

"Reflexiones geográficas acerca del clima frío oceánico del hemisferio sur, Punta Arenas (Chile)"

JOSÉ JAIME CAPEL MOLINA *

"El gradiente más acusado se encuentra en la región más angosta del continente, en el Estrecho de Magallanes, donde se registran aproximadamente 5.000 mm. anuales a la salida occidental y sólo la décima parte (300-500 mm) a unos 200 km hacia el este, en la región de Punta Arenas".

F. J. PROHASKA

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se esbozan, desde un punto de vista estático, algunos de los rasgos más singulares del clima de Punta Arenas, la metrópoli más austral del mundo. La totalidad de las precipitaciones que caen sobre el Estrecho de Magallanes tiene un mecanismo templado, provocadas por irrupciones de aire polar, tanto en altitud como en las capas bajas. A lo largo del estrecho sufren un debilitamiento de oeste a este en su total anual; si en Isla Desolación, Bahía Félix, recibe 4.709 mm, en cambio, en el interior, Punta Arenas, registra sólo 416 mm.

Estamos ante un clima frío oceánico de transición continental con inviernos largos y fríos, veranos frescos y cortos, en que tanto el otoño como la primavera son prácticamente inexistentes, constituyendo una de las áreas más inhóspitas del continente americano.

ABSTRACT

In this paper, some of the most characteristic features of the climate of Punta Arenas, the Southernmost metropolis in the world are dealt with from a static viewpoint. All precipitations falling on the Strait of Magallanes have a temperate mechanism, and they are brought about by polar winds both in the altitude and on the lower layers. They undergo diminution from the West to the East in the total amount per year; on Isla Desolacion, Bahia Felix, gets 4.709 mm, whereas inland, Punta Arenas, only gets 416 mm.

So this is a cold maritime climate of continental transition, with long and cold winters, cool and short summers, and both Autumn and Spring are virtually non-existent, in one of the most inhospitable areas of the Southern American continent.

Punta Arenas tiene, en la región del Estrecho de Magallanes, unas condiciones climatológicas singulares y diferenciables, tanto de las correspondientes a la salida occidental pacífica como de las que existen en el flanco oriental del estrecho (Atlántico).

Para su análisis, existe la información proporcionada por observatorios ubicados en el área urbana y el de su aeropuerto. En la ciudad funciona el más antiguo observatorio magallánico, "José Fagnano", llevándose a cabo anotaciones desde finales del siglo XIX (1887). Los datos registrados se recogen periódicamente en los Resúmenes Anuales de la Oficina Meteorológica de Chile y constituyen, en lo que respecta a temperaturas y precipitaciones, una de las series más antiguas y regulares de Chile. Muy moderno es el observatorio del aeropuerto de Chabunco (1964). Las series del observatorio de la ciudad son muy regulares y homogéneas, con casi 100 años de registro.

Existen algunos resúmenes y estudios, de gran utilidad, publicados desde su fundación. En este sentido es obligado resaltar la labor de José R.E. S.S., que ha publicado varios trabajos científicos, y fue el primero a quien se debe un análisis global del clima de Punta Arenas¹.

En el presente estudio vamos a esbozar, desde un punto de vista separativo de la climatología y estrictamente más geográfico, los rasgos distintivos del clima de Punta Arenas, la metrópoli más austral del mundo.

La serie utilizada es de 22 años (1950-1971). Los datos han sido recopilados en los Resúmenes Climatológicos Anuales de la Oficina Meteorológica de Chile, Quinta Normal, Santiago. Hemos de hacer notar que esta serie, que corresponde a los últimos años editados, aparece Punta Arenas con

¹ JOSE R.E. S.S.: El clima de Punta Arenas (a través de 31 años de observaciones). Ed. "El Magallanes", Punta Arenas, 1920.

JOSE R.E. S.S.: El clima de Punta Arenas (21 años de observaciones meteorológicas, 1919-1940). Escuela Naval de Artes Gráficas, Punta Arenas, 1945.

* Departamento de Geografía Física. Universidad de Murcia (España).

distintos enclaves. Así, en los años 1950, 1951, 1952, 1958, recoge la información la Estación Radio Naval, situada a 53° 00' lat. S y 70° 50' Long. W ya 34 m de altitud; en los años de 1959 a 1963, la Estación de Bahía Catalina, a 53° 10' lat. S, 70° 53' Long. W y 8 m de altitud; a partir de 1964 hasta el final de la serie (1971) da la información el reciente Aeropuerto de Chabunco, situado en el mismo emplazamiento de la Estación de Radio Naval y, por lo tanto, con idénticas coordenadas.

LAS TEMPERATURAS

La media térmica anual deducida de los 22 años de observaciones de Punta Arenas es de 6° C, me-

día bastante baja, característica de los climas fríos y sensiblemente análoga a otros observatorios de Magallanes-Tierra del Fuego (5,8° C en Navarino, 6,1° C en San Isidro, 5,6° C en Ushuaia), de Patagonia Meridional (7,4° C en Río Gallegos) e islas situadas a caballo entre los grandes océanos y el Antártico (4,6° C en Island Macquarie).

El régimen térmico individualiza a Punta Arenas en el conjunto de Magallanes y lo aproxima a los climas fríos subpolares. Estamos ante un clima frío oceánico de transición continental, con inviernos largos y fríos, veranos frescos y cortos, en el que tanto el otoño como la primavera son prácticamente inexistentes.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (OC)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	JuI.	Ago.	Sep.	OcL	Nov.	Dic.	Año
- Punta Arenas	10,3	9,8	8,6	6	3,5	1,5	1,3	2,3	3,8	5,5	8,6	9,4	6
- Ushuaía	9,3	9,2	7,6	5,5	3,2	1,9	1,7	2,2	4	6	7,6	8,8	5,6
- Río Gallegos	12,9	12,5	10,6	7,3	3,8	1,5	0,9	2,9	5,1	8,3	10,9	12,4	7,4
- Isla Macquarie	7,7	6,6	6	5,2	3,9	2,9	2,9	3,2	3,3	3,8	4,5	6,1	4,6

La curva que representa Punta Arenas está muy aplastada, lo que traduce una nítida componente oceánica, con un invierno frío prolongado y verano corto con temperaturas muy amortiguadas. A partir de julio se distingue el lento aumento de las temperaturas, muy acusado de octubre a noviembre (3,1° C) y lento de noviembre a enero, alcanzándose el máximo en enero, 10,3° C. El calentamiento en la segunda mitad del año se realiza con más lentitud que el enfriamiento en la primera mitad, el cual se torna rápido a partir de marzo, siendo más fuerte el descenso térmico de abril a mayo (2,6° C) y más lento en los meses siguientes, junio, julio y agosto, en los que se alcanzan las mínimas temperaturas, quedando patente una asimetría. La primavera ostenta su superioridad térmica respecto al otoño, acorde con las leyes de la radiación (ver figura 1).

El invierno resulta extremadamente riguroso, largo e inhóspito: todos los meses del año tienen medias inferiores a 10° C, a excepción de enero, que alcanza 10,3° C. El período invernal se dilata de abril a octubre (7 meses) con temperaturas medias inferiores a 6° C, siendo julio el más frío, aunque las mínimas absolutas se anotan en junio (-16,4° C, junio/1964), mes en que culminan las temperaturas bajas invernales. La crudeza del invierno en Punta Arenas se percibe, ante todo, en el bajo nivel de las mínimas medias, inferiores durante tres meses a 0° C. En junio, julio y agosto pueden originarse períodos de tiempo, de 1 a 3 días,

en que las máximas absolutas están por debajo del punto de congelación. Las máximas medias durante los 7 meses de invierno están por debajo de 10° C, con excepción de octubre, que ha excedido ligeramente ese valor, 10,7° C.

