

## CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL CANAL BRECKNOCK EN LOS 54°30' S DE LATITUD, MAGALLANES, CHILE.

### CLIMATIC CHARACTERISTICS IN THE BRECKNOCK CHANNEL AT 54°30' S LATITUDE, MAGALLANES, CHILE

Ariel Santana <sup>1,2</sup>, Charles Porter <sup>2,3</sup>, Nicolás Butorovic <sup>2</sup> & Carlos Olave <sup>2</sup>

#### RESUMEN

Se analiza la información registrada en una estación automática de tiempo (AWS) ubicada en una localidad del canal Brecknock en los 54°29' S y 71°59' W. La información se compara con la obtenida en Punta Arenas (53°08' S; 70°53' W) en una AWS idéntica. Brecknock presenta un comportamiento térmico marítimo, el que se expresa en una oscilación de la temperatura inferior a la de Punta Arenas. Sin embargo, este valor resultó ser mayor al esperado, con lo cual esta zona no estaría dentro del tipo climático "De Tundra Isotérmico" (ETik'c), definido por muchos autores, sino, perteneciente al clima Templado Frío con Gran Humedad (Cfk'c), según la clasificación climática de W. Köppen. La variación diaria de la temperatura presentó un índice de correlación superior al 90 % con Punta Arenas. La presión atmosférica es inferior en unos 4 hPa como promedio en todos los meses, respecto al valor de Punta Arenas, dándole más inestabilidad al tiempo de Brecknock. La radiación solar PAR es inferior a la de la ciudad, en alrededor de un 48% y a pesar de su estacionalidad, no se observa una relación con el viento como ocurre en Punta Arenas. El viento por su parte, presentó velocidades superiores en todos los meses y rachas máximas de hasta 150 km/h. Finalmente la precipitación alcanzó a más de 6.700 mm/año, registrándose una precipitación de más de 4.000 mm en 11 días de octubre del 2002. No se evidencian fallas de AWS, por lo que este fenómeno podría describirse como un mega evento localizado sólo en el sector de Brecknock, ya que otras estaciones no evidenciaron un fenómeno similar, siendo probablemente de carácter excepcional. No se descarta que las altas correlaciones, los fuertes vientos y la abundante precipitación pueda deberse a cambios climáticos en las últimas décadas.

Palabras clave: Estaciones automáticas (AWS), canal Brecknock.

#### ABSTRACT

The registered data from an automatic weather station (AWS) located near Brecknock Channel (54°29' S; 71°59' W) is analyzed and compared with the information from similar AWS in Punta Arenas (53°08' S; 70°53' W). The Brecknock Channel presents a thermal marine behaviour, which is expressed in the variation of lower temperature when compared to Punta Arenas. However, this value turned out to be far higher than expected and would make this area, previously defined as Isothermic Tundra (ETik'c), now belong to the climate

<sup>1</sup> Universidad de Magallanes (Proyecto de Investigación PR-F3-01LC-2002).

<sup>2</sup> Grupo de Climatología Centro de Estudios del Cuaternario Fuego-Patagonia (CEQUA).

<sup>3</sup> Patagonia Research Foundation. Maine. USA.

Temperate Cold with Great Humidity (Cfk'c), according to the climatic classification made by W. Köppen. The daily variation of the temperature presented a correlation index superior to the 90% with Punta Arenas. The average of the atmospheric pressure is inferior in about 4 hPa in relation with the value of Punta Arenas which gives more instability to the weather of Brecknock. The solar radiation PAR is inferior to Punta Arenas in about 48%. Nevertheless, there is no relation with the wind observed in spite of its seasonal pattern. In relation with the wind, higher speed was observed during the whole period, reaching speeds up to 150 km/hr. Finally, the precipitation reached more than 6,700 mm/year registering a precipitation of more than 4,000 mm in 11 days in October of 2002. Flaws of AWS are not evidenced, so that this phenomenon could be described as a mega event only located in the Brecknock area, being just probably an exceptional event. High correlations, strong winds and the abundant precipitations are not rejected due to climatic changes in the last decades.

Key words: Automatic weather station (AWS), Brecknock Channel.

