamente, se hicieron observaciones directas regulares con termómetros de mercurio* obteniéndose datos de temperatura del momento, máximas y mínimas diarias, temperaturas de bulbo húmedo y humedad relativa.

La insolación (horas de sol), cuyos datos son directamente proporcionales a la radiación solar incidente, se registró con un heliógrafo de tipo Campbell-Stokes. La radiación global, por su parte, se midió mediante un actinógrafo. La precipitación se avaluó en forma diaria a las 8 horas, con un pluviómetro del tipo Hellman, y también se registró en un pluviógrafo de registro semanal, del mismo tipo. Para la medida de la evaporación, se utilizó un tanque clase *A pan*, con mediciones en forma diaria a las 8 horas.

El viento se evaluó con un anemógrafo de registro continuo de velocidad instantánea, instalado por primera vez en esta estación a una altura de 10 m.s.n.s., por lo cual, no existe un periodo previo de comparación.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. TEMPERATURAS (°C). La temperatura promedio del año 1990 fue de 6,5°C, valor idéntico al promedio normal para Punta Arenas (Zamora y Santana, 1979). Sin embargo, los promedios mensuales no tuvieron comportamientos normales. El mes más cálido fue febrero con una temperatura media de 12,1°C, seguido de enero con 10,6°C como promedio, mientras que los más fríos fueron junio, julio y agosto, con promedios muy similares, 2,6°C, 2,8°C y 2,6°C respectivamente. Las alzas más importantes se presentaron en febrero y julio con 1,5°C y 1,0°C por sobre sus promedios normales, en tanto que las bajas más notables ocurrieron en los meses de abril, con 1,2°C bajo lo normal y, en noviembre, con una media inferior en 1,7°C respecto a su normal¹. Fueron entonces las alzas de febrero y julio las que influyeron en forma importante en el promedio anual alcanzado.

Las medias anuales de las temperaturas máximas y mínimas fueron de 10,4°C y 2,7°C respectivamente, en tanto que los promedios de las 8:00, 14:00 y 19:00 horas fueron de 6,2°C, 9,2°C y 6,9°C. La Tabla 1 muestra los valores medios y extremos alcanzados mensualmente y la Fig. 1 el desarrollo diario.

La temperatura máxima medida en este año, llegó a los 25,4°C y se registró el día 11 de febrero a las 16:10 horas, mientras que la mínima llegó a los -5,6°C registrándose el día 10 de septiembre a las 22:00 horas.

La temperatura mínima absoluta histórica registrada en Punta Arenas es de -16,4°C, mientras que la máxima absoluta es de 29,9°C. La última temperatura bajo cero del año 1989 ocurrió el 28 de octubre y la primera del año 1990 lo hizo el día 11 de abril, con lo cual, el periodo libre de heladas superó los cinco meses, correspondiendo éste, al más extenso en los últimos 20 años. La última temperatura negativa de este año se registró el día 4 de diciembre. Cabe destacar que los meses de octubre y noviembre, también presentaron temperaturas bajo cero grados, lo que atrasó considerablemente el inicio del periodo vegetacional 1990-1991.

B. HUMEDAD RELATIVA (%). La humedad promedio del año 1990 fue del 66,1%. El mes más húmedo fue mayo con un promedio de 74,9%, mientras que el más seco correspondió a diciembre con una media de 55,6%.

Las medias anuales de las máximas y mínimas diarias, fueron de 85,1% y 49,4% respectivamente.

El promedio de las 8:00 horas llegó a 70,3%, el de las 14:00 fue de 58,4% y el de las 19:00 horas llegó al 61,1%. El detalle por mes se indica en la Tabla 2.

C. PRECIPITACION (mm). En 180 días que presentaron precipitaciones, el total anual alcanzó a los 647,8 mm, valor superior en 215,6 mm al total de precipitación de un año normal, con lo cual 1990 queda en el rango de un *año muy lluvioso* (Santana, 1984).

Del total de precipitaciones, el 80% (518 mm) cayó en forma de agua, un 10,6% (68,5 mm) fue de agua-nieve y un 9,5% correspondió a nieve, este último valor igual a 61,3 cm (equivalentes a igual número de mm de agua). La distribución mensual de la precipitación y su tipo, se muestra en la Tabla 3.

1. Para los valores promedios, totales, máximos y mínimos patrones y/o históricos de Punta Arenas y, tipos de tiempo, véase Endlicher y Santana, 1988.

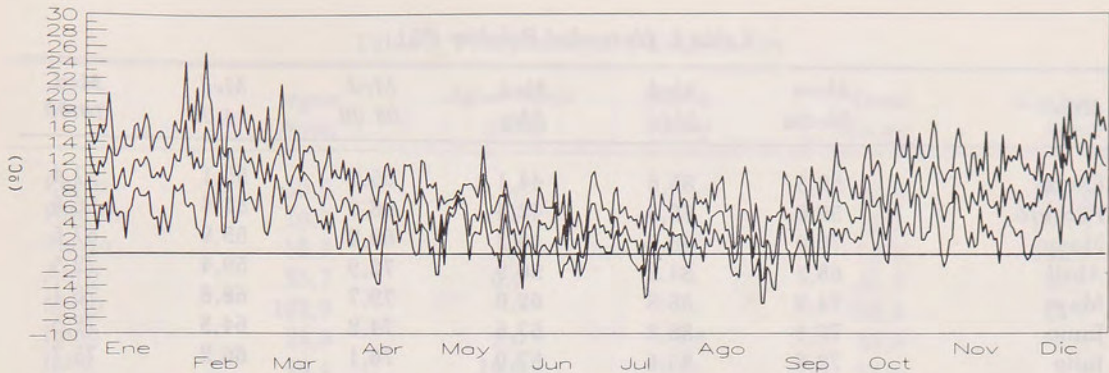


Fig. 1. Desarrollo de las temperaturas máximas, medias y mínimas diarias de 1990.

Los meses con mayores precipitaciones fueron mayo y agosto, con un total superior a 200 mm para la suma de estos dos. Por su parte, el más seco fue febrero con 18,7 mm. El resto de los meses no bajaron de 20 mm cada uno.

La máxima precipitación en un día alcanzó a los 27,7 mm y ocurrió el 4 de agosto. El detalle diario de la precipitación se muestra en la Tabla 4 y la Fig. 2.

Respecto a los totales mensuales, por sus montos merecen destacarse y comentarse las precipitaciones ocurridas en mayo y agosto. Aunque además destacan las precipitaciones de nieve y agua-nieve de octubre y los abundantes montos de agua-nieve de noviembre, que

también contribuyeron al atraso en el inicio de la temporada vegetacional.

Debido a la importancia que revisten las lluvias de mayo, por los problemas causados, se analizarán con un mayor detalle, más adelante.

