

# Resumen Metereológico año 2015\*

## Estación “Jorge C. Schythe” (53°08’S; 70°53’O; 6 msnm)

*Metereological Summary year 2015, “Jorge C. Schythe” Station\*  
(53°08’S; 70°53’O; 6 msnm)*

Nicolás Butorovic<sup>1</sup>

La información corresponde a datos recolectados en la estación climática Jorge C. Schythe, ubicada en el campus del Instituto de la Patagonia de la Universidad de Magallanes. Esta estación cuenta con instrumental meteorológico tradicional y automático, y opera en convenios con la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), la Dirección General de Aguas (DGA) y la Patagonia Research Fundation (PRF).

La temperatura se midió con termómetros de mercurio normales, un termómetro de mercurio de máxima y un termómetro de alcohol etílico con testigo para la temperatura mínima. Las mediciones las efectuó un observador en forma diaria durante todo el año, a las horas correspondientes a la observación. Para esta variable, también se contó con un higrómetro que registra la temperatura y la humedad en forma simultánea y continua, de manera que queda un registro de las oscilaciones de estas variables en el tiempo. Se dispuso también, dentro del cobertizo meteorológico, de un termómetro de mercurio de bulbo húmedo para el registro de la temperatura del aire saturado. Con esta variable se obtiene y se le da precisión a la medida de la humedad relativa.

La precipitación se midió con un pluviómetro tipo Hellman y además se registró en un pluviógrafo del mismo tipo. La evaporación se midió en un estanque tipo A pan y junto con la precipitación, esta medición se hizo diariamente a las 8:00 horas local de invierno (12 UTC). Las horas de sol se registran mediante un heliógrafo.

La radiación global (directa más difusa) se midió con un actinógrafo de placa bi-metálica, cuyo rango de registro, dentro del espectro electromagnético

solar, está comprendido entre los 0,35m m y los 3m m aproximadamente y corresponde a la radiación global recibida en una superficie horizontal.

El viento se midió con un anemógrafo Belfor, ubicado a 10 msns, el cual registra en forma continua la velocidad y la dirección. El registro muestra detalles de las variaciones de este vector en su velocidad y dirección en forma simultánea, pudiendo apreciarse con una exactitud aceptable la hora de los eventos instantáneos importantes, como las rachas máximas diarias, duración de temporales de viento, etc. De aquí se extrae el valor medio horario y la velocidad predominante en esa hora, conformando así una serie anual de tiempo de unos 8.760 datos de velocidad e igual número de datos de dirección.

### *Parámetros medidos*

A. TEMPERATURAS. El promedio para el 2015 fue de 6.6°C, valor inferior en solo 0.1°C al promedio normal para Punta Arenas (Zamora & Santana, 1979; Endlicher & Santana, 1988, Santana *et al.* 2009) y superior en 0.1°C al promedio obtenido el 2014 (Butorovic, 2015). El mes más cálido fue enero, con una temperatura media de 11.3°C, valor superior en 0.3°C frente a la media normal de este

\* Corresponde a Proyecto F3-01G-97 «Programa de Información y Documentación Climática».

<sup>1</sup> Área de Geociencias, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.  
✉ nicolas.butorovic@umag.cl

mes. Por su parte, el mes más frío fue julio con un promedio de 1.7°C, siendo este valor inferior en apenas 0.1°C al compararlo con el promedio normal. No obstante durante 2015 se destacaron los meses de febrero, y marzo con promedios superiores a sus valores normales; con valores medio de 11.0°C y 10.6°C respectivamente, el mes de marzo registró un alza de 1.0°C comparado con su promedio normal histórico y el mes de febrero alcanzó un alza de 0.6°C.

De los meses que presentaron una baja de temperatura media respecto a su valor normal, estos fueron mayo y noviembre con valores de 0.4°C; y 0.5°C respectivamente.

Si bien estas variaciones de los promedios mensuales son mínimas en algunos meses y máxima en otros; no produjeron alteración alguna en el promedio anual de la ciudad de Punta Arenas, manteniéndose casi igual (6.6°C) al normal histórico que es de 6.5°C.

Cabe destacar que durante los meses de la estación de invierno junio, julio agosto se produjo una leve alza de los valores medios de los dos primeros meses y una baja apenas de 0.1°C en el mes de agosto, dándose un invierno menos frío que años anteriores; sumado esto a la leve alza del mes de enero y marzo que fue el que más aumento (1.0°C). Los promedios de otoño y primavera se mantuvieron

dentro de los rangos normales para estas estaciones.

Las medias anuales de las máximas y las mínimas absolutas diarias fueron 16.3°C y -2.6°C, en tanto que los promedios de las 8:00, 14:00 y 19:00 horas fueron de 5.8°C, 8.9°C y 7.5°C respectivamente.