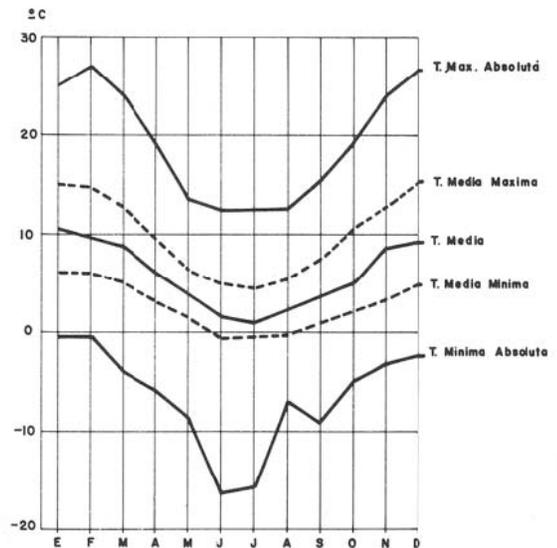


Figura 1. Curvas de frecuencias representativas de las temperaturas en Punta Arenas. Período: 1950-1971 (Temperatura Media, Temperatura Mínima Absoluta, Temperatura Máxima Absoluta, Temperatura Máxima Media y Temperatura Mínima Media).

TEMPERATURAS DE PUNTA ARENAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Máximas absolutas	24,9	27,8	24	19,4	13,6	12	12,4	12,6	15,5	19	24	26,7	27,8
Tª media máxima	14,6	14,5	12,8	9,6	6,2	4,6	4,4	5,5	7,9	10,7	12,7	13,9	9,7
Mínimas absolutas	-0,4	-0,1	-3,9	-6	-8,6	-16,4	-15,4	-7	-9	-5	-3	-2	-16,4
Tª media mínima	6	5,9	5	2,9	1,5	-0,6	-0,5	-0,2	1,4	2,7	4,5	5,6	2,7

El período con riesgo de heladas abarca los 12 meses del año, pues en pleno solsticio de verano (diciembre) se han logrado mínimas negativas, incluso 20°C bajo cero.

Por otro lado, el verano es fresco y corto, sólo enero salva la frontera de los 10° C, mientras que febrero y diciembre sólo alcanzan 9,9° C y 9,4° C, respectivamente. Con temperaturas medias máximas que apenas rebasan los 14°C: 13,9° C en diciembre, 14,6° C en enero y 14,5° C en febrero. Los valores extremos absolutos poseen cotas por encima de los 20° C, destacando 27,8° C en febrero y 26,7° C en diciembre. La mayor ola de calor con temperaturas superiores a 25° C tuvo lugar en febrero de 1962.

El contraste, por tanto, con el invierno es poco acusado, dada la continentalidad mitigada del clima oceánico de Punta Arenas. La oscilación media anual es de 9°C, superior a la existente en Ushuaia (7,5° C), San Isidro (6,9° C), Navarino (7,6° C), Isla Macquarie (4,8° C) e inferior a las del sur de la Patagonia (12° C) en Río Gallegos, a causa del mayor rigor del verano patagónico.

De las dos estaciones intermedias, otoño y primavera, ninguna de ellas está bien definida, pues el invierno conquista los meses equinocciales de otoño (septiembre, octubre y noviembre) y los de primavera (mayo, abril y marzo). Todo se reduce, pues, a un largo invierno de 9 meses (marzo a noviembre) y un breve estío (diciembre a febrero), en donde, incluso, en estos meses las heladas pueden aparecer puntualmente y en donde la nieve suele, esporádicamente, hacer acto de presencia.

LAS PRECIPITACIONES

En la carta pluviométrica anual de Chile trazada por Jean-Luc Devynck (período: 1931-1960), Punta Arenas se sitúa por debajo de la isoyeta de 500 mm de precipitación anual, característico del extremo oriental del Estrecho de Magallanes. Las precipitaciones, según nos dirigimos hacia el oeste (Pacífico), comienzan a aumentar rápidamente; "Bahía Félix a la entrada del Estrecho de Magallanes arroja cifras vecinas a los 5.000 mm"? anuales

(Isla Desolación). Igualmente, del trazado de isoyetas de la carta pluviométrica de Magallanes, por Mª Jerez Pinto *et al.*, se desprende nítidamente que existe una fuerte disminución de la precipitación de oeste a este, lo que "se debe principalmente a la influencia que la orografía de la zona ejerce sobre la precipitación, con una cordillera que se comporta como un atrapa-lluvias, quedándose con casi toda la precipitación de los sistemas nubosos que atraviesan la zona en una trayectoria general occidente-oriente"³.

En el período 1950-1971 Punta Arenas ostenta un promedio anual de 416,2 mm, repartidos en 110 días de precipitación al año. Además de la baja cuantía de precipitaciones aprecia una irregularidad en su distribución interanual. Ha habido años muy húmedos, aunque pocos numerosos -sólo seis (1950, 1955, 1956, 1958, 1969) han rebasado los 500 mm- y con cotas muy superiores a la normal -828,6 mm en 1950-, junto a otros años en los que el descenso pluviométrico es manifiesto, no alcanzando los 300 mm sólo dos años (1962, 1966) con el mínimo de 223,6 mm en 1966 (ver figura 2).

Para un período más largo, desde que se inician las observaciones en 1887 hasta 1971, el año más

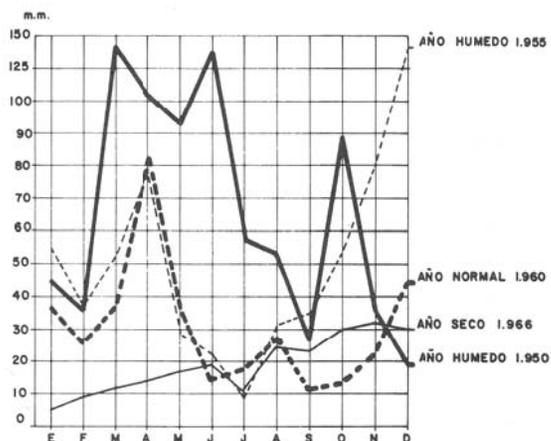


Figura 2. Pluviogramas anuales.

2 CORFO: El clima. En Geografía Económica de Chile. Texto refundido. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 1965, p. 114.

3 JEREZ PINTO, Mª y ARANCIBIA PINO, M.: Trazado de isoyetas del sector centro-oriental de la provincia de Magallanes. Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, Chile, 1972.

seco con sólo 189 mm fue 1937, y el más húmedo, el de 1950. Las precipitaciones tienen un reparto muy armónico a lo largo del año, con escasas diferencias mensuales. La existencia de un máximo en abril, igualado prácticamente a mayo (otoño), se-

guido del verano (enero, diciembre, febrero) y un mínimo de finales del invierno y comienzos de primavera, implica un clima frío oceánico con matices continentales, como consecuencia del citado máximo secundario estival.

REGIMEN PLUVIOMETRICO MEDIO

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
37,3	29,6	39,7	45,4	44,3	33,5	29,5	43,2	24,3	23,9	30,5	35	416,2

Las precipitaciones muestran un régimen sensiblemente uniforme a lo largo del año. En todos los meses se anotan caídas pluviométricas superiores a 20 mm; el mes más seco, octubre, registra aun 23,9 mm, resultando un mes húmedo, pues tiene una temperatura media de tan sólo 5,5° C. Abril y mayo son los meses más húmedos con 45,4 y 44,3 mm, correspondientemente, seguido de agosto, con 43,2 mm (ver figura 3).

Paralelamente, el número de días de precipitación registra un reparto muy uniforme a lo largo del año, variando entre 7,1 para octubre y 11,8 en marzo⁴.

Precipitaciones máximas en 24 horas. Las precipitaciones en Punta Arenas se caracterizan por su escasa torrencialidad, se trata de lluvias pausadas y durables en el tiempo, formalizadas al paso de los sistemas nubosos ondulados del frente polar.

Las precipitaciones superiores o iguales a 2 mm representan casi la mitad del número total de días de lluvia (59); las precipitaciones moderadas y fuertes son poco frecuentes: 21,5 para precipitaciones superiores o iguales a 6 mm; 9,7 para precipitaciones superiores o iguales a 10 mm y las lluvias muy fuertes son prácticamente inexistentes (0,9), año, para precipitaciones superiores o iguales a 30 mm⁵.