Referente a la precipitación de agosto, ésta se destaca, no sólo por la cantidad caída (ya que las de este mes superan históricamente los 90 mm sólo en un porcentaje inferior al 5% de los años) sino también por la cantidad que precipitó en forma de nieve. En efecto, de un total mensual de 97,9 mm, 53,9 mm (55%) lo hizo en forma sólida. Esta cantidad de nieve, aparte de ser mayor al valor promedio de nieve caída durante todo el invierno en el área de la ciudad (29 cm),

Tabla 1. Temperaturas (°C)

Meses	Temp. Media	Máx. Abs.	Mín. Abs.	Med. Máx.	Med. Min.	T 08:00	T 14:00	T 19:00
Enero	10,6	20,2	1,8	15,0	5,6	10,4	13,1	11,3
Febrero	12,1	25,4	1,8	17,3	6,2	11,4	15,8	13,7
Marzo	9,2	21,4	0,6	13,3	5,3	8,4	12,2	9,5
Abril	5,2	11,8	-3,8	9,4	1,8	6,7	8,2	4,9
Mayo	4,8	13,6	-2,6	7,7	2,2	4,0	6,9	5,1
Junio	2,6	10,4	-4,4	5,7	-0,2	2,2	4,5	2,7
Julio	2,8	9,2	-5,6	5,9	0,2	1,9	5,0	3,0
Agosto	2,6	11,4	-6,2	5,9	-0,2	2,0	4,5	2,6
Septiembre	4,5	14,0	-4,6	8,4	0,8	3,7	7,6	4,9
Octubre	7,3	16,8	-1,2	11,4	3,3	7,0	10,1	7,6
Noviembre	7,1	15,8	-1,6	11,5	2,7	7,2	10,1	7,0
Diciembre	9,5	19,0	-0,8	13,4	4,4	9,8	12,2	10,2
Promedio	6,5	15,7	-2,2	10,4	2,7	6,2	9,2	6,9

Tabla 2. *Humedad Relativa (%)*

<i>Meses</i>	<i>Hum. Media</i>	<i>Med. Máx.</i>	<i>Med. Mín.</i>	<i>Med. 08:00</i>	<i>Med. 14:00</i>	<i>Med. 19:00</i>
Enero	59,3	85,6	44,1	65,2	55,1	57,4
FEbrero	59,0	86,6	42,4	68,9	51,4	56,6
Marzo	70,0	86,2	48,3	69,2	55,9	67,5
Abril	68,2	84,2	50,9	72,9	59,4	72,3
Mayo	74,9	86,8	62,0	79,7	68,8	76,1
Junio	70,4	86,2	57,6	74,2	64,3	72,5
Julio	72,6	85,6	57,0	76,1	66,2	75,7
Agosto	69,5	84,9	51,5	74,1	64,8	69,9
Septiembre	65,3	82,6	50,3	72,2	55,7	68,0
Octubre	59,9	84,0	43,9	65,2	53,0	61,4
Noviembre	60,6	86,5	42,2	64,9	55,5	61,4
Diciembre	55,6	82,5	42,0	61,5	51,1	54,0
Promedio	65,4	85,1	49,4	70,3	58,4	66,1

representa un record para agosto, al menos, en los últimos veinte años, que corresponde al periodo de registro de la estación Jorge C. Schythe.

Antes de entrar al análisis de la situación particular de mayo, es importante recordar algunos conceptos referidos al comportamiento del aire y a la región en general.

En esta latitud la circulación general tiene frecuentemente direcciones oeste, noroeste y suroeste, en cuyos casos, la Cordillera de los Andes, ubicada al oeste de la región, aunque fragmentada y de poca altura, actúa como un bimbo climático, ocasionando un marcado efecto de Foehn, que se manifiesta muy fuertemente en las precipitaciones (Zamora y Santana, 1979).

En estas condiciones, la vertiente occidental normalmente está en una situación de barlovento y la oriental en una condición de sotavento. Así, las masas de aire provenientes del Pacífico, ricas en humedad, se ven forzadas a elevarse y en consecuencia, a enfriarse a causa del gradiente adiabático vertical de temperatura, acelerando el proceso de condensación de la humedad retenida en el aire en forma de vapor, generando mayores precipitaciones en el lado occidental y en las áreas de más altura. Al lado opuesto de las cumbres, el aire desciende por las laderas a sotavento y experimenta el proceso inverso, es decir, un calentamiento adiabático. Este aire, al no tener una fuente en la cual recoger humedad en

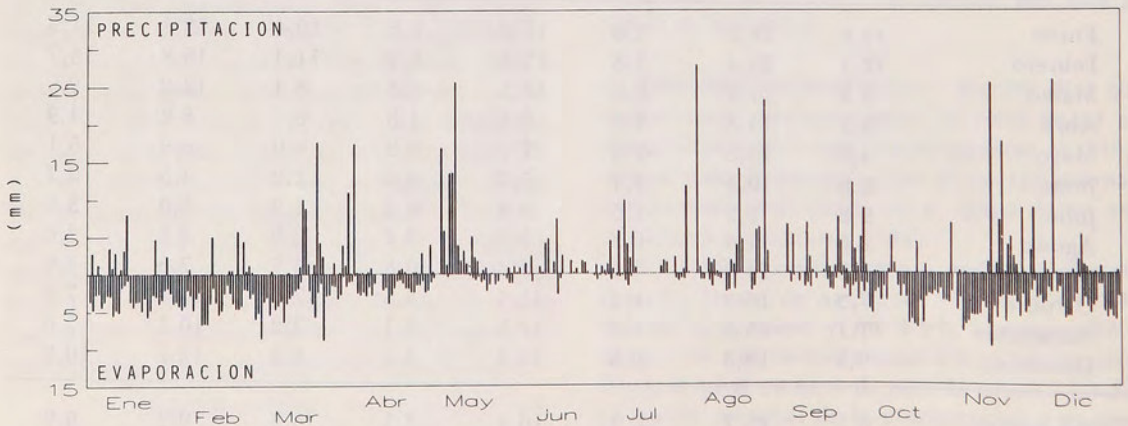


Fig. 2. Desarrollo de la precipitación y evaporación diaria en 1990.

Tabla 3. *Precipitaciones y Evaporación*

<i>Meses</i>	<i>Agua (mm)</i>	<i>Agua-Nieve (mm)</i>	<i>Nieve (cm)</i>	<i>Total (mm)</i>	<i>Evapor. (mm)</i>
Enero	30,6	—	—	30,6	108,0
Febrero	18,7	—	—	18,7	107,9
Marzo	52,9	—	—	52,9	102,9
Abril	35,7	0,2	—	35,9	52,5
Mayo	102,9	—	—	102,9	15,1
Junio	25,3	3,0	5,5	33,8	5,5
Julio	44,1	10,5	—	54,6	7,7
Agosto	44,0	—	53,9	97,9	17,4
Septiembre	58,2	—	0,4	58,6	28,7
Octubre	11,0	14,9	1,5	27,4	100,1
Noviembre	45,8	39,9	—	85,7	138,0
Diciembre	48,8	—	—	48,8	109,6
Total	518,0	68,5	61,3	647,8	793,4

su trayecto hacia el Atlántico, se vuelve más seco, causando una notable disminución de la precipitación en el lado oriental. Sin embargo, existen otros tipos de tiempo que son relativamente escasos en comparación con los del cuadrante oeste (véase la rosa de los vientos). Entre éstos están los del cuadrante este, que presentan una frecuencia aproximada de 1 ó 2 veces por año durante el invierno y tienen una duración aproximada de 3 a 4 días, volviendo después la circulación del oeste. Otra situación importante es la relacionada con los tiempos de noreste, que son los que traen las mayores precipitaciones y corresponden a una variedad de tiempo del noroeste. Durante condiciones de tiempo como éstas, la parte occidental de la Patagonia se encuentra excepcionalmente en una situación de sotavento y la vertiente oriental en una situación de barlovento (Endlicher y Santana, *op. cit.*).