La temperatura máxima absoluta alcanzó a lo 24.5°C y se registró el día 21 de enero a las 18:00 horas, mientras que la mínima absoluta llegó a los -9.2°C, registrándose el día 09 de julio a las 06:20 horas. Cabe destacar que durante el mes de julio se registraron veinte y un día del mes con temperaturas mínimas bajo cero, lo que representa un record histórico para este mes desde 1970 en la ciudad de Punta Arenas.

La última temperatura bajo cero grados del año 2014 ocurrió el 29 de octubre, llegando a -0.9°C y la primera del 2015 se presentó el 03 de enero alcanzando a -0.8°C, determinando así un período vegetativo libre de heladas de apenas dos meses y fracción aproximadamente (66 días). Por su parte, la última temperatura negativa del año 2015 se registró el día 25 de noviembre y fue de -0.3°C.

La tabla 1 muestra los valores medios y extremos alcanzados en cada mes durante el 2015. La última columna de esta tabla muestra el promedio histórico de Punta Arenas.

Tabla 1. Temperaturas (°C).

	Temp.	Max.	Min.	Med.	Med.	T	T	T	T. prom
	Media	Abs.	Abs.	Max.	Min.	08:00	14:00	19:00	1888-2015
Enero	11.3	24.5	-0.8	16.2	5.6	10.4	13.4	13.1	11.0
Febrero	11.0	22.3	0.4	15.6	6.1	9.8	13.0	12.5	10.6
Marzo	9.6	18.2	0.2	13.7	5.9	8.5	11.8	10.3	8.9
Abril	6.6	18.0	-2.3	10.7	2.6	5.4	9.6	7.5	6.5
Mayo	4.4	12.7	-4.0	7.2	1.5	4.3	6.4	4.7	4.0
Junio	2.5	10.0	-4.3	5.2	0.1	2.0	4.1	2.8	2.2
Julio	1.7	8.5	-9.2	4.7	-1.0	1.1	3.6	2.0	1.8
Agosto	2.8	9.7	-4.1	6.0	-0.2	2.1	4.7	3.1	2.8
Septiembre	4.2	15.3	-5.0	8.3	0.5	3.2	6.7	5.0	4.7
Octubre	6.8	16.4	-1.8	11.0	2.4	5.6	9.4	8.0	6.9
Noviembre	8.6	16.3	-0.3	12.3	4.0	8.3	11.1	9.6	8.7
Diciembre	9.6	23.1	0.1	14.0	4.1	9.2	12.4	11.1	10.2
Promedio	6.6	16.3	-2.6	10.4	2.6	5.8	8.9	7.5	6.5

Tabla 2. Humedad Relativa (%).

	Hum. Med.	Med Max	Med Min	Med 08:00	Med. 14:00	Med. 19:00
Enero	63.7	99.0	31.0	72.7	58.2	60.3
Febrero	66.9	97.0	39.0	73.3	60.6	66.7
Marzo	72.7	97.0	42.0	79.3	67.6	71.1
Abril	76.1	98.0	46.0	83.2	68.8	76.3
Mayo	80.2	99.0	50.0	81.4	75.9	83.3
Junio	78.7	100.0	54.0	81.4	75.4	79.4
Julio	79.8	97.0	48.0	84.8	73.7	80.9
Agosto	79.3	100.0	47.0	82.7	76.3	78.8
Septiembre	72.7	99.0	38.0	77.6	67.4	73.2
Octubre	69.5	98.0	22.0	78.5	63.0	66.9
Noviembre	67.5	100.0	42.0	73.3	62.9	66.4
Diciembre	65.5	99.0	25.0	73.7	59.8	63.1
Promedio	72.7	98.6	40.3	78.5	67.5	72.2

B. HUMEDAD RELATIVA. La humedad promedio del año 2015 fue del 72.7 %. El mes de mayor promedio fue mayo con un valor de 80.2 %, mientras que el de menor humedad promedio correspondió al mes de enero con un valor de 63.7 %; cabe destacar que siete meses del año superan un promedio mayor de 70.0 %. Las medias anuales de las máximas y mínimas diarias fueron de 98.6 % y 40.3 % respectivamente. En términos de valores extremos máximos tenemos que para los meses junio, agosto y noviembre se registraron 100.0 % en cada mes; a su vez el valor mínimo extremo llegó a 22% y se registró en el mes de octubre.

El promedio de las 8:00 horas llegó al 78.5 %, el de las 14:00 fue del 67.5 % y el de las 19:00 horas llegó al 72.2 %. El detalle mensual se muestra en la tabla 2.