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS (EN MM)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
41,5	24	38	55	32	36,1	40	46	13,4	21	33	43	46

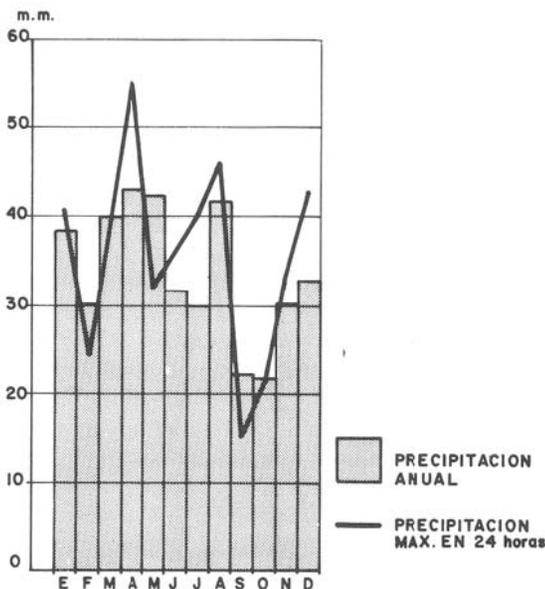


Figura 3. Régimen pluviométrico.

Días de nieve, granizo y tormenta. Debido al rigor de las temperaturas invernales se produce con cierta regularidad la precipitación en forma sólida. En total tiene 13,2 días de nieve; junio, julio, agosto y septiembre presentan el mayor número de nevadas; no obstante, las nevadas no son exclusivas de estos meses centrales del invierno, sino que además se producen en pleno verano, dilatándose el período de nevadas a 11 meses. Se han anotado en pleno estío: diciembre de 1955 y de 1958, en febrero de 1956 y 1971.

El granizo: es un hidrometeoro excepcional en la región, pues sólo registra un día anual, siendo noviembre el de mayor frecuencia, seguido de octubre.

Finalmente, las tormentas, es un fenómeno prácticamente inapreciable. De 1951 a 1957 no se registró tal meteoro y de 1958 a 1971 sólo 5 días de tormenta y de las que tres días se originan en los meses estivales.

La humedad. Hemos manejado datos de la humedad relativa que expresa la relación entre la tensión observada en un momento dado y la

4 JEAN-LUC DEVYNCK: Perfil pluviométrico de Chile. Departamento de Geofísica, Instituto de Física, Universidad de Concepción, junio 1971.

5 JEAN-LUC DEVYNCK: Op. cit., p. 17.

tensión máxima a la misma temperatura. Expresando en qué cuantía está alejado el punto de saturación y, por tanto, la condensación. En los climas templados la humedad relativa disminuye cuando la temperatura aumenta; comienza con un máximo que se corresponde a la temperatura mínima, primeras horas de la mañana o madrugada y pasa por un mínimo cuando la temperatura es más alta, después del mediodía. Esto se constata con los valores de Punta Arenas, que anota 78,3% en la observación de las 8 h, descendiendo a 66,6% a las 14 h y aumenta al 74% en la observación de las 19 h. Igualmente sucede con las variaciones estacionales: la humedad relativa alcanza sus cifras más elevadas en plena estación fría -máximo de julio (83,9%) a las 8 h y de junio a las 14 h (77,1%) y 19 h (82,8%) - y sus cotas más bajas en verano -mínimo de diciembre a las 8 h (68,5%), a las 14 h (60%) y 19 h (64,7%) - (ver figura 4).

Así, pues, la humedad relativa media en Punta Arenas se refuerza, como es lógico, en los meses invernales y en las primeras horas del día (observación de las 8 h), decreciendo notablemente en verano y al mediodía (observación de las 14 h) cuando la temperatura es más alta y la convección por tanto más acusada.

La marcha de la humedad relativa ofrece bastante regularidad, siguiendo acorde con la isoterma de la temperatura media: mínimo en diciembre y enero y máximos de invierno (junio y julio). Los valores mensuales más elevados se ocasionan en invierno, normalmente por la irrupción de masas de origen pacífico y en régimen ciclónico, que se glosan en lluvias o nevadas.

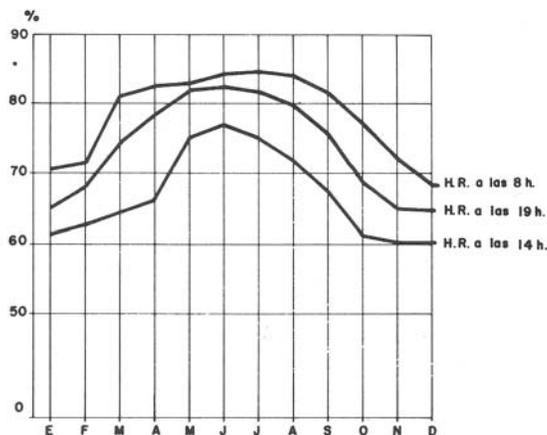


Figura 4. Ritmo de la humedad relativa, a las observaciones de las 8, 19 y 14 horas.

HUMEDAD RELATIVA (en %)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
8h	70,5	71,5	81,1	82,8	82,9	83,6	83,9	82,7	81,4	76,8	72,2	68,5	78,3
14 h	61,5	62,5	64,3	66,2	74,9	77,1	75,7	71,7	67,2	60,8	60,1	60	66,6
19 h	65,4	68,3	74,6	78,4	82,1	82,8	81,8	79,7	75,8	69	65	64,7	74

Como hemos podido percibir, la variación diurna de la humedad relativa acusa, pues, un máximo único "anterior a la salida del sol, es decir, variable según los meses, y un mínimo único al comienzo de la tarde, mínimo mucho más acentuado en verano que en Invierno?". La variación diurna de la humedad relativa es casi inversa a la de la temperatura, a mayor temperatura ésta disminuye.

La presión atmosférica y vientos. La elevada latitud (53°00' S) de Punta Arenas es la causa principal de su baja presión atmosférica que determina su funcionamiento como un centro depresionario todo el año, ya que está localizado junto al cinturón de bajas presiones subpolares.

El valor medio anual es de 1000,7 mb, con una variabilidad reducida de 3,9 mb entre octubre, en que se produce el máximo, y noviembre, que registra por término medio las presiones mínimas. La oscilación diaria es también poco acusada,

alrededor de 4,5 mb, pero, en cambio, son frecuentes las alteraciones dentro de un corto período de tiempo. El ritmo barométrico no es el característico de las zonas continentales de las latitudes extratropicales, con presiones altas en invierno y bajas en verano, sino que se da el raro fenómeno del máximo barométrico en el mes de octubre y el mínimo en noviembre. En realidad, el mínimo se continúa a lo largo del verano (diciembre a febrero) y se anota un máximo secundario en pleno invierno (junio y julio). Este fenómeno extraño, que el máximo y el mínimo barométrico se den en la misma estación del año, es característico de la región de Magallanes y Tierra del Fuego, como manifiestan en un trabajo W. Scherdtfeger y F. Prohaska⁷. Según estos autores, el análisis de la

6 CH. PEGUY: Précis de climatologie. Masson & Cie, París, 1970, p. 244.

7 W. SCHWERDTFEGER y F. PROHASKA: Análisis de la marcha anual de la presión y sus relaciones con la circulación atmosférica en Sudamérica Austral y la Antártida. Rev. Meteoros, año V, octubre-diciembre, Buenos Aires, 1955, pp. 223-237.

marcha media anual de la presión barométrica en Sudamérica revela que al sur del paralelo 40° S el máximo de presión se atrasa hasta la primavera, mientras el mínimo se mantiene en la época de la mayor altura del sol o se adelanta al mes de noviembre, como es el caso de Tierra del Fuego y Magallanes. Como señala el cuadro adjunto, resulta para Punta Arenas una curva anual muy asimétrica, con el máximo y el mínimo en la misma estación del año.

En el mapa de la figura 5, según F. Prohaska, delimitan las zonas en que se agrupan los distintos tipos de marcha anual de la presión atmosférica. Se aprecia que los máximos primaverales son un fenómeno de las zonas templadas, mientras que los mínimos en esta estación del año se observan en las zonas polares. El máximo de primavera (octubre) existe sobre el Pacífico Suroriental entre 25° y 55° Sur y está visible aún en el centro de la Patagonia, Magallanes y Tierra del Fuego. La zona atlántica, con el máximo de septiembre, es más pequeña en extensión y se expande entre los 36° y 55° Sur, hacia el este desaparece sobre el meridiano de Greenwich.