Aunque históricamente, en Punta Arenas la mayoría de los meses ha superado alguna vez los 100 mm de precipitación, el mayor promedio corresponde a mayo con una media normal de 48,2 mm. Un análisis del último siglo revela que en repetidas ocasiones este mes ha superado ampliamente el promedio normal, según se observa en la Fig. 3.

En efecto, hacia fines del siglo pasado (1899) y comienzos del actual (1907) se destacan montos que superaron los 90 mm, mientras que entre los

años 1919 a 1951 hubo cuatro oportunidades en que los totales superaron los 120 mm, con un máximo en 1919 que alcanzó a los 164,8 mm (Santana, 1990).

En referencia a la situación de mayo de 1990, los fenómenos más importantes fueron, básicamente, la incidencia de los tiempos del cuadrante este, que, a pesar de no superar notablemente su frecuencia de ocurrencia, se sucedieron en forma continuada durante la primera quincena del mes, período en que hubo al menos tres situaciones que los generaron. Así, un análisis de las situaciones sinópticas revela para el día 1° la presencia de vientos del noreste con velocidades moderadas que finalizaron con una llovizna hacia horas de la tarde. El día 2 se observó algunas manifestaciones de viento del cuadrante este con escaso registro de precipitación. El día 3, con una masa de aire de alta presión en la Península Antártica, al sureste de la región y un ciclón de baja presión al noroeste de Punta Arenas, los vientos registrados mostraron direcciones del este sureste con velocidades que superaron los 10 nudos (18 Km/h app.), aunque sin registrarse precipitaciones. El día 4 y hasta el 5 en la mañana, la dirección del viento fue predominantemente del cuadrante oeste, con lo cual se estimaba terminada la condición de tiempo del cuadrante este, en la frecuencia y rangos de precipitaciones esperados.

Tabla 4. *Precipitación diaria (mm)*

<i>Día</i>	<i>Ener.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Marz.</i>	<i>Abr.</i>	<i>May.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Agost.</i>	<i>Sept.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
1	—	—	—	1.2	3.9	0.2	1.0	0.2	—	4.9	—	8.8
2	2.8	—	—	10.9	0.3	0.8	0.4	—	—	8.8	6.8	—
3	—	—	—	0.1	—	—	1.3	—	—	1.1	—	—
4	1.3	—	—	17.4	—	1.4	4.4	27.7	—	—	—	—
5	0.1	0.7	—	0.2	16.8	—	0.7	0.9	6.6	—	0.4	1.7
6	—	—	0.4	0.1	5.8	2.4	—	—	0.2	0.3	—	0.5
7	—	—	—	0.2	1.2	—	5.7	—	5.2	0.2	0.2	—
8	3.5	—	—	—	13.4	—	—	2.0	—	—	—	25.8
9	0.9	—	—	0.3	13.5	1.0	9.8	1.4	—	—	—	0.2
10	2.9	—	—	0.8	25.5	0.2	4.0	1.8	—	—	—	—
11	—	—	—	—	3.8	4.1	2.1	0.3	—	0.5	—	—
12	0.7	—	0.2	—	1.8	4.7	5.6	—	6.8	5.1	—	—
13	3.2	5.0	—	—	3.1	—	0.8	—	2.2	1.4	0.1	—
14	8.0	—	—	—	1.4	1.6	—	—	0.4	—	—	—
15	—	—	—	—	0.2	7.4	—	—	—	—	1.6	0.6
16	—	—	1.0	—	5.0	—	—	1.8	—	—	25.4	—
17	—	—	10.0	—	2.2	2.5	—	1.2	—	—	—	1.9
18	—	—	8.8	—	1.7	—	—	3.8	0.4	—	1.4	5.2
19	—	0.5	1.4	—	—	—	—	14.0	5.2	—	7.2	1.2
20	—	0.5	—	0.5	0.5	1.8	—	4.6	0.8	—	17.6	0.9
21	—	—	1.3	0.7	0.8	0.2	—	—	—	3.9	0.3	0.3
22	—	5.7	17.6	0.3	—	0.7	1.0	—	1.0	—	3.9	—
23	—	—	4.2	—	0.1	—	1.8	—	7.6	—	5.0	0.3
24	4.7	4.4	2.4	—	—	1.8	1.5	—	4.4	1.2	2.4	—
25	0.1	0.4	—	0.2	—	1.5	—	5.9	0.9	—	1.2	1.0
26	—	1.2	—	0.2	—	0.3	—	6.2	0.5	—	—	—
27	—	0.3	—	—	—	—	2.2	—	—	—	8.8	—
28	2.4	—	1.5	2.8	—	—	—	23.1	12.2	—	0.2	—
29	—	—	—	—	0.8	1.2	—	3.0	3.3	—	—	—
30	—	—	0.2	—	0.1	—	0.6	—	0.9	—	3.2	—
31	—	—	3.9	—	1.0	—	11.7	—	—	—	—	0.4
Total	30.6	18.7	52.9	35.9	102.9	33.8	54.6	97.9	58.6	27.4	85.7	48.8
máx. 24 h.	8.0	5.7	17.6	17.4	25.5	7.4	11.7	27.7	12.2	8.8	25.4	25.8
N/día	12	9	13	15	22	18	17	16	17	10	17	14
TOTAL ANUAL: 647.8 mm												