C. PRECIPITACIONES. El total anual para el año 2015 alcanzó a los 753.0 mm ó lt/m<sup>2</sup>, en 182 días que se presentaron precipitaciones. Este monto es superior en 235.5 mm a la precipitación anual promedio de los últimos 45 años, cuyo valor medio alcanza a los 517.5 mm. Con este monto y de acuerdo a la clasificación hecha por Santana (1984), para las lluvias anuales de Punta Arenas, el año 2015 queda clasificado como un año muy lluvioso.

Hay que destacar que después de tres años consecutivos (2011, 2012 y 2013) en que la

ciudad supera la barrera de los 600.0 mm anuales de precipitación, y que el año 2014 presentó una disminución de su pluviometría, con un monto de 496.8 mm; el año 2015 bate record absoluto en términos del monto acumulado, sólo es superado por el registro del año 1950 donde alcanzó 828.3 mm siendo este dato tomado en la estación Monseñor Fagnano ubicada ese entonces a un costado de la catedral de Punta Arenas y bajo la orden de los Salesianos.

De este total anual alcanzado, 687.0 mm (equivalente a un 91.2 %) precipitaron en forma de agua; 23.1 mm (equivalentes al 3.1 %) lo hicieron en forma de agua-nieve. La precipitación de nieve (5.7 %) llegó a los 42.9 cm (equivalentes a igual cantidad de mm de agua), la que se presentó entre los meses de junio, julio y agosto; cabe destacar que el mes de noviembre considerado dentro de la estación de primavera registró un monto de 4.0 mm de agua-nieve caídos entre el día 1 y el día 2.

Cabe destacar que los meses de junio y julio fueron los que concentraron la nieve caída en la ciudad de Punta Arenas con montos de 15.4 cm y 26.1 cm respectivamente lo que permitió tener una estación de invierno más representativa en términos de nieve ya que en años anteriores solo un mes concentraba todo el período nivoso.

A su vez dada las bajas temperaturas mínimas

Tabla 3. Precipitaciones y Evaporación.

Meses	Agua (mm)	Agua-nieve (mm)	Nieve (cm)	Total (mm)	Prom. 1970/2015	Evapor. (mm)
Enero	12.8			12.8	41.3	130.2
Febrero	23.3			23.3	32.7	107.5
Marzo	58.4			58.4	47.6	104.5
Abril	69.0			69.0	57.4	85.5
Mayo	136.6			136.6	51.9	69.8
Junio	133.3		15.4	148.7	45.8	43.6
Julio	96.6	9.7	26.1	132.4	46.1	34.4
Agosto	80.4	6.6	1.4	88.4	51.9	119.6
Septiembre	6.1	1.9		8.0	37.6	75.3
Octubre	24.5	0.9		25.4	36.5	112.7
Noviembre	23.5	4.0		27.5	31.6	91.0
Diciembre	22.5			22.5	37.1	s.i *
Total	687.0	23.1	42.9	753.0	517.5	974.1

\*: Instrumento en mantención.

registradas durante estos dos meses fue posible que la nieve se acumulara y solidifique en especial en sectores altos de la ciudad hay que recordar que la condición de temperaturas negativas con valores de  $-3.0^{\circ}\text{C}$  y que duren como mínimos 3 días seguidos es requisito para que la nieve se solidifique y perdure durante el período de invierno.

Los meses que presentaron montos superiores a sus promedios normales fueron: marzo, abril, mayo, junio, julio, y agosto. De estos, los ascensos más notables corresponden a mayo, junio y julio con montos de 136.6 mm; 148.7 mm y 132.4 mm respectivamente.

Caso para destacar es el mes de junio que registró el record más alto para este mes desde que entró en funcionamiento la estación Jorge Schythe en 1970, con un monto de 148.7 mm alcanzados en 21 días de precipitaciones caídas durante este mes.

Los meses de menor precipitación fueron enero, diciembre y enero que registraron montos de 12.8 mm; 22.5 mm y 23.3 mm, respectivamente.

Este año calificado como muy lluvioso tuvo la particularidad que las precipitaciones fueron más estacionales que en años anteriores concentrándose estas en los meses de otoño e invierno, lo que implica una homogeneidad en la precipitación en la ciudad de Punta Arenas.

La distribución mensual de la precipitación así

como su tipo y los promedios mensuales históricos, se muestran en la tabla 3.

La máxima precipitación en un día alcanzó a los 43.1 mm y ocurrió en el día 24 de julio; destaca también en su monto diario la precipitación de 34.2 mm registrada el día 02 de junio.

El detalle diario de la precipitación se muestra en la tabla 4.