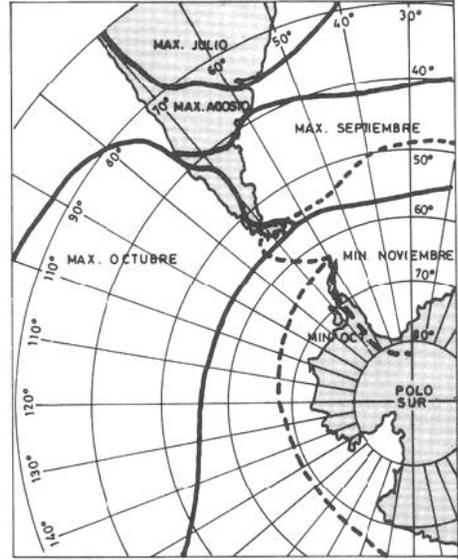


Figura 5. Distribución de los máximos y mínimos primaverales de la marcha anual de la presión (según Prohaska, F.).

PRESION ATMOSFERICA

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
999,2	999,3	1000	1001,1	1001,2	1002,S	1002,S	1000,4	1001,8	1002,9	999	999,7	1000,7

El mínimo anual de primavera se extiende por las costas de la Antártida y mares contiguos; igualmente se descubre aquí una nítida diferencia entre el sector Pacífico, con el mínimo de octubre y el sector Atlántico donde el mínimo se observa en noviembre.

En cuanto a la asimetría externa que aprecia la marcha anual de la presión atmosférica en Punta Arenas como en Ushuaia (Tierra del Fuego) podemos "decir que allí encontramos el máximo que corresponde al régimen de las latitudes templadas del Océano Pacífico, y el *mínimo* del régimen de la zona polar del Atlántico"⁸.

Los vientos. Uno de los rasgos más singulares en Punta Arenas es el escaso porcentaje que tienen los períodos de calma (7,6%), alcanzando su mayor

frecuencia en los meses centrales del invierno (junio, julio, agosto y mayo). Por otro lado, se trata de vientos de cierta violencia, 13,7 nudos de media y de régimen poco variable; la velocidad media alcanza su máximo en primavera, noviembre (16,9 nudos), y se mantiene con valores elevados en los meses de diciembre y enero (16 y 16,5 nudos, respectivamente) y disminuye en el centro del invierno, hasta descender a su *mínimo* absoluto en julio (10 nudos).

A pesar de que su fuerza disminuye en la larga estación fría, momento en que las calmas son algo más frecuentes y prolongadas, el viento y su frecuencia es normativo y constituye una de las características del invierno magallánico, riguroso en cuanto a su nivel térmico e inhóspito.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Días de calma en %	3,2	3,5	6,3	10,3	11,8	13,2	13	8,8	8,2	5,2	3,7	3,6	7,5
Velocidad media en nudos	16,5	15	13,4	12	11	10,5	10	14,9	14,2	14,9	16,9	16	13,7

⁸ W. SCHWERTFEGER y PROHASKA, F.: Op. cit., p. 225.

Del análisis de las rosas de vientos anuales y mensuales se deduce el predominio, en el decurso del año, de los vientos del oeste, seguido a distancia por los de componente noroeste y suroeste. Los menos frecuentes son los del sureste, este y sur.

En cualquier mes del año siempre son predominantes los vientos de componente oeste, seguidos de los del suroeste. A principios del invierno, abril y mayo, el máximo de calmas coincide con intensidades de vientos poco violentos de componente oeste (11 nudos); en el centro del invierno,

junio y julio, la máxima calma coincide con corrientes poco veloces del oeste y noroeste, a finales del invierno y comienzos de primavera la mayor actividad eólica es acompañada por una gran intensidad del viento y una persistencia de vientos de componente oeste (15 nudos). Desde noviembre el porcentaje de calmas disminuye hasta febrero, en que se produce el máximo principal, aumentando la velocidad media del viento (16 a 17 nudos) y todo ello con vientos del oeste, que alcanzan ahora su frecuencia máxima.

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES DE DIRECCION DEL VIENTO DOMINANTE EN PUNTA ARENAS

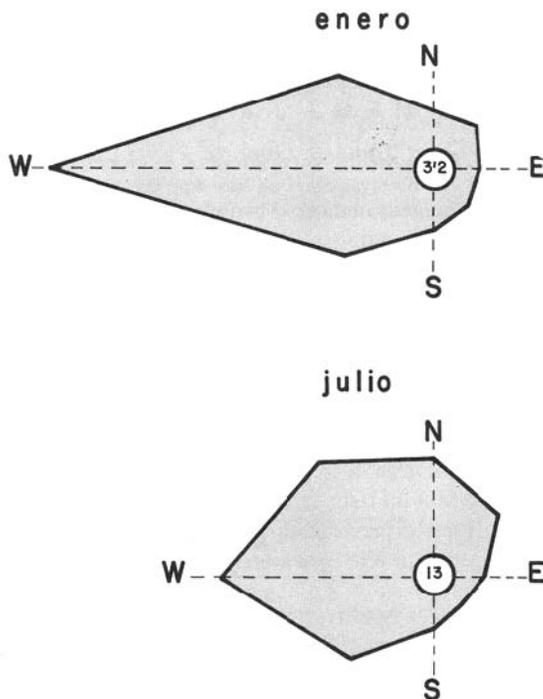
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
W-47,4	W-42,1	W-37,5	W-36,3	W-32,5	W-27,3	W-24,7	W-27,2	W-30,4	W-35,9	W-41,9	W-45,2	W-36

En el cuadro adjunto se presenta el resumen de observaciones de dirección del viento. El cual ha sido hecho con las observaciones de las 8, 14 y 19 horas, del período 1950-1971. Las direcciones dominantes en todos los meses del año es la de componente oeste, con la distribución que se expone en donde se indica el % de frecuencias, y ello a consecuencia de su ubicación dentro de los westerlies, vientos húmedos, templados y desencadenadores de lluvias durables y copiosas.

En las figuras 6 y 7 se indica la distribución de frecuencias de dirección para los meses en que es máximo y mínimo el porcentaje del oeste (enero y julio). Los números que figuran dentro del círculo expresan el porcentaje de calmas. La figura 8 indica el curso a lo largo del año del porcentaje de frecuencias dominantes de direcciones del viento, del oeste y noroeste.

La figura 9 muestra la distribución anual de frecuencias de direcciones (rosa de los vientos). Destacan por su mayor frecuencia los vientos de componente oeste: oeste (36,06%), noroeste (18,70%), suroeste (11,85%). En segundo lugar, los vientos del primer cuadrante: norte (9,09%) y nordeste (6,60%). Los vientos menos frecuentes son del segundo cuadrante: sur (4,32%), este (3,14%) y sureste (2,38%).

Insolación y nubosidad. Su emplazamiento en el paso normal de las perturbaciones del frente polar y de sus sistemas nubosos impide la acción eficaz de la radiación solar, Punta Arenas registra 1424 h al año.



Figuras 6 Y 7. Punta Arenas. Frecuencias de las direcciones del viento en enero y julio. Las longitudes de los vectores son proporcionales al número de veces que se ha observado el viento de cada dirección a 8, 14 Y 19 horas, para el período 1950-1971. El número del centro del círculo indica el porcentaje de calmas.