## INTRODUCCIÓN

De manera general, el clima de Magallanes se puede dividir en cinco grandes grupos según la clasificación climática de W. Köppen (Fuenzalida 1943, Pisano 1977). Otros autores (Weichet 1985; Endlicher 1991; Tuhkanen 1992; Weichet 1996) han realizado otras contribuciones para definir con mayor precisión el clima de esta región. Todos ellos concluyen que su principal característica es el fuerte viento que proviene del cuadrante oeste, debido a la posición que toman los centros dinámicos de la atmósfera en esta parte del hemisferio sur. Las altas velocidades de este meteoro se deben al poco roce que causa la escasa masa continental entre las latitudes 40° S y los 60° S. (Schneider *et al.* 2003).

Con todo esto, aún se está muy lejos de obtener un conocimiento acabado del clima de Magallanes, existiendo grandes áreas, principalmente hacia la costa occidental, los canales y el extremo sur, que carecen de información regular en el tiempo y de series de tiempo de alta resolución temporal con longitudes estadísticas suficientemente extensas como para describir con precisión los fenómenos meteorológicos habituales y excepcionales que allí ocurren. Sólo de esta manera se logrará aumentar en un grado de exactitud aceptable el conocimiento del clima de cualquiera de estas zonas. En este sentido, durante abril de 2002, el Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA), a través de su grupo de Climatología y la Patagonia Research Foundation, iniciaron los registros meteorológicos de alta resolución temporal, en zonas remotas del extremo sur de Magallanes, para lo cual se instalaron una serie de estaciones de registro automático (AWS) en la región del canal Beagle y zonas adyacentes,

con el propósito de generar antecedentes que den una mayor comprensión del comportamiento de las variables atmosféricas y compararlas con los antecedentes de localidades donde las características climáticas son más conocidas (ver fig. 1).

Las estaciones meteorológicas en el extremo sur de la Patagonia tienen particular importancia desde el punto de vista climático, debido a su proximidad al Paso de Drake, que separa el extremo sur de América con la península Antártica. Se sabe que, al contrario de la masa continental antártica, la cual se ha enfriado durante las últimas décadas, la península antártica se ha calentado significativamente. Es claro que esto no es debido al calentamiento global, sino más probablemente a cambios en los patrones de las corrientes oceánicas en los mares del sur. Si esto fuera así, podrían producirse algunos cambios al otro lado del mar de Drake, en Sudamérica. Según los análisis de tendencias de temperatura media anual entre Punta Arenas y Ushuaia, estos muestran que, mientras que Ushuaia muestra una larga tendencia neutra, Punta Arenas muestra un evidente enfriamiento general (Zamora & Santana 1979b). Los datos disponibles muestran que desde 1930 hasta cerca de los años 60, la temperatura de Ushuaia es consistentemente un grado más fría que la de Punta Arenas. Posteriormente, las dos se unen de modo que para fines de los 60s, hay mucha menos diferencia de temperatura entre ellas. Por lo tanto, es muy posible que el calentamiento de la península esté conectado con el enfriamiento de Punta Arenas y el cierre de la brecha entre las temperaturas de Punta Arenas y Ushuaia (Daly 2003).

La zona del canal Brecknock está definida en forma general por muchos autores dentro de una región de Clima de Tundra Isotérmico, del tipo

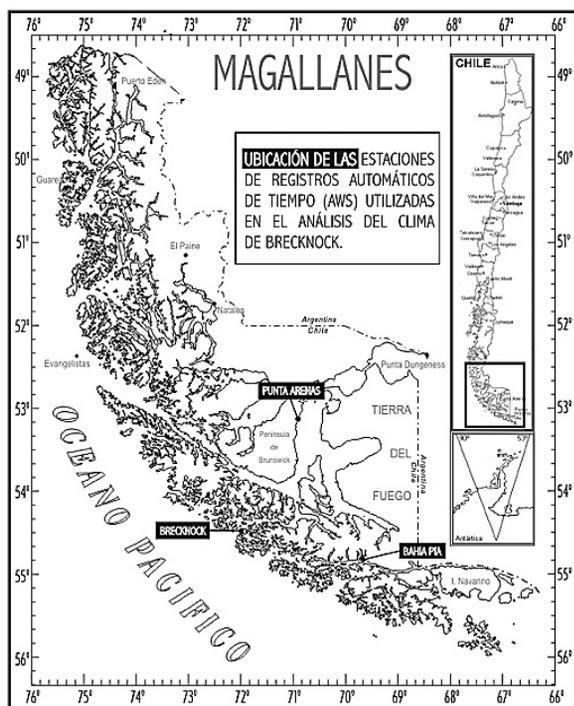


Fig. 1. Mapa de ubicación.