D. EVAPORACIÓN. El total de agua evaporada desde la superficie del suelo durante el año 2015, llegó a 974.1 mm, superando a las precipitaciones en más de 221.1 mm. De este total, la mayor parte se evaporó en los meses de verano y primavera, evidenciando el carácter estacional de este parámetro, que además se ve influenciado por el aumento de las temperaturas en estos meses y como así también la presencia de fuertes vientos del cuadrante Oeste. El valor alcanzado este año es superior en 12.3 mm al compararlo con el año 2014. El mayor monto lo registró el mes de enero con 132.2 mm, seguido de octubre con un total de 112.7 mm. Otros meses con montos de evaporación importantes fueron agosto, octubre y febrero con montos de: 119.6 mm; 112.7 mm y 107.5 mm respectivamente. Los meses de julio y junio presentaron los valores mínimos con montos de 34.4 y 43.6 mm respectivamente. La razón del monto bajo en estos debe al congelamiento del estanque (evaporímetro) por las temperaturas

Tabla 4. Precipitación diaria (mm).

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	-	-	0.9	11.7	-	14.6	-	6.8	-	-	0.2	-
2	-	-	1.7	2.3	-	34.2	-	-	0.3	-	3.8	-
3	1.7	-	-	-	-	24.9	4.5	-	-	1.5	-	-
4	3.2	-	0.4	0.2	-	7.2	18.7	6.2	0.1	11.1	0.7	-
5	0.6	-	0.9	-	-	5.2	12.2	-	-	-	2.2	2.4
6	-	0.5	2.4	-	-	9.8	13.7	-	1.5	-	-	0.2
7	-	2.6	1.1	9.7	0.5	-	5.6	-	-	-	-	0.5
8	-	0.9	13.6	6.2	20.7	0.5	0.5	-	-	-	-	0.7
9	0.2	0.5	-	3.6	13.9	1.7	-	-	-	-	-	0.3
10	1.2	2.7	-	-	1.4	0.1	5.2	-	-	-	-	0.4
11	0.5	-	-	2.5	3.2	0.1	-	-	-	-	-	-
12	0.7	-	0.3	4.1	2.7	0.1	-	-	0.2	2.3	0.9	-
13	-	0.7	0.8	-	2.4	0.6	-	-	1.5	0.9	5.1	0.3
14	0.2	1.4	6.2	-	4.2	5.5	0.1	2.8	1.9	2.7	3.4	4.6
15	1.1	7.7	6.4	-	6.4	18.1	-	20.2	-	-	-	-
16	-	0.4	5.4	-	0.2	4.9	-	12.4	-	-	0.8	2.4
17	-	1.6	6	-	-	10.9	4.7	5.3	-	-	0.1	0.4
18	-	0.3	2.1	0.9	-	-	3.3	0.5	-	-	-	8.3
19	-	-	0.3	-	1.2	2.4	0.4	-	-	-	0.5	-
20	-	-	-	-	22.1	1.0	0.6	-	-	-	-	-
21	-	-	-	3.7	15.7	2.9	-	-	0.5	0.2	-	0.2
22	0.2	-	-	2.9	2.3	-	5.2	-	0.2	-	-	-
23	-	-	-	-	3.2	-	13.1	4.2	-	-	-	1.6
24	-	-	-	12.4	0.4	-	43.1	9.8	-	-	0.8	0.2
25	-	1.7	0.2	5.4	0.1	-	-	7.8	-	0.7	-	-
26	-	0.3	0.3	-	-	-	1.5	0.6	-	0.2	-	-
27	-	1.2	-	3.4	2.7	2.8	-	7.3	-	3.9	-	-
28	-	0.8	5.1	-	21.9	-	-	3.7	-	-	1.2	-
29	0.7	-	-	-	0.9	1.2	-	-	1.8	0.2	6.9	-
30	2.0	-	1.6	-	10.5	-	-	-	-	1.7	0.9	-
31	0.5	-	2.7	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-
Total	12.8	23.3	58.4	69.0	136.6	148.7	132.4	88.4	8.0	25.4	27.5	22.5
Max 24 h	3.2	7.7	13.6	12.4	22.1	34.2	43.1	20.2	1.9	11.1	6.9	8.3
Nº /días	13.0	15.0	20.0	14.0	21.0	21.0	16.0	14.0	9.0	11.0	14.0	14.0

negativas que suceden en la estación de invierno a lo cual corresponden estos meses. Hay que destacar la ausencia de valores 0.0 mm durante el invierno y esto se debió al alza de las temperaturas diarias durante este período. Un detalle de los montos mensuales de

esta variable se muestra en la última columna de la tabla 3.