HELIOFANIA

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
199	154	127	108	67	39	62	87	97	128	154	202	1424

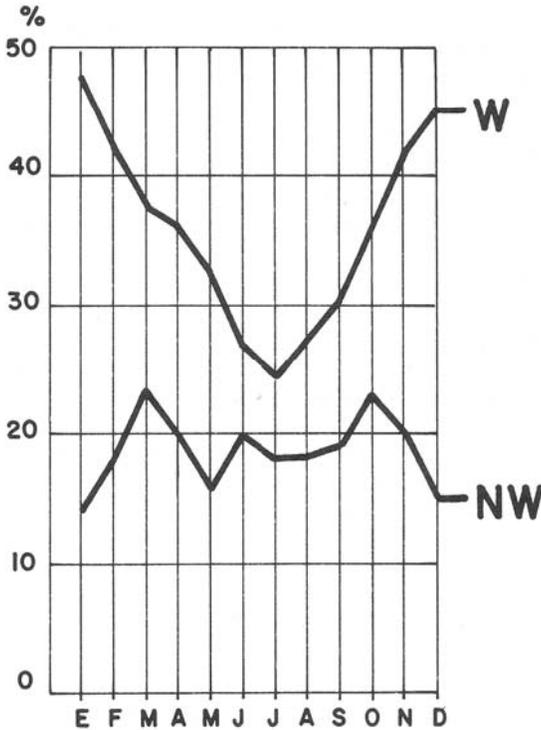


Figura 8. Punta Arenas. Variación anual de los porcentajes de observaciones de los vientos del oeste y noroeste, durante el período 1950-1971.

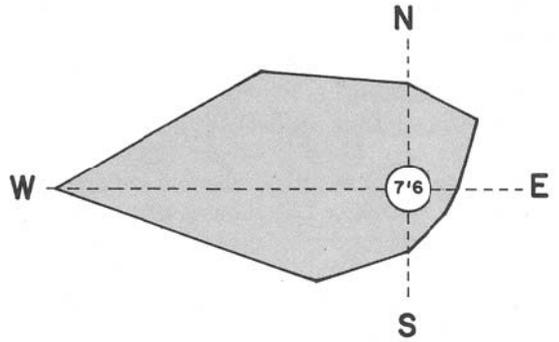


Figura 9. Punta Arenas. Rosa anual de los vientos. Frecuencias anuales de las direcciones del viento. Las longitudes de los vectores son proporcionales al número de veces que se ha observado el viento de cada dirección.

Los mínimos y máximos de insolación se anotan en los solsticios de invierno y verano, correspondientemente. Con 202 h en diciembre y tan sólo 39 h en junio, por ser los días extremadamente cortos (pleno invierno austral). El verano

exhibe mayor luminosidad, seguida de la primavera y un mínimo notable en invierno .

La nubosidad viene cifrada en octavas de cielo. El promedio anual de nubosidad en Punta Arenas es alto, de 5,5; no obstante, inferior a los archipiélagos del antártico, como ocurre en las Islas Orcadas del Sur⁹, a 60° 44' Sur y con 7,1 y que constituye uno de los ejemplos más nubosos de la tierra¹⁰.

Tanto el observatorio de Punta Arenas como el de las Islas Orcadas del Sur, tiene su máximo de nubosidad al tiempo de la mayor altura solar (solsticio de verano), registrando una disminución en la época en que la radiación solar directa es ya muy débil (solsticio de invierno).

NUBOSIDAD EN OCTAVAS

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
6	5,9	5,8	5,5	5	4,6	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7	6,3	5,5

La aridez. Una vez analizadas las principales variables climatológicas de Punta Arenas, trataremos de definir el clima de esta región considerando el conjunto de los factores climatológicos, aproximándonos a través de la comprensión de la aridez. Vamos a aplicar algunos índices y criterios de medición de aridez que muestran una misma línea metodológica (Lang, De Martonne, Ernerberger, Giacobbe y Thornthwaite).

Tales autores definen la aridez mediante la interrelación de las temperaturas con las precipitaciones, basándose en el supuesto de que con la temperatura aumenta correlativamente la evapotranspiración.

Según el índice de Lang (Regenfaktor), Punta Arenas registra un valor anual de 69,3 y por encima del valor 40, que Lang considera el umbral entre el régimen hídrico óptimo y regiones áridas de la tierra.

Igualmente, el índice anual de De Martonne da como resultado un clima húmedo, el límite entre

9 CAPEL MOLINA, J. I.: "Apuntes geográficos sobre el clima polar oceánico del Hemisferio Austral. Islas Orcadas del Sur. Rev. Boletín de la Real Sociedad Geográfica. Tomo CXVI, Madrid, 1980.
 10 PROHASKA, F.: Datos climatológicos y geomagnéticos de las Islas Orcadas del Sur. Rev. Meteoros, año II, NO 1-2, enero-junio, 1952, Buenos Aires.

regiones húmedas y semiáridas es de 20, y Punta Arenas anota 26.

Aplicando el coeficiente de Emberger, Punta Arenas queda ubicada en el piso húmedo, con 190,5 e invierno frío.

Asimismo, en cuanto al índice de Thornthwaite o coeficiente de efectividad de las precipitaciones, consigna un valor de 44,2¹¹ y, por tanto, se puede considerar como subhúmedo.

En cuanto a la distribución de la aridez a lo largo del año, según el índice de De Martonne, los meses de febrero, octubre y noviembre son meses semiáridos, con coeficientes inferiores a 20 y superiores a 10, en los 9 meses restantes son húmedos.

Finalmente, aplicando el índice de Giacobbe, que refleja mucho mejor que el de De Martonne la incidencia de la humedad relativa, no existen meses semiáridos; en cambio el período subhúmedo abarca de septiembre a mayo (7 meses) y 5 meses húmedos de abril a agosto.

CONCLUSION

Punta Arenas tiene un clima frío oceánico continentalizado con verano lluvioso. Sus características le ratifican con un matiz oceánico de los climas de tipo "frío"; la totalidad de las precipitaciones que caen sobre el Estrecho de Magallanes tiene un mecanismo templado: son provocados por irrupciones de aire polar, tanto en altitud como en las bajas capas. Los mecanismos de frontogénesis y ciclogénesis son óptimos en el desencadenamiento de las precipitaciones en el área, que caen en forma sólida en los meses más fríos del año, intercalándose con días en que la lluvia hace acto de presencia. Es un clima continental en cuanto al régimen pluviométrico, pero de nítida influencia oceánica como lo testifican la débil amplitud térmica anual 8°C y la dulzura de los veranos. Pero la proximidad del Continente Antártico, implica que masas de aire de componente sur o sureste, causantes de las temperaturas frescas en verano, aporten olas de frío, con temperaturas rigurosas (-100 a -20°C). A partir de los 700 m de altitud, en el Estrecho de Magallanes aparece la región de hielos perpetuos.

Las precipitaciones a lo largo del Estrecho sufren un debilitamiento de oeste a este, en su total anual. Si en Isla Desolación, Bahía Félix recibe 4709 mm en el interior, Punta Arenas sólo 416,2 mm.

En cuanto al ritmo pluviométrico estacional, en la salida occidental Pacífica, Bahía Félix registra

"el máximo entre marzo y mayo"¹², o sea, el máximo, de igual modo que en el sector oriental Atlántico del Estrecho, Punta Arenas, se hace otoño-estival.

Las características del clima de Magallanes, Punta Arenas, se encuentran en otros parajes situados en regiones oceánicas de las *altas latitudes subpolares* con ciertos rasgos continentales muy amortiguados, a latitudes más elevadas en el Hemisferio Boreal que en el Austral.

Este mismo tipo de clima existe ante todo en Ushuaia (a 54° 48' S y 68° 19' W), situada al sur de Tierra del Fuego, sobre el Canal de Beagle, estación argentina igualmente sometida al Cinturón de Bajas Presiones Subpolares. El otoño es la estación más lluviosa seguida del verano. Las precipitaciones debidas a las perturbaciones del frente polar son moderadas (550 mm) por el rol de barrera orográfica que desempeñan las montañas occidentales de Tierra del Fuego (Montes Darwin) respecto al flujo dominante zonal (ver figura 10).

El archipiélago de las Islas Macquarie (54° 30' S) en el Pacífico Sur tiene también un tipo de clima magallánico, por su temperatura media moderada 4,6°C, por la presencia de invierno frío (2,9°C en junio y julio) y por la débil amplitud térmica (4,8°C), valor próximo al que se observa en el mundo intertropical, vecino al Ecuador, aunque es un clima más lluvioso (953 mm anuales), por estar abierto directamente al flujo zonal, siendo aquí el verano la estación más irrigada, seguida del otoño. Se ven afectadas por el paso de profundas depresiones barométricas y asociadas a fuertes vientos; las tempestades y lluvias intensas son frecuentes.