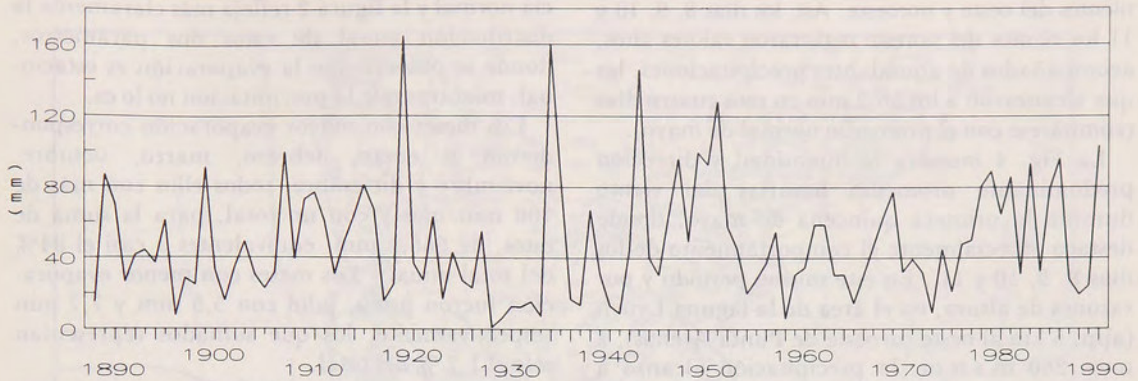
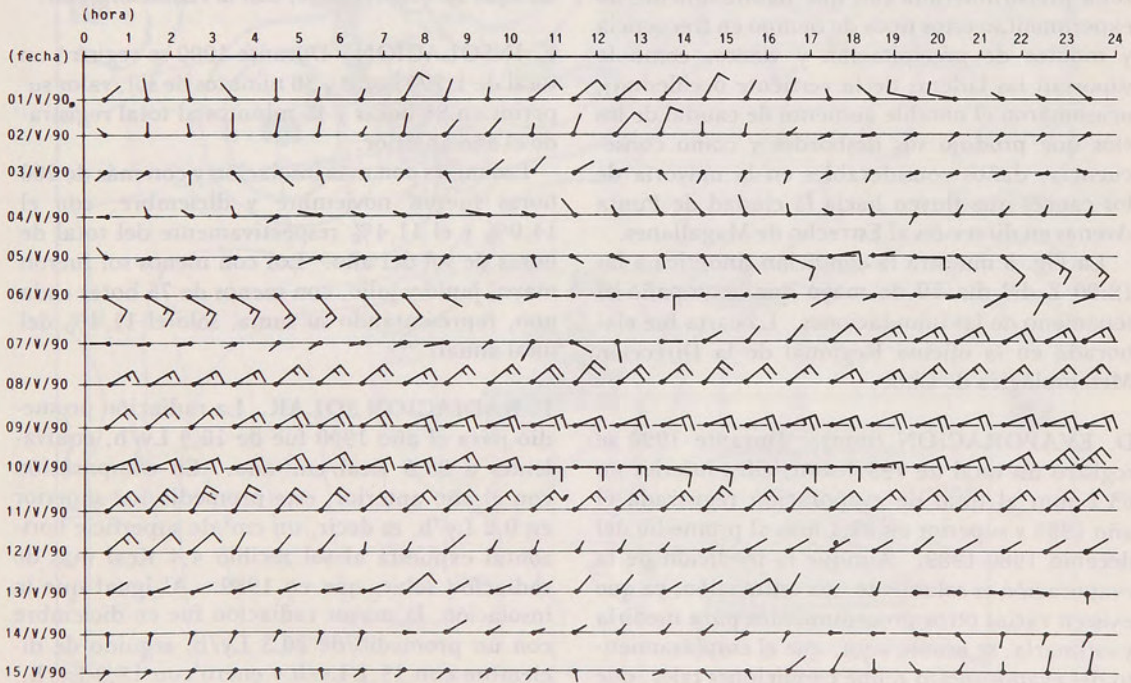


Fig. 3. Precipitaciones del mes de Mayo en Punta Arenas. 1888-1990.

No obstante, en la tarde del día 5, una masa de aire de alta presión en la Antártica y un frente ocluido al noroeste de Punta Arenas, moviéndose en dirección sureste, culminó a las 09:00 horas del día 6 con el centro de baja sobre Río Gallegos (Argentina) y con vientos del este y sureste. En esta ocasión la precipitación alcanzó a los 16,8 mm. Después de esto, los vientos vuel-

ven a ser del cuadrante oeste hasta la mañana del día 7, cuando una cuña de alta presión antártica al sureste de Magallanes comienza a introducirse al Sur del océano Atlántico, desplazando a los centros de bajas presiones hacia el este y noreste. A partir de entonces, la masa de alta presión ubicada al este de la Patagonia se mantiene hasta el día 15, bloqueando los ciclones prove-



- ↙ 0 < V < 5
 - ↖ 5 ≤ V < 10
 - ↗ 10 ≤ V < 15
 - ↘ 15 ≤ V < 20
 - ↗ 20 ≤ V < 25
 - ↘ 25 ≤ V < 30
- V: Velocidad en nudos.

Fig. 4. Vectores promedio horarios de viento de superficie de la primera quincena de mayo de 1990.

nientes del oeste y noroeste. Así, los días 8, 9, 10 y 11 los vientos del noreste registraron valores altos, acompañados de abundantes precipitaciones, las que alcanzaron a los 56,2 mm en esos cuatro días (compárese con el promedio normal de mayo).

La Fig. 4 muestra la intensidad y dirección predominante promedio horarias del viento durante la primera quincena de mayo, donde destaca especialmente el comportamiento de los días 8, 9, 10 y 11. En este mismo período y por razones de altura, en el área de la laguna Lynch (app. 5 km al oeste suroeste de Punta Arenas), a unos 260 m.s.n.m. la precipitación alcanzó a 127,4 mm y en el área de la Reserva Forestal de CONAF, en el monte Fenton (cerro Mirador), a unos 370 m.s.n.m., el monto llegó a los 153,3 mm. Esto deja en evidencia la importancia de la altura en la mayor condensación y mayor monto de precipitación, producto del elevamiento forzado por condiciones orográficas de las masas de aire saturadas. Las precipitaciones de los cuatro días señalados, sumadas a la saturación previa de los suelos y laderas orientales de los cerros de la zona precordillerana (las que habitualmente no experimentan estos tipos de tiempo en frecuencia y montos de precipitación y viento, como lo soportan las laderas de la vertiente occidental), ocasionaron el notable aumento de caudal de los ríos que produjo sus desbordes y como consecuencia, daños considerables en la mayoría de los cauces que fluyen hacia la ciudad de Punta Arenas en dirección al Estrecho de Magallanes.

La Fig. 5 muestra la condición sinóptica a las 12:00 Z del día 10 de mayo que acompañó al fenómeno de las inundaciones. La carta fue elaborada en la oficina Regional de la Dirección Meteorológica de Chile.

D. EVAPORACION (mm). Durante 1990 se registró un total de 793,4 mm, cifra inferior en 63,2 mm al total de evaporación registrada el año 1989 y superior en 87,1 mm al promedio del decenio 1980-1989. Aunque la medición de la evaporación es solamente una estimación, ya que existen varias otros procedimientos para medirla y estimarla, se asume aquí, que el emplazamiento del evaporímetro reúne condiciones tales, que los registros obtenidos en esta forma, son representativos de la evaporación real existente en el área. Si se compara este valor con el de precipitación, se ve que, a pesar que 1989 fue un año *mu*y lluvioso, existe un déficit de agua de 145,6 mm. Sin embargo, esta situación es de ocurren-

cia normal y la figura 2 refleja más claramente la distribución anual de estos dos parámetros, donde se observa que la evaporación es estacional, mientras que la precipitación no lo es.

Los meses con mayor evaporación correspondieron a enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, todos ellos con más de 100 mm/mes y con un total, para la suma de éstos, de 666,5 mm, equivalentes a casi el 84% del total anual. Los meses con menor evaporación fueron junio, julio con 5,5 mm y 7,7 mm respectivamente, los que sumados representan sólo el 1,7 % del total.

En comparación con 1989 y a pesar del menor monto de evaporación alcanzado, los meses de marzo, abril y noviembre registraron importantes aumentos. Por su parte, las bajas más notables ocurrieron en enero, septiembre y octubre con diferencias superiores a 30 mm. El resto de los meses mostró un comportamiento similar. Las variaciones mensuales observadas en este parámetro, deja en evidencia su dependencia principal con el viento y secundariamente, aunque no despreciable, con la radiación solar.

E. INSOLACION. Durante 1990 se registró un total de 1.794 horas y 30 minutos de sol, valor superior en 88 horas y 45 minutos al total registrado el año anterior.