E: INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD. Durante 2015 se registró un total de 1.828 horas y 50 minutos de sol, cantidad superior en 170 horas y 5 minutos al

total registrado durante el 2014<sup>2</sup>. El mes con mayor insolación fue enero con 258 horas y 5 minutos de sol, seguido de diciembre con 234 horas y 40 minutos de sol. Otros meses con más de 160 horas de sol fueron: octubre, noviembre y febrero. Por su parte, los meses de menor insolación correspondieron a junio y julio con: 66 horas y 5 minutos; 70 horas y 55 minutos respectivamente de sol; cabe destacar que en estos dos meses la posición de la tierra en el hemisferio sur está más alejada del sol (movimiento de traslación) y los ángulos de incidencia con que entran los rayos solares son más pequeños lo que trae como consecuencia la escasas horas de sol en estos meses para la latitud 53° Sur. Esto tiene su mínimo en horas de sol en los días cercanos al 21 de junio (solsticio de invierno) y de ahí en adelante a pesar de ser estación de invierno los días comienzan a alargarse y teniendo el día 21 de diciembre el más largo del año (solsticio de verano).

El promedio anual de nubosidad fue de 5.8 octavos de cielo cubierto, valor inferior al promedio registrado en el año 2014 que fue de 6.1 octavos de cielo. Los mayores promedios mensuales se registraron en los meses de mayo y junio con un valor de 6.4 octavos de cielo, y 6.3 octavos de cielo respectivamente; mientras que los menores promedios se registraron en los meses de marzo y octubre con valores de 5.1 y 5.2 octavos de cielo respectivamente. Un detalle mensual de la insolación y la nubosidad se muestra en la tabla 5.

**F. RADIACIÓN SOLAR GLOBAL.** Durante el año 2015, esta radiación promedio anual alcanzó a los 11.3 Ly/h, equivalentes a 131.4 Wm<sup>-2</sup>. En comparación con el año 2014, este promedio fue superior en 0.8 Ly/h, y levemente superior en 0.3 Ly/h al promedio anual normal (11.0 Ly/h) para la ciudad de Punta Arenas.

El mayor valor medio mensual lo registró diciembre, con un promedio de 23.5 Ly/h, seguido de enero con un valor medio de 20.5 Ly/h. El resto de los meses no superaron los 16.0 Ly/h. Entre los meses de menor radiación destacan los comprendidos entre mayo y julio (estación de invierno;) julio presentó el promedio más bajo con un valor de 2.0 Ly/h; mientras que mayo y junio presentaron un promedio similar de 2.5 Ly/h respectivamente.

Cabe destacar que los promedios más altos se

Tabla 5. Insolación y nubosidad.

Meses	Horas y minutos	Octavos
Enero	258 :5	5.7
Febrero	167 :15	5.9
Marzo	154 :20	5.1
Abril	125 :10	5.6
Mayo	73 :40	6.4
Junio	66 :5	6.3
Julio	70 :55	5.7
Agosto	115 :30	6.2
Septiembre	157 :50	5.6
Octubre	209 :5	5.2
Noviembre	196 :15	6.0
Diciembre	234 :40	5.9
Total	1828 :50	5.8

encuentran en la estaciones de primavera y verano; a su vez la estación de invierno presenta los promedios más bajos del año, esto en directa relación con el movimiento de traslación que efectúa la tierra durante un año solar medio.

En relación al año anterior, todos los promedios mensuales tuvieron una leve alza, pero no presentan variaciones significativas importantes tanto positivas como negativas; esto se ve reflejado en un aumento de 0.8 Ly/h al compararlo con el año 2014. Cabe destacar que esta alza va en relación directa con el aumento de las horas de sol durante el 2015 como así también con una disminución de la nubosidad; ambos factores incidentes en los valores finales de radiación solar.

Con respecto a la variación diaria y a sus promedios mensuales, la distribución es bien definida y claramente estacional. Hay un aumento de la radiación hacia las horas del mediodía y hacia la estación de verano. El mayor promedio de radiación se alcanzó en diciembre, noviembre y enero entre las 12 y las 16 horas con un valor promedio bi-horario de 54.0 Ly/h para ambos meses, de igual manera es posible encontrar valores altos entre las 10 y 16 horas que llegan a los 48.0 Ly/h.

Referente a la variación diaria de la radiación en su promedio anual y en comparación con el 2014,

<sup>2</sup> Para comparación con el año 2014, véase Butorovic, 2015.

Tabla 6. Radiación Solar (Ly/h).