El archipiélago de las Macquarie es más lluvioso que Ushuaia y Punta Arenas; la estación primaveral, las menos húmeda, es bastante irrigada, en ningún mes caen precipitaciones inferiores a 60 mm y el menos húmedo, noviembre, anota 64 mm (ver figura 10).

Las islas Campbell y Auckland (Pacífico Sur) tienen un clima frío oceánico, pero mucho más húmedo que Punta Arenas. En isla Campbell (a 52° 33' S y 169° 08' E) caen anualmente 1.451 mm¹³

El archipiélago de las Malvinas se integra dentro de este mismo matiz climático. Port Stanley, situado a 51° 40' S y 58° W, muestra 7 meses con temperaturas medias inferiores o iguales a 6°C (abril a octubre), registrándose la media más baja en el solsticio de invierno, junio (2,2°C), y un

11 F. DI CASTRI & ERNST R. HAJEK: Bioclimatología de Chile. Universidad Católica de Chile, Santiago, julio, 1976.

12 CUNILL, G.P.: Geografía de Chile. Ed. Universitaria, Santiago de Chile, 1970, p. 63.

13 WEATHER BUREAU: Meteorology of the Antarctic. Weather Bureau, Department of Transport, Pretoria, 1957.

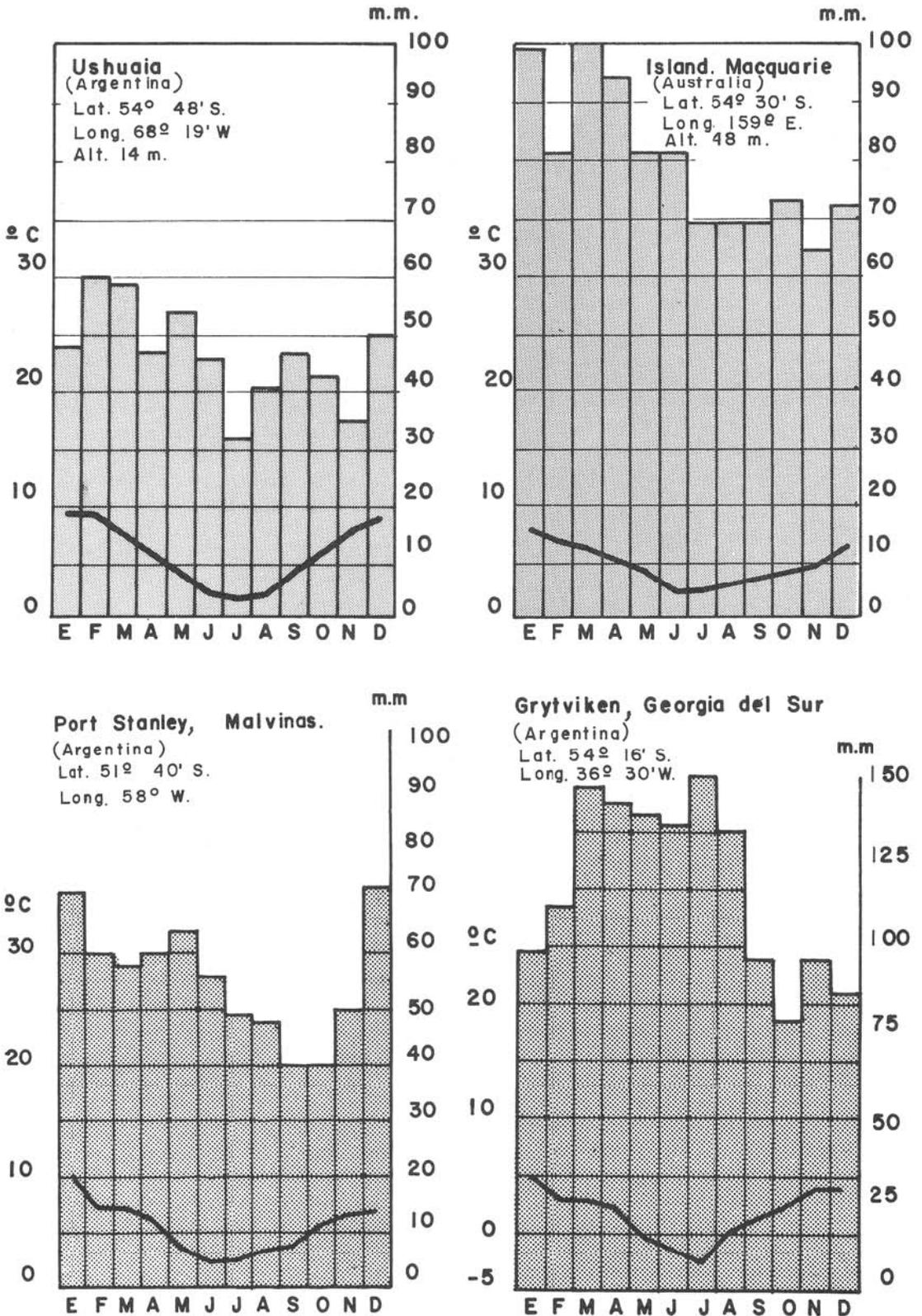


Figura 10. Gráficos de estaciones meteorológicas del Hemisferio Austral, cuyo clima es comparable al de Punta Arenas, Chile.

verano fresco, únicamente enero rebasa los 10° C, 10,2° C¹⁴. Las precipitaciones medias anuales son del orden de 668 mm y un reparto a lo largo del año muy uniforme, perfilándose un máximo estival. Durante todos los meses anotan caídas pluviométricas superiores a 40 mm (ver figura 10).

Las islas Georgia, Sandwich del Sur e isla Bouvet (Atlántico Sur) tienen un clima oceánico frío, aunque mucho más riguroso a nivel término que Punta Arenas, de ahí que se le pueda incluir entre los climas polares o de transición polar (subpolares). Ejemplo de ello lo tenemos en el observatorio de Grytviken (Georgia del Sur), a 54° 16' S y 36° 30' W, el cual anota, todos los meses del año, registros de temperatura media inferior a 6° C. El mes más cálido, enero, sólo alcanza 5,4° C y el más frío, julio, -2,4° C¹⁵. De mayo a julio las medias son negativas. Todo ello traduce una débil amplitud térmica anual de 7,8° C. Las precipitaciones son muy abundantes, 1.398 mm anuales, cayendo en su mayor parte en forma de nieve, uniformemente repartidas a lo largo del año. Con un máximo de invierno, compartido con el otoño y un mínimo de primavera. Durante todos los meses se registran precipitaciones superiores a 75 mm (ver figura 10).

Igualmente, al sur del Océano Indico, **Isla Heard, Isla Marion y Archipiélago de Kerguelen** poseen un clima frío oceánico, análogo al de Tierra del Fuego, aunque también más irrigado, con 2.215 mm en Isla Marion (a 46° 53' S y 37° 52' E) y caídas pluviométricas más moderadas de 1.105 y 1.381 mm, respectivamente, en el Archipiélago de Kerguelen (a 49° 20' S y 70° 14' E) e Isla Heard¹⁶, mostrando igualmente un reparto de las mismas a lo largo del año muy uniforme.

Fuera del Pacífico Sur, Atlántico Sur e Indico en su contacto con el Océano Antártico, se encuentran condiciones meteorológicas análogas en diversas regiones de la tierra, en particular en el Atlántico y Pacífico Norte, pero a mayor distancia del Ecuador que en el Hemisferio Austral. Este tipo de clima magallánico está poco extendido, porque las islas en estas altas latitudes son poco numerosas y, de cualquier modo, los observatorios son escasos y el acceso a los datos ha sido infructuoso.

En el Atlántico Norte, el cinturón de bajas presiones subpolares ocupa una posición casi simétrica al del Hemisferio Sur. Sin embargo, se manifiesta un alejamiento de las bajas subpolares más hacia el Polo, igualmente la mayor continen-

talidad del Hemisferio Norte se aprecia en un aumento de la amplitud térmica, con estaciones más contrastadas que en el Hemisferio Sur. Así **Copenhagen**, situada a 56° N, en el extremo más occidental del Báltico, muestra unas características afines a Punta Arenas. Con lluvias anuales medias inferiores a 500 mm y muy bien repartidas, aunque con un nítido máximo estival, seguido del otoño. Constituyendo, pues, un claro ejemplo de clima oceánico frío de transición continental. A pesar de su latitud elevada, los veranos son más cálidos, alcanzando 16,5° y 16° C en junio y julio, igualmente el invierno es más frío (OOC en enero y febrero) (ver figura 11).