Los meses con más insolación y con más de 200 horas fueron noviembre y diciembre, con el 14,0% y el 11,4% respectivamente del total de horas de sol del año. Los con menos sol fueron mayo, junio y julio, con menos de 75 horas cada uno, representando su suma, sólo el 11,4% del total anual.

F. RADIACION SOLAR. La radiación promedio para el año 1990 fue de 10,9 Ly/h, equivalentes a 95,5 Kcal/cm²-año. En comparación con el año anterior, este promedio fue superior en 0,2 Ly/h, es decir, un cm² de superficie horizontal expuesta al sol recibió 4,4 Kcal más de radiación solar, que en 1989. Al igual que la insolación, la mayor radiación fue en diciembre con un promedio de 20,3 Ly/h, seguido de diciembre con 19,1 Ly/h y enero con 18,9 Ly/h. Entre los meses de baja radiación destacan junio y julio con 2,7 Ly/h y 2,8 Ly/h respectivamente. En general, en relación a 1989, las alzas más notables se presentaron en los meses de febrero y abril, mientras que no hubo bajas importantes, superiores a un Ly/h.

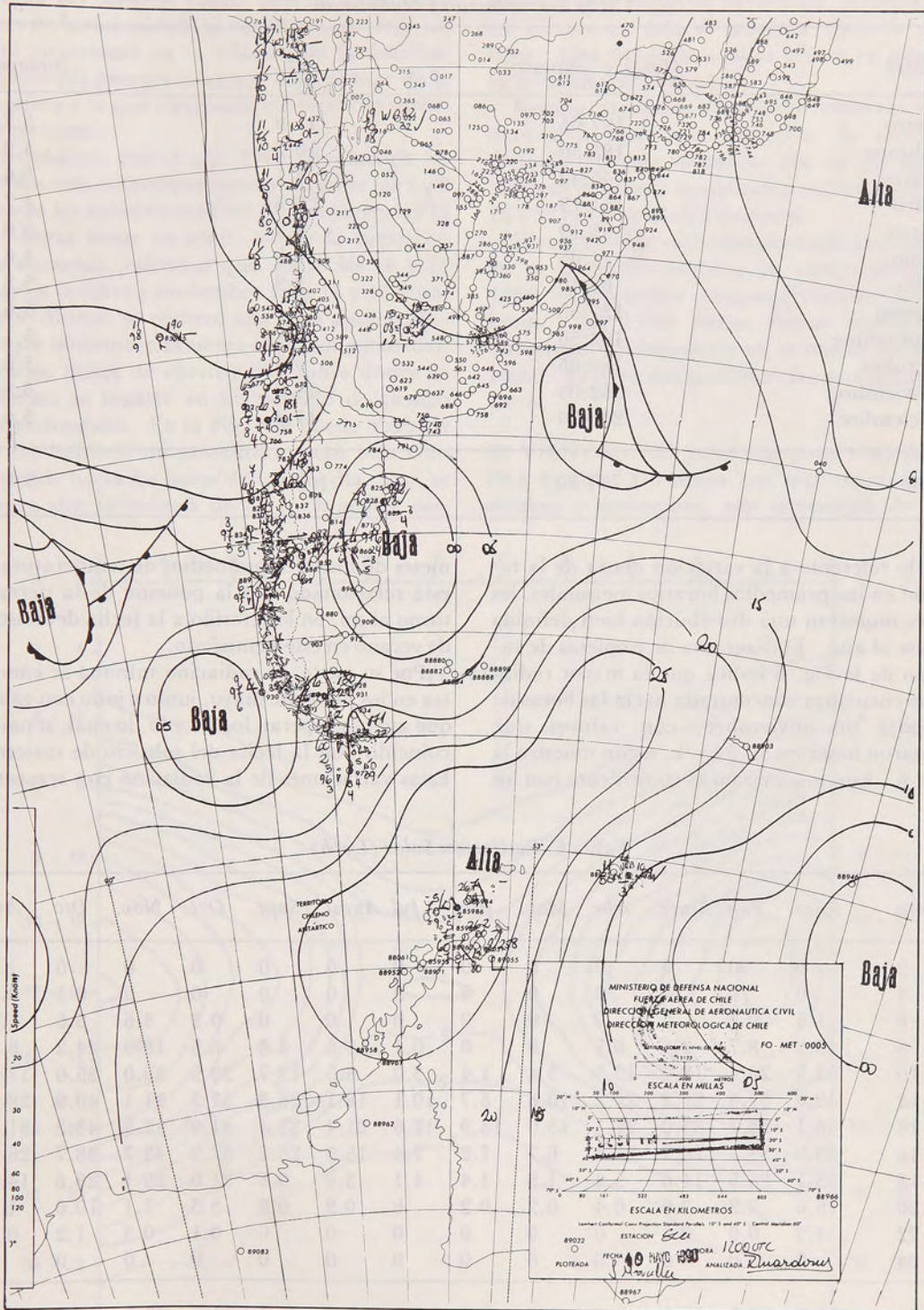


Fig. 5. Carta sinóptica de las 12:00 Z del 10 de mayo de 1990. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Centro Meteorológico Regional Austral.

Tabla 5. *Insolación y Nubosidad*

Meses	Horas y minutos	%	(octavos)
Enero	197:05	11,0	5,7
Febrero	183:50	10,2	4,9
Marzo	145:40	8,1	5,6
Abril	151:15	8,4	4,7
Mayo	63,10	3,5	6,0
Junio	71:05	4,0	4,8
Julio	69:40	3,9	5,8
Agosto	127:55	7,1	5,6
Septiembre	162:50	9,1	5,1
Octubre	166:05	9,3	5,6
Noviembre	252:05	14,0	5,8
Diciembre	203:50	11,4	5,6
Año	1.794:30	100,0	5,4

En lo referente a la variación diaria de la radiación en sus promedios horarios mensuales, los valores muestran una distribución bien definida durante el año. El diagrama de isopletas de radiación de la Fig. 6 indica que la mayor radiación se encuentra concentrada hacia las horas de mediodía de noviembre, con valores que alcanzaron hasta los 52,5 Ly/h, según muestra la Tabla 6. Este máximo no es coincidente con los

meses de mayores promedios de temperatura, ni está relacionado con la posición de la tierra en torno al sol, en lo referido a la fecha del solsticio de verano en este hemisferio.

Por su parte, la radiación mínima se concentra en los meses de mayo, junio y julio con valores que apenas superan los 9 Ly/h, lo cual, si parece coincidir con la fecha del solsticio de invierno. Estas variaciones de la radiación con respecto a

Tabla 6. *Radiación Solar (Ly/h)*

Hora	Ener.	Feb.	Marz.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
0- 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2- 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,1
4- 6	1.5	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0,3	3.6	6.6	1.0
6- 8	13.2	8.7	3.6	0.5	0	0	0.1	0.6	3.3	6.5	18.3	24.2	6.6
8-10	33.5	26.4	18.4	10.5	3.4	1.4	3.0	8.5	15.7	22.9	36.0	35.0	17.9
10-12	42.0	37.3	29.2	25.2	10.6	8.7	10.1	18.1	28.6	37.7	51.1	40.9	28.3
12-14	46.1	43.1	33.0	27.1	13.0	13.9	12.5	21.4	33.4	41.9	52.5	43.2	31.8
14-16	39.9	39.7	26.2	21.4	6.7	7.2	7.4	15.5	25.2	37.9	45.7	38.7	26.0
16-18	33.1	28.5	14.6	5.4	1.5	1.4	1.1	3.4	9.5	21.0	29.1	28.6	14.8
18-20	15.6	9.2	2.0	0.4	0.2	0.2	0	0.2	0.8	3.3	7.1	10.6	4.1
20-22	1.5	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	1.2	0.3
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prom.	18.9	16.2	10.6	7.5	3.0	2.7	2.8	5.6	9.7	14.3	20.3	19.1	10.9

Nota: 1 Ly = 1 cal/cm² = 4,1868 Joule/cm²; 1 Joule = 1 Ws = 1 Nm.

la fecha del solsticio puede deberse a las variaciones de la nubosidad, la cual también juega un papel importante en la relación de la distribución entre la energía solar que llega al tope de la atmósfera y la que efectivamente recibe la superficie terrestre.