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
00-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.5
06-08	18.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	18.0	18.0	24.0	8.5
08-10	30.0	24.0	12.0	6.0	6.0	0.0	0.0	12.0	24.0	36.0	30.0	36.0	18.0
10-12	42.0	30.0	24.0	12.0	6.0	6.0	0.0	18.0	36.0	42.0	36.0	48.0	25.0
12-14	54.0	42.0	30.0	24.0	12.0	12.0	6.0	18.0	36.0	42.0	36.0	54.0	30.5
14-16	48.0	42.0	30.0	24.0	6.0	6.0	12.0	12.0	30.0	36.0	36.0	54.0	28.0
16-18	36.0	30.0	18.0	12.0	0.0	6.0	6.0	6.0	12.0	18.0	24.0	36.0	17.0
18-20	18.0	12.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	12.0	18.0	7.0
20-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	1.0
22-24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Promedio	20.5	15.5	10.5	7.0	2.5	2.5	2.0	5.5	13.0	16.5	16.5	23.5	11.3

Nota: 1 Ly= 1cal/cm<sup>2</sup>= 4,1868 Joule/cm<sup>2</sup>. 1 Joule=1 Ws= 1nm

se produjeron algunas variaciones de los promedios entre las 10 y 22 horas. El resto presentó valores similares, incluido las horas comprendidas entre las 0 y las 4 h y entre las 22 y 24 h, periodo en que la radiación fue nula. Los promedios bi-horarios de radiación global por meses y anual se muestran en la tabla 6.

G. VIENTOS. El promedio de velocidad para el 2015, a una altura de 10 m.s.n.s, fue de 7.1 m/s, valor equivalente a 25.6 km/h.

Los meses más ventosos fueron noviembre, febrero y septiembre con valores medios de 8.8 m/s; y 8.3 m/s valor idéntico para los dos meses (febrero y noviembre); coincidentes con la estación de primavera y verano que es donde se registran los vientos más fuertes del año. Cabe destacar que los doce meses del año presentaron promedios altos. Los meses de más calma fueron julio y mayo con valores medios de 5.7 m/s y 5.4 m/s respectivamente.

Al comparar estos valores con lo sucedido el año 2014, se observa un alza en la velocidad del viento en el promedio anual de 2.2 m/s.

En la variación diaria en cada mes, los mayores promedios ocurrieron en horas del mediodía y comienzos de la tarde de los meses de octubre, noviembre y diciembre; mostrando una relación casi directa con los valores máximos de radiación solar para estas horas. El máximo promedio horario se

registró entre las 16 y las 18 horas de diciembre, llegando a los 7.1 m/s. El mínimo en cambio, ocurrió entre las 23 y las 24 horas en el mes de mayo, con valores que alcanzaron los 4.6 m/s.

La tabla 7 muestra el detalle horario, mensual y anual de la velocidad media del viento.

De las velocidades máximas alcanzadas por el viento, la racha máxima ocurrió el 88 de octubre a las 01:30 con dirección oeste (W) y alcanzó a los 33.9 m/s (122.3 km/h). Otras rachas importantes ocurrieron en agosto y septiembre con valores similares de 29.9 m/s (107.5 km/h) para los dos meses y 28.9 m/s (104.0 km/h) para el mes de febrero.

En forma general, a excepción de julio que presentó el valor más bajo de rachas máximas con un extremo de 19.5 m/s (70.4 km/h), todos los meses presentaron rachas máximas de viento sobre los 20 m/s (72.0 km/h). La tabla 8 muestra la racha máxima instantánea por mes.

De acuerdo a los valores de magnitud, se clasificaron estas velocidades en cinco rangos que definen velocidades bajas a las:  $0.5 < v < 2.1$  m/s;  $2.1 < v < 3.6$  m/s, velocidades medias a:  $3.6 < v < 5.7$  m/s;  $5.7 < v < 8.8$  m/s y velocidades altas para:  $8.8 < v < 11.1$  m/s;  $> 11.1$  m/s. Durante el 2015 las velocidades bajas representaron el 10.5 % del tiempo, mientras que las velocidades medias completaron un 59.1% del tiempo y las velocidades



Tabla 7. Viento promedio diario (m/s).