Al noroeste de Copenhagen, en las **islas Faeroes, Thorshaun** (lat. 62° N y 7° log. W.) exhibe unas características térmicas mucho más moderadas, con amplitud anual de 7° C; el invierno aunque frío no desciende de los 3° C y el verano es muy fresco 10,5° C. En cambio, es mucho más lluvioso, registrándose 1.453 mm. El máximo pluviométrico se desplaza al invierno y un mínimo de verano, sin descender ningún mes de 66 mm.

Tanto en el Atlántico Norte como en el Atlántico Sur se encuentran condiciones meteorológicas análogas, como ocurre en Islas arcadas del Sur o Sandwich del Sur, con precipitaciones entre 600 y 800 mm.

El desplazamiento del cinturón de bajas presiones subpolares hacia el polo, o lo que es lo mismo, su mayor alejamiento del Ecuador en el Hemisferio Norte, explica por qué las islas Faeroes, situadas a igual latitud que las Islas arcadas del Sur (61° S), reciben más precipitaciones anuales que casi se triplican y estacionalmente registra volúmenes de precipitación de estación fría, mientras que en las arcadas del Sur posee lluvias máximas de verano-otoño.

En el Pacífico Norte algunos archipiélagos tienen igualmente un clima frío oceánico. En las proximidades de las costas de Alaska y Canadá, las **islas Fox, Saint Paul, Saint George** deben tener un clima de tipo magallánico, pero no hemos encontrado estadísticas concernientes a tales observatorios.

En las altas latitudes del Atlántico Norte, **el observatorio de Akureyri**, a lo largo de la costa septentrional de Islandia, posee un clima frío oceánico de transición continental como Punta Arenas. Situado a 65° 41' N, e influenciado directamente por el mínimo de Islandia (bajas presiones subpolares) (ver figura 11). Su emplazamiento al fondo de un fiordo y a sotavento de los ponientes (suroeste y oeste), por el papel que ejerce la barrera orográfica de los Montes Centrales de Islandia, le hace partícipe de unos volúmenes pluviométricos moderados, 474 mm anuales. El otoño es la estación lluviosa, seguida del invierno.

14 PHILIPOT, H.R.: A study of the synoptic climatology of the Antarctic. International Antarctic Meteorological Research Centre, Technical Report, NO 12, Melbourne, 1968.

15 PHILIPOT, H.R.: Op. cit.

16 WEATHER BUREAU: Op. cit.

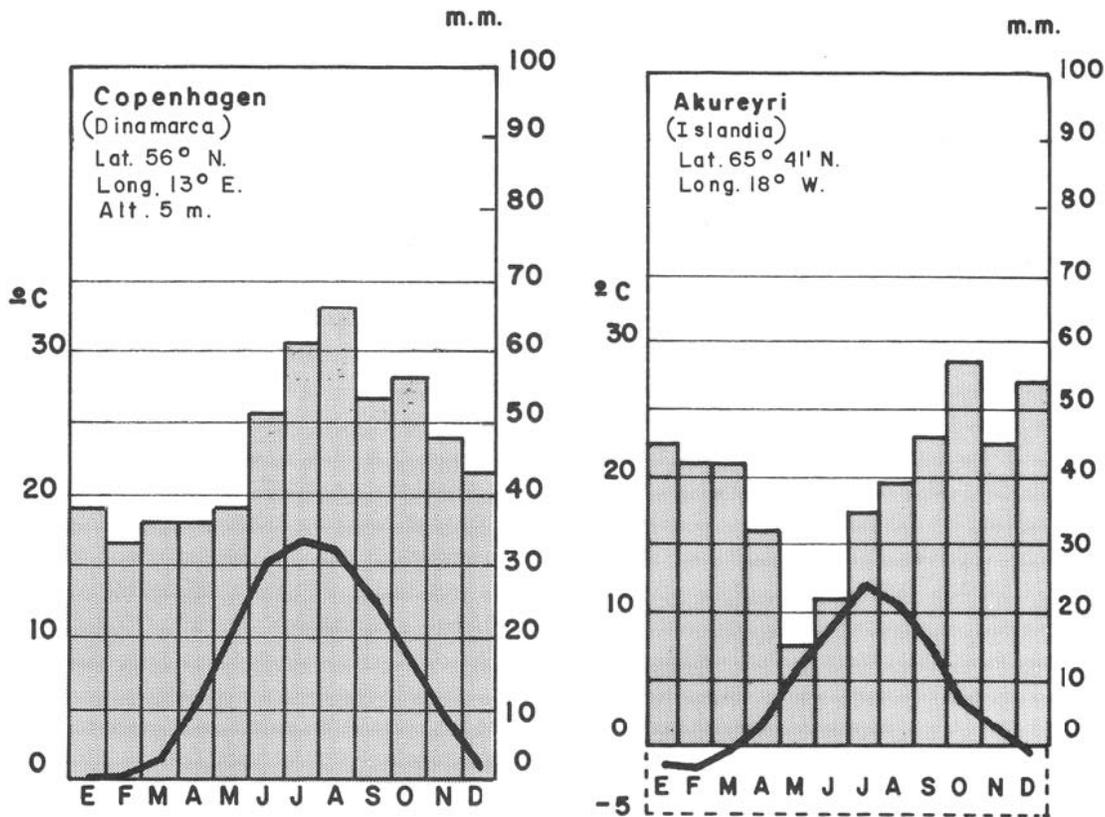


Figura JJ. Gráficos de estaciones del Hemisferio Boreal cuyo clima es comparable al de Punta Arenas.

Mientras que tanto el verano como la primavera exhiben un descenso pluviométrico ostensible (22 mm en junio y 15 mm en mayo).

En cambio, el observatorio de la isla de Westmanno, a lo largo de las costas meridionales de Islandia (63° 20' long. W), posee un clima insular de tipo frío oceánico, en donde su óptima orientación referente al flujo zonal se vierte en que las precipitaciones sean intensas, 1.366 mm al año, trasladándose al otoño la época más húmeda.

Punta Arenas y la región del Estrecho de Magallanes es una de las zonas más inhóspitas del mundo; las variaciones estacionales del tiempo son casi tan pequeñas como en el Ecuador, "pero pueden producirse grandes cambios de un año a otro, como consecuencia de anomalías persistentes en la circulación general atmosférica"¹⁷. Este tipo de clima magallánico -dominio del clima de estepa frío (P. Cunill G.)-, pero más húmedo, existe, pues, en las islas y archipiélagos oceánicos de elevadas latitudes (subpolares de ambos hemisferios): Magallanes-Tierra del Fuego (Navarino, Ushuaia), Islas Malvinas, archipiélagos de las Sandwich y Georgia del Sur, isla Bouvet, en el

Atlántico Sur; Isla Macquarie, Isla Campbell, Isla Auckland, en el Pacífico Sur; Isla Heard, Isla Marion, archipiélagos de las Kerguelen en el Indico Sur; Copenhagen, Akureyri, Isla de Westmanno, Islas Faeroes, Islas Shetland, en el Atlántico Norte; y en cierto sentido, las Islas Fax, Aleutianas, Saint Paul, Saint George, en el Pacífico Norte. No obstante, cada una de ellas aprecia rasgos que le son propios, en función de su latitud, proximidad al continente, corrientes marinas, relieve, hemisferio.

BIBLIOGRAFIA

ALMEYDA, E. Y SAEZ, F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Santiago.

ALVAREZ, I. A. 1962. Some features of Jet-streams over the S. parts of S. America. Notas, vol. 11, pp. 67-75.

ANTONIOLETTI, R. 1970. Algunas características de los Recursos Climáticos de la Región de Cautín. Facultad de Filosofía y Educación de Chile, Santiago.