En relación con el año 1989, algunos de los cambios más notables se mostraron entre las 6 y 8 horas de los meses en octubre y diciembre y las 12 y 14 horas en abril, donde la radiación neta aumentó, mientras que, entre las 16 y 18 horas en octubre y noviembre y las 14 y 16 horas en este último, se registró una baja apreciable. Aunque noviembre presenta el mayor promedio, es en los meses de enero y diciembre donde la radiación se reparte en un período de tiempo más prolongado. En la Fig. 5 se puede observar que las isóneas de noviembre están más concentradas hacia las horas de luz del día. Así, se observa que la isónea de 21 Ly/h ocurre des-

pues de las 6 horas en noviembre, mientras que en diciembre, ésta se presenta antes de dicha hora. Una situación similar ocurre en horas de la tarde en ambos meses.

Resulta también interesante observar en el diagrama que, por ejemplo, la radiación recibida durante el medio día en un mes de invierno es igual a la radiación recibida entre las 20 y 22 horas en el mes de enero.

Respecto de la variación diaria de la radiación en su promedio anual y en comparación con 1989, los promedios comprendidos entre las 8:00 horas y las 12:00 horas, fueron superiores e influyeron notablemente en el mayor promedio anual. El resto de las diferencias no superaron 1 Ly/h.

G. VIENTOS. El promedio para 1990 fue de 19,2 Km/h. Los meses con más viento fueron octubre y noviembre, con promedios de 24,1

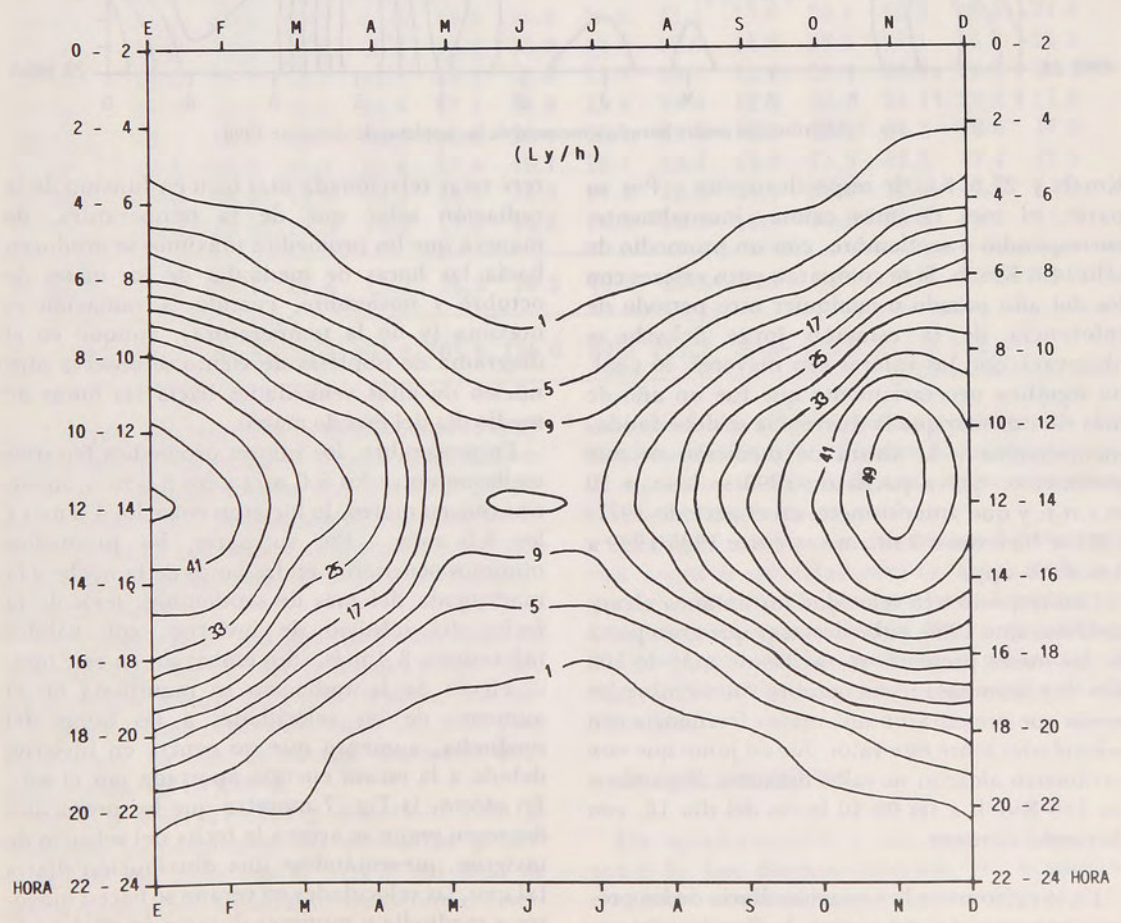


Fig. 6. Distribución media bihoraria y mensual de las isopletas de radiación global en 1990