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
0- 1	5.8	6.4	4.8	5.9	4.7	5.8	5.0	5.8	6.7	5.3	6.1	5.1	5.6
1- 2	5.8	6.7	5.1	5.8	5.0	5.9	5.1	5.9	7.8	5.8	6.9	5.7	6.0
2- 3	6.0	6.9	5.9	6.1	5.2	5.9	5.1	6.3	8.2	6.3	7.2	5.9	6.3
3- 4	6.1	7.1	6.0	5.9	5.2	6.1	5.5	6.7	8.2	6.2	7.6	6.5	6.4
4- 5	6.1	7.5	6.2	6.3	5.4	6.3	5.3	7.0	8.0	6.3	7.9	6.5	6.6
5- 6	6.5	7.7	6.4	6.6	5.5	6.6	5.7	7.0	8.6	6.3	8.6	6.7	6.9
6- 7	6.6	7.8	6.5	6.4	5.6	6.4	5.7	6.9	8.2	6.5	8.9	7.2	6.9
7- 8	6.7	7.9	7.0	6.9	5.8	6.5	6.1	6.9	8.3	6.7	8.9	6.8	7.0
8- 9	6.9	8.2	7.2	7.0	5.9	6.6	6.2	7.0	8.3	6.6	9.0	7.2	7.2
9-10	7.0	8.3	7.5	7.4	5.9	6.6	6.0	7.0	8.5	6.3	9.0	7.4	7.2
10-11	7.0	8.6	7.6	7.4	5.9	6.9	5.8	7.0	8.5	6.4	9.1	7.3	7.3
11-12	6.9	8.6	8.1	7.2	5.7	7.2	5.7	7.1	8.3	6.6	9.3	7.3	7.3
12-13	6.9	9.0	8.4	7.3	5.6	7.3	5.8	7.1	8.4	6.8	9.5	7.5	7.5
13-14	6.9	8.9	8.4	7.5	5.7	7.4	5.6	7.2	8.6	6.9	9.5	7.5	7.5
14-15	7.2	9.0	8.0	7.5	5.5	7.4	6.0	7.3	8.3	7.1	9.5	7.5	7.5
15-16	7.5	9.2	8.0	7.5	5.8	7.5	5.9	7.3	8.4	7.1	9.5	7.5	7.6
16-17	7.5	9.2	8.2	7.7	5.8	7.6	5.9	7.3	8.4	7.2	9.5	7.5	7.7
17-18	7.7	8.8	8.5	7.8	5.7	7.6	5.9	7.3	8.4	7.2	9.5	7.5	7.7
18-19	7.8	8.8	8.6	7.8	5.5	7.6	5.9	7.2	8.3	7.2	9.5	7.5	7.6
19-20	7.6	8.9	8.6	7.6	5.3	7.7	5.9	6.7	8.3	7.2	9.4	7.5	7.6
20-21	7.7	9.1	8.6	7.3	5.2	7.6	5.9	6.7	8.4	7.4	9.4	7.4	7.6
21-22	7.7	9.0	8.6	7.5	5.0	7.5	5.9	6.8	8.4	7.4	9.4	7.3	7.5
22-23	7.7	9.1	8.6	7.5	4.7	7.5	5.7	6.8	8.4	7.4	9.4	7.4	7.5
23-24	7.5	9.0	8.5	7.5	4.6	7.6	5.4	6.8	8.3	7.4	9.2	7.4	7.4
Media	7.0	8.3	7.5	7.1	5.4	7.0	5.7	6.9	8.3	6.7	8.8	7.0	7.1

altas representaron un 29.8% del total; y las calmas totales es decir velocidad con valor cero representan un apenas 0.6% del total.

La tabla 9 muestra la frecuencia relativa del viento por cada dirección y rango de velocidad; y el porcentaje total de observaciones por dirección.

Se observa que los vientos predominantes fueron mayoritariamente del oeste (W) 46.2 % del total de observaciones, seguido de las direcciones

suroeste (SW) con un 18.0 % y el noroeste (NW) con un 11.8 % de las observaciones. Los vientos llamados *westerlies* (Schneider *et. al.* 2003, Endlicher & Santana 1988, Weischet 1985) suman el 76.0 % del total de tiempo con vientos en la ciudad. Las direcciones restantes que son: este, sur, norte, noreste y sureste en conjunto suman el 24 % del total de las observaciones; pero por separada cada dirección apenas representa un 4%.

Tabla 8. Rachas máximas (m/seg) mensuales de viento por dirección.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
20.6	28.9	28.3	23.2	27.3	29.7	19.5	29.9	29.9	33.9	27.8	21.6
W	W	W	W	SW	N	W	W	W	W	W	SW



Tabla 9. Frecuencia de velocidad y dirección del viento. Punta Arenas. 2015.