ETik'c, de acuerdo a la clasificación climática de W. Köppen (Fuenzalida 1950, 1967; Pisano 1977; Zamora & Santana 1979a). Con esto, se establece un marco previo general de las condiciones que se pueden esperar de esta zona de Magallanes, hasta ahora, carente de datos. Sin embargo, su cercanía a la zona frontal polar puede mostrar fenómenos meteorológicos desconocidos que ocurren ahí puesto que estos son los primeros registros de alta resolución que se miden en ella.

La distancia y las condiciones de tiempo reinantes hacia la localidad de Brecknock representaron los mayores obstáculos para la recolección de la información y la mantención de esta estación. Así, en el mes de marzo de 2002 se iniciaron los registros automáticos en esta localidad y solo fue posible llegar nuevamente a esta estación, para recolectar la información, en marzo de 2005. En los periodos habituales de recolección de datos en otras estaciones ubicadas en el canal Beagle, no fue posible llegar hasta Brecknock, por los inconvenientes ya mencionados. De esta forma, en la fecha que fue posible llegar aquí, la información recolectada alcanzó a cerca de 14 meses de datos ininterrumpidos, en promedio de media hora. Se presenta, por tanto, el análisis de

datos correspondientes al periodo abril de 2002 a mayo de 2003 de una localidad de la península de Brecknock, que hasta ahora era desconocida desde el punto de vista climático.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de marzo de 2002, la Patagonia Research Fundation junto con el CEQUA instalaron una estación de registro automático (AWS) en una localidad de la península Brecknock ubicada en la costa sur occidental de la región de Magallanes, en los  $54^{\circ}39' S$ ,  $71^{\circ}59' W$  y a una altitud de 38 m s. n. m.

Esta AWS corresponde a una estación HOBO fabricada por la Onset Computer Corporation, en USA. Los instrumentos suministrados en esta estación corresponden a sensores que miden temperatura, precipitación, velocidad del viento, radiación solar PAR (Photosynthetically Active Radiation), presión atmosférica, humedad relativa y punto de rocío. Los sensores reciben la información de las variables ambientales en cada segundo y de acuerdo a una programación previa de la AWS, que compatibiliza los periodos de registro con las AWS de otras



Fig. 2. AWS de Brecknock.

localidades, las promedian en periodo de media hora. Este periodo de registro de datos resulta conveniente considerando, entre otras cosas, la duración de la memoria del datalogger, la duración de las baterías y el periodo probable de retorno a la AWS, para la recolección de datos, tema muy importante en este último aspecto debido a lo costoso de la logística involucrada. Esta configuración de la AWS de Brecknock le dio una independencia de alrededor de unos 15 meses, en condiciones de extrema rigurosidad climática. Se estima que debido al alto grado de salinidad y a condiciones muy extremas de tiempo, el sensor de humedad relativa presentó fallas en el cuarto mes de iniciado su funcionamiento, el punto de rocío presento fallas en el séptimo mes y la precipitación en el decimotercer mes. El resto de parámetros se registró en forma normal. La información recolectada se analizó a nivel diario y mensual obteniéndose datos representativos de cada uno de estos periodos. Adicionalmente, el análisis de los datos se realizó comparando con las mediciones hechas por una AWS idéntica, ubicada en la estación Jorge C. Schythe, en Punta Arenas.

Para el análisis del viento solo se dispuso de un sensor de velocidad, de manera que no fue posible hacer un análisis desde el punto de vista de la dirección de los vientos. Se debe considerar que este parámetro es muy sensible al variar sus

valores según la altura de medición. De esta forma esta variable se compara con el viento obtenido en Punta Arenas en iguales condiciones, es decir a una altura de 2,5 m s.n.s.

Para el tratamiento de los datos se utilizaron programas estadísticos y las