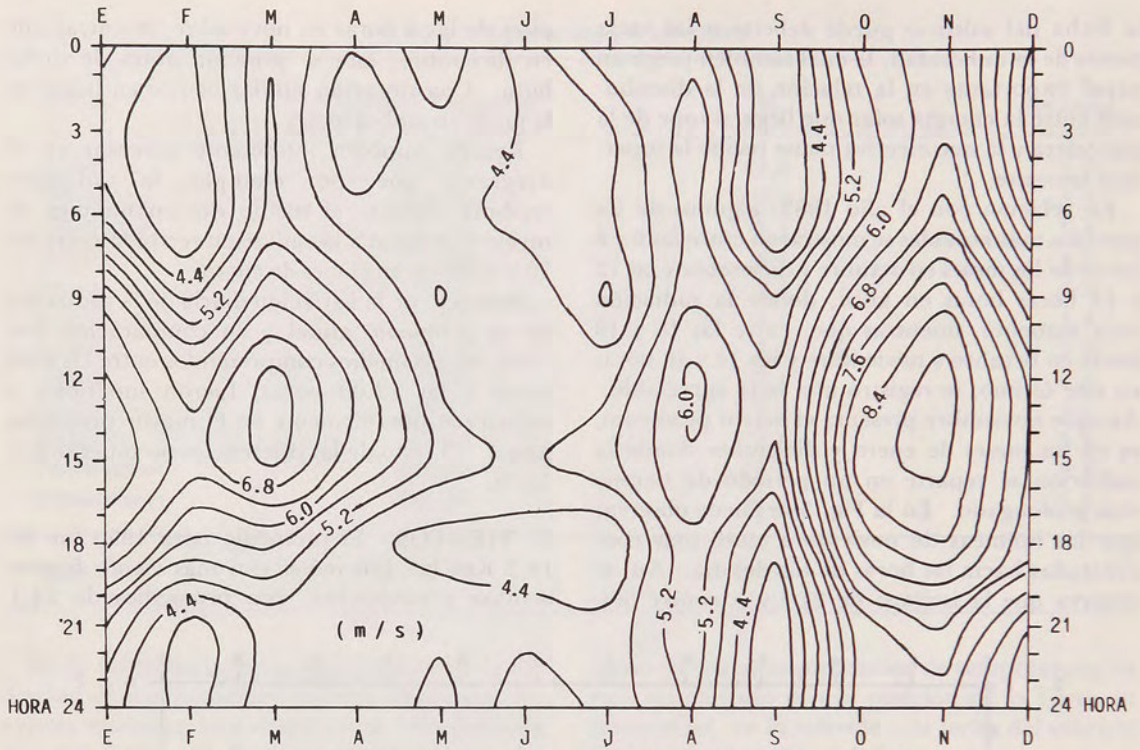


Fig. 7. Distribución media horaria y mensual de las isopletas de viento de 1990

Km/h y 27,5 Km/h respectivamente. Por su parte, el mes de más calma, inusualmente, correspondió a septiembre, con un promedio de sólo 14,6 Km/h. Si se comparan estos valores con los del año pasado o cualquier otro período de referencia de la estación Jorge Schythe, se observará que los valores son mayores, lo cual, no significa necesariamente que fue un año de más viento, sino que la diferencia se debe fundamentalmente a la altura de medición de este parámetro, que a partir de 1990 se hace a 10 m.s.n.s. y que anteriormente, en el período 1977-1984 se hicieron a 7 m.s.n.s. y entre 1985-1989 a 4 m.s.n.s. app.

Con respecto a la velocidad instantánea alcanzada durante 1990, cabe destacar que gran parte de los meses presentaron rachas de más de 100 Km/h y, aunque fueron octubre y noviembre los meses que presentaron una mayor frecuencia con velocidades sobre este valor, fue en junio que este parámetro alcanzó su valor máximo, llegando a los 126 Km/h a las 08:40 horas del día 16, con dirección noroeste.

En lo referente a la variación diaria de los promedios mensuales del viento, la distribución pa-

rece estar relacionada más bien en función de la radiación solar que de la temperatura, de manera que los promedios máximos se producen hacia las horas de mediodía de los meses de octubre y noviembre, cuando la radiación es máxima (y no la temperatura), aunque en el diagrama de isopletas de viento se observa otro núcleo de altas velocidades hacia las horas de medio día del mes de marzo.

En noviembre, los valores promedios horarios oscilaron entre los 6,0 m/s y los 8,8 m/s, mientras que en marzo, lo hicieron entre los 4,6 m/s y los 8,0 m/s. Por su parte, los promedios mínimos ocurrieron en las horas de la noche y la madrugada del mes de septiembre, lejos de la fecha del solsticio de invierno, con valores inferiores a 3,4 m/s. Sin embargo, en este mes, el efecto de la radiación se manifiesta en el aumento de las velocidades a las horas del mediodía, aumento que no ocurre en invierno debido a la escasa energía aportada por el sol. En efecto, la Fig. 7 muestra que los promedios decrecen según se acerca la fecha del solsticio de invierno, presentándose una distribución diaria tal que, las velocidades en verano se hacen mayores a mediodía y mínimas durante la noche y la

Tabla 7. *Viento promedio horario (Km/h)*

Hora	Ener.	Feb.	Marz.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
0- 1	16.2	13.9	18.6	15.8	18.3	15.0	18.4	18.0	12.2	21.4	21.7	14.1	17.0
1- 2	13.9	13.9	17.2	14.8	18.5	16.0	17.6	20.6	12.4	21.7	23.4	12.4	16.9
2- 3	13.9	12.7	16.8	14.4	16.8	17.4	16.5	20.1	12.0	19.2	24.8	12.8	16.5
3- 4	14.8	13.1	19.0	14.3	16.9	15.7	15.4	20.1	12.2	19.5	22.8	13.2	16.5
4- 5	13.4	13.0	19.1	15.1	17.4	15.3	14.6	19.6	11.6	18.1	23.5	14.5	16.3
5- 6	14.2	12.4	18.7	15.9	17.0	16.1	15.0	18.5	12.2	18.3	26.2	14.2	16.6
6- 7	17.0	11.7	19.2	16.1	16.5	14.9	15.6	19.2	11.5	19.8	25.2	15.7	16.9
7- 8	21.5	12.7	19.5	17.1	16.5	15.1	15.2	20.1	13.2	19.7	29.2	19.1	18.3
8- 9	23.1	13.5	21.0	17.6	16.2	17.8	13.8	21.0	14.5	22.0	29.5	20.8	19.3
9-10	24.6	15.8	23.6	19.8	15.3	17.1	13.8	19.9	18.1	25.3	30.2	21.8	20.5
10-11	25.6	18.6	24.8	22.2	15.5	17.1	13.2	20.0	17.7	27.3	31.8	23.4	21.5
11-12	25.9	20.7	26.1	23.1	16.5	18.0	15.2	21.3	18.3	29.2	32.9	24.8	22.7
12-13	26.4	23.9	27.6	22.8	17.2	16.5	18.0	23.6	18.7	28.9	33.3	26.0	23.6
13-14	28.2	24.2	28.6	22.2	17.1	16.6	18.7	22.9	17.8	31.0	32.4	25.1	23.8
14-15	27.4	24.3	26.7	22.0	18.5	17.4	18.9	21.3	18.0	31.5	32.2	25.6	23.7
15-16	27.7	22.2	26.5	23.1	17.5	15.9	17.2	21.9	18.8	32.5	32.2	24.1	23.4
16-17	26.2	21.1	22.7	19.4	14.9	15.5	15.9	21.1	17.0	29.1	30.3	25.0	21.6
17-18	24.9	19.9	20.6	16.1	14.9	15.0	14.0	20.0	14.6	28.6	31.1	25.4	20.5
18-19	24.9	18.3	18.7	15.1	16.3	15.8	15.7	19.1	12.9	25.9	26.3	22.8	19.4
19-20	21.7	14.2	16.5	14.6	17.1	15.6	15.6	19.4	12.9	20.1	25.1	20.3	17.8
20-21	18.7	13.5	16.5	16.5	16.8	16.4	16.1	20.0	12.3	22.4	24.6	18.6	17.8
21-22	16.5	14.8	16.7	15.6	17.4	16.1	16.1	19.7	13.8	21.9	23.4	17.1	17.5
22-23	16.0	13.4	16.0	15.0	18.1	16.9	17.4	18.9	13.1	21.5	22.2	15.5	17.0
23-24	16.4	13.7	16.9	15.8	17.9	14.6	16.3	18.9	12.7	22.2	23.3	13.8	16.9
Prom.	20.8	16.5	20.8	17.7	16.9	16.2	16.1	20.3	14.6	24.1	27.5	19.5	19.3
Vel.máx.	109.3	94.5	120.5	103.8	105.6	126.0	94.5	111.2	89.0	103.8	114.9	101.9	

madrugada, mientras que la distribución es muy homogénea en los meses de menor radiación, es decir, las velocidades no se ven afectadas por la escasa radiación. Esto se puede apreciar en la distribución de isoclinas, cuyos gradientes se ven aumentados en los meses de verano y disminuidos en invierno.