BLUTHGEN, J. 1966. Allgemeine Klimageographie. W. de Gruyter, Berlín.

CAPEL MOLINA, J. J. 1980. Apuntes geográficos sobre el clima polar oceánico del Hemisferio Austral: Islas Oreadas del Sur. Boletín de la Real Sociedad Geográfica, tomo CXVI, Madrid.

17 FLOHN, H.: Clima tiempo. Ed. Guadarrama, Madrid, 1968, p. 183.

- CAVIEDES, L. César. 1973. Climatic profile of the north Chilean desert at latitude 20° south. In: Coastal deserts: their natural and human environments, Tucson, AZ., Univ. of Arizona Press, pp. 115-121.
- CAVIEDES, L. CESAR & AGUILA, I. Los estados de tiempo típicos de Valparaíso, Chile Central. Rev. Geogr., Valparaíso, Vol. III, NO 12, pp. 3-21.
- DEVYNCK, J. L. 1970. Contribución al estudio de la circulación atmosférica en Chile y el clima de la Región de Bio-Bío. Instituto de Física, Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción.
- DEVYNCK, J.L. 1971. Perfil pluviométrico de Chile. Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción.
- DEVYNCK, J.L. 1971. Estudio de frecuencia de precipitaciones diarias ocurridas en Concepción (Chile) durante 20 años (0950-1969), Concepción.
- DEVYNCK, J. L. 1972-1973. Frentes y masas de aire de invierno en las zonas central y sur de Chile. Cuadernos Geográficos del Sur, Departamento de Geografía, Universidad de Concepción, Vol. II, N° 2 Y3, pp. 5-38.
- FONT TULLOT, I, 1965. Mapa de isoyetas, República de Chile, Santiago.
- FUENZALIDA, V. H. 1950-1965. Clima. En Geografía Económica de Chile, CORFO, Santiago.
- FUENZALIDA, P. H. 1966. Climatología. I. Apéndice Geografía Económica de Chile, CORFO, Santiago, pp. 31-44.
- GRANDOSO, H. N. y NUÑEZ, J. 1955. Análisis de una situación de bloqueo en la parte austral de América del Sur. Rev. Meteoros, año V, NO 1 y 2, Buenos Aires, pp. 35-54.
- HEILMAIER, ERICH PAUL. 1976. Periodizaten in den jiihrlichen Niederschlagshöhen Mittel-Chiles und deren Beziehung zur magnethischen Sonneaktivitiit. Wetter un Leben, Vienna, 28(4): 245-251.
- HEUSSER, CALVIN J. & STREETER, S. STEPHEN. 1980. Temperature and precipitation record of the past 16,000 years in southern Chile. Science, Wash., D.C., 210 (4476): 1345-1347, Dec. 19.
- HUBER, ANTON. 1975. Beitrag zur Klimatologie und Klímaókologie von Chile. Thesis, Ludwig Maximilian Univ. Munich.
- HUSEN, CH. V. 1967. Klimagliederung in Chile auf der Basis v. Häufigkeitsverteilungen der Niederschlagssummen. Vivode Friburgo.
- JEFFERSON, M. The rainfall of Chile. American Geogr. Soco Research Series, N° 7.
- JEREZ PINTO, Ma y ARANCIBIA PINO, M. 1972. Trazado de isoyetas del sector centro-oriental de la provincia de Magallanes. Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, Chile.
- MAURO MORALES, A. Y VIDAL JARA, F. 1970. Climas de Chile según: W. Koeppen, C.W. Thornthwaite y E. de Martonne. Escuela Técnica Aero-náutica Asociada con la Universidad del Estado, Santiago de Chile.
- MOSSMAN, R. C. 1911. The climate of Chile. Journ. of the Scot. Met. Soco
- MILLER, P. C. 1977. Past and present environment. In: Convergent evolution in Chile and California. Stroudsborg, P.A., Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. pp. 27-72.
- LAUSCHER, F. 1976-1977. Ergebnisse der Beobachtungen an den nordchilenischen Hochgebirgsstationen Collahuasi und Chuquicamata. Sonnblick-Verein, Vienna, Jahresbericht, Vol 74/75, issued, pp. 43-66.
- OFICINA METEOROLOGICA DE CHILE. 1965. Pluviometría de Chile. Fascículo 1, Santiago.
- OFICINA METEOROLOGICA DE CHILE. 1966. Pluviometría de Chile. Fascículo II, Santiago.
- OFICINA METEOROLOGICA DE CHILE. 1967. Pluviometría de Chile. Fascículo III, Santiago.
- PARSONS, DAVID L. 1975. Convergence in vegetation structure along analogous climatic gradients in California and Chile. Ecology, Durham, N.C., 56(4): 950-957, Summer.
- PASKOFF, ROLAND. 1973. Plio-quaternary climatic changes along the semiarid seabord of Chile. In: Coastal deserts: their natural and human environments, Tucson, AZ., Unf. of Arizona Press, pp. 147-151.
- PITTOCK, A. B. 1950. Patterns of climatic variation in Argentina and Chile, Pt. 1, Precipitation, 1931-1960. Monthly Weather Review, Boston, IOS (9): 1347-1361, Sep.
- PITTOCK, A. B. 1950. Patters of climatic variation in Argentina and Chile, Pt. 2, Temperature, 1931-1960. Monthly Weather Reviev, Boston, IOS (9): 1362-1369, Sep.
- PROHASKA, F. 1952. Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15° S hasta la Antártida). Rev. Meteoros, año 11, NO 1 y 2, Buenos Aires, pp. 66-100.
- RES, S. S. JOSE. 1920. El clima de Punta Arenas (a través de 31 años de observaciones). Ed. Magallanes, Punta Arenas, 1920.
- RES. S. S. JOSE. 1945. El clima de Punta Arenas (21 años de observaciones meteorológicas. 1919-1940). Escuela Nacional de Artes Gráficas, Punta Arenas.
- RUBIN, M.J. 1955. An analysis of pressure anomalies in the S. Hemisphere. Notos, Vol. 4.
- SCHNEIDER, H. 1969. El clima del Norte Chico. Depto. de Geografía de la Universidad de Chile, Santiago.
- SCHNEIDER, H. 1970. Esquisse d'un profil pluviométrique de la Gironde à la Méditerranée. Fac. des Lettres et Sc., H., Univ. de Bordeaux.
- SCHNEIDER, H. 1968-1969. La sequía de 1968 en Chile. Informaciones Geográficas, NO especial, Santiago, pp. 159-176.
- SCHNEIDER, H. 1970. Posición de los centros de acción en relación con la sequía de 1968 en Chile. Simposio IREN de climatología, Santiago, Inédito.
- SCHNEIDER, H. 1971. Tipos de tiempo de Chile central. Cuadernos Geográficos del Sur, Instituto Central de Geografía, Universidad de Concepción.

- SCHWERDTFEGER, W. y PROHASKA, F. 1955. Análisis de la marcha anual de la presión y sus relaciones con la circulación atmosférica en Sudamérica Austral y la Antártida. *Rev. Meteoros*, Año V, NO 4, Buenos Aires, pp. 223-234.
- SERRA & RATISBONA. 1959/1960. As massas de ar da S. America. *Rev. Geográfica*, NOS SI/52.
- TAJAARD, J. J. 1968. Climatic Frontal Zones of the Southern Hemisphere. *Notos*, 17, Pretoria.
- TAJAARD, J. J. and VAN LOON, H. 1962. Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the winter and spring of 1957. *Notos*, 11, Pretoria.
- TAJAARD, J. J., Schmitt, W. and VAN LOON, H. 1961. Frontal Analysis with application to the Southern Hemisphere. *Notos*, 10, Pretoria.
- ULRIKSEN, P. y ACEITUNO, P. 1975. Estudios de contaminación atmosférica de Santiago desarrollados en el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. *Rev. Geofísica*, México, NO 3, pp. 37-42.
- VOWINCKEL, E. 1955. S. Hemisphere weather map analysis: 5-year mean pressure. *Notos*, Vols. 4-5, pp. 17-50, 204-216, Pretoria.
- WHITTAKER, M. 1943. Barografía de Chile. Oficina Meteorológica de Chile, Publicación N° 58, Santiago.