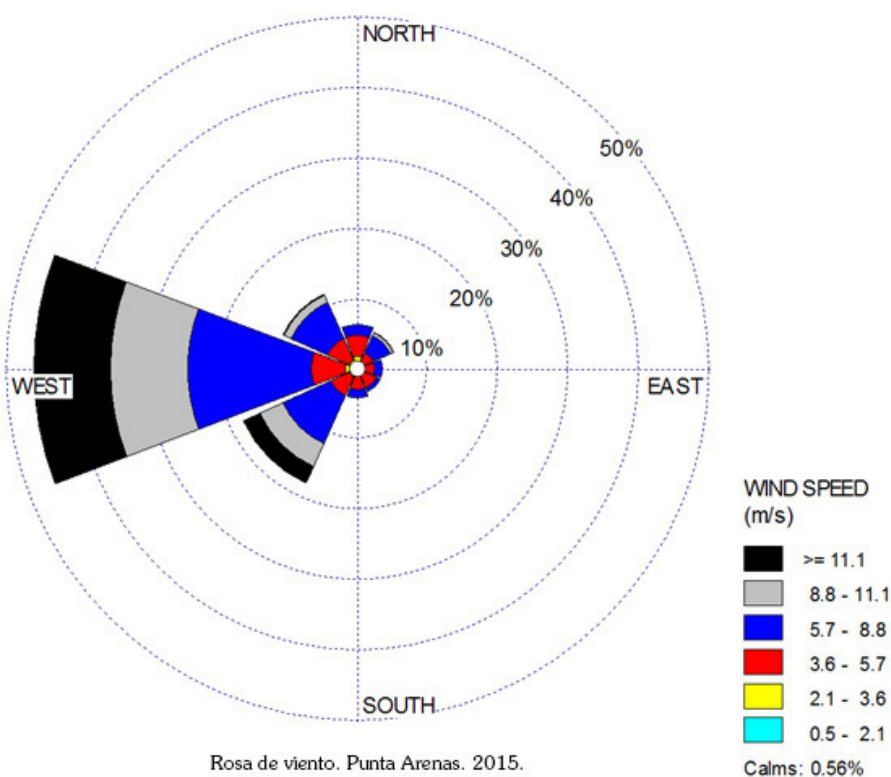
Direc./vel (m/s)	0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	> 11.1	Suma
N	19	146	262	129	0	0	556
NE	12	70	146	233	39	8	508
E	6	88	128	102	0	0	324
SE	8	69	196	52	0	0	325
S	7	85	180	104	1	0	377
SW	15	108	256	649	314	227	1569
W	22	139	424	1533	958	949	4025
NW	16	113	293	493	97	14	1026
Total	105	818	1885	3295	1409	1198	8710
%	1.2	9.3	21.5	37.6	16.1	13.7	0.6

En forma anual, para el 2015 las velocidades altas ( $v > 11.1$  m/s) ocurrieron de la dirección oeste (W), alcanzando un 10.9 % del tiempo (949 horas). Otras direcciones que mostraron velocidades altas fueron el suroeste (SW) y noroeste (N). Las otras direcciones mostraron porcentajes de estas velocidades inferiores al 5 %; destacándose las del componente este,

sureste y suroeste.

La rosa de los vientos de la figura 1 muestra las direcciones del viento y cinco 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 en que el viento sopló en cada dirección.

Fig. 1. Rosa de viento. Punta Arenas. 2015.



## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las siguientes personas e Instituciones que colaboraran en hacer posible este resumen meteorológico. Al Sr. Rodrigo Ojeda O. por su labor como observador meteorológico; al personal de la Dirección General de Aguas (DGA), que en forma constante velan por el mantenimiento y suministro necesario de insumos propios para el funcionamiento normal de la estación climática. A la DMC (Dirección Meteorológica de Chile) por su apoyo en suministros a la estación. A los Sres. Alex Stowhas Suárez y Erich Stowhas Suárez por su trabajo en la digitalización de datos de radiación solar y viento.

## LITERATURA CITADA

- Butorovic N. (2015). Resumen Meteorológico año 2014. Estación Jorge C. Schythe. *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Naturales*, 43(1), 175-184.
- Endlicher W. & Santana, A. (1988). El clima del sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. *Anales Instituto Patagonia Serie Ciencias Naturales*, 18, 57-86.
- Santana, A. (1984). Variación de las precipitaciones de 97 años en Punta Arenas como índice de posibles cambios climáticos. *Anales Instituto Patagonia Serie Ciencias Naturales*, 15, 51-60.
- Santana, A., Butorovic, N., & Olave, C. (2009). Variación de la temperatura en Punta Arenas (Chile) en los últimos 120 años. *Anales Instituto Patagonia*, 37(1), 85-96.
- Schneider, C., Glaser, M., Kilian, R., Santana, A., Butorovic, N., & Cassassa, G. (2003). Weather Observations Across the Southern Andes at 53°S. *Physical Geography*, 24, 2,97-119.
- Weischet, W. (1985). Climatic constraints for the development of the Far South of Latin America. *Geojournal*, 11(1), 79 -87.
- Zamora, E., & Santana, A. (1979). Oscilaciones y tendencias térmicas en Punta Arenas entre 1888 y 1979. *Anales Instituto Patagonia*, 10,147-154.