Los promedios anuales horarios fueron mayores entre las 13 y las 14 horas y en general, sobre 20 Km/h entre las 9 y las 18 horas. Las horas de más calma ocurrieron entre las 2:00 y las 6:00 horas, en que las medias estuvieron levemente sobre los 16 Km/h.

Según se observa en la Fig. 8, durante 1990, la dirección predominante del viento fue principalmente del oeste con el 37,4% del total de horas registradas, seguidas de los vientos del noroeste con un 22,7% del total. En tercer lugar,

los vientos de más importancia fueron los del norte con un 14,5%. El resto de las direcciones no superaron al 10% cada una, según se muestra la rosa de los vientos.

La Fig. 8 muestra las direcciones del viento y tres rangos de velocidad para cada una de éstas. En cada dirección se puede medir el porcentaje de horas con respecto al total registrado durante el año y a la vez se puede medir en porcentaje el rango de velocidad en que el viento sopló en cada dirección.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento y una mención especial para el Sr. José Bárcena Andrade, por su meritoria labor como observador meteorológico de la estación Jorge C. Schythe, desde 1972. Al perso-

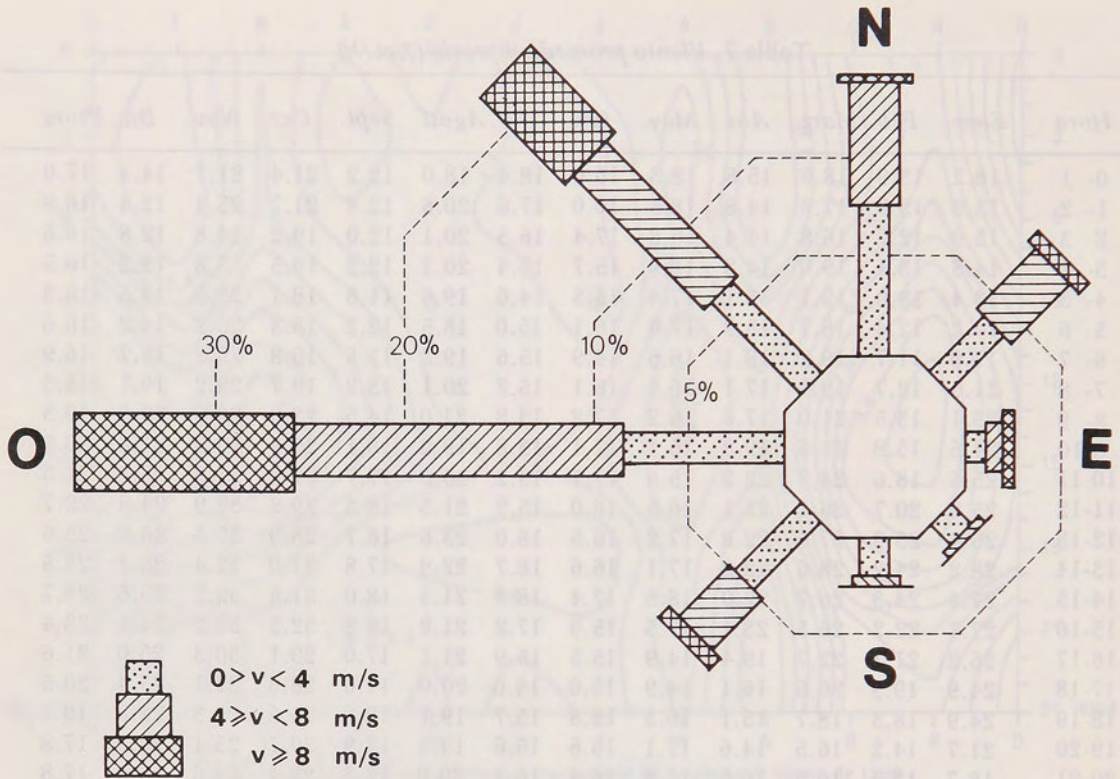


Fig. 8. Rosa de los vientos de ocho direcciones y tres rangos de velocidad, del año 1990.

Tabla 8. Frecuencia mensual de horas de viento en cada dirección

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
Enero	75	37	13	9	10	36	374	188	742
Febrero	72	31	8	27	64	55	237	178	672
Marzo	83	54	15	13	31	89	286	173	744
Abril	65	33	3	9	12	95	390	113	720
Mayo	141	56	4	3	16	83	285	102	744
Junio	171	56	4	3	16	83	285	102	720
Julio	205	99	16	7	8	54	171	160	720
Agosto	108	48	23	10	12	69	255	168	693
Septiembre	79	110	28	13	23	91	138	142	624
Octubre	90	53	14	11	1	29	277	269	744
Noviembre	94	27	1	5	10	33	317	185	672
Diciembre	56	58	10	16	36	115	327	122	740
Suma	1.239	761	195	154	243	808	3.194	1,941	8.535
Porc.	14.5	8.9	2.3	1.8	2.9	9.5	37.4	22.7	100

nal de la DGA que vela en forma constante por el suministro adecuado de insumos propios de la estación climática. Al personal técnico de la DMC que periódicamente hace la mantención del instrumental meteorológico. Al Sr. Luis Domínguez C. por su colaboración en el procesamiento estadístico y confección de figuras. A los señores Mario Barrientos S. y Rodolfo Soto B. por su colaboración y asesoría computacional. Una mención y agradecimiento especial al Fondo Nacional de Ciencias y Tecnología (FONDECYT), al que, mediante el financiamiento del proyecto 1204/89, se deben los registros del viento a 10 m.s.n.s.

LITERATURA CITADA

ENDLICHER, W. y A. SANTANA A. 1988. El clima del Sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. Un siglo de mediciones

Climatológicas en Punta Arenas. *Ans. Inst. Pat.*, Punta Arenas (Chile) Serie Cs. Ns. 18: 57-86.

SANTANA A., A. 1984. Variaciones de las precipitaciones de 97 años en Punta Arenas como índice de posibles cambios climáticos. *Ans. Inst. Pat.*, Punta Arenas (Chile). Serie Cs. Ns. 15: 51-60.

- 1990. Aspectos Climáticos-meteorológicos de la inundación de Mayo de 1990 en Punta Arenas. *Revista Infórmese ENAP-MAGALLANES AÑO VIII 1990 N° 53*: 24-32.

ZAMORA M., E. y A. SANTANA A. 1979. Oscilaciones y tendencias térmicas en Punta Arenas entre 1888 y 1979. *Ans. Inst. Pat.*, Punta Arenas (Chile). 10: 145-154.

- 1979. Características Climáticas de la costa occidental entre las latitudes 46°40' S y 56°30' S. *Ans. Inst. Pat.*, Punta Arenas (Chile) 10: 145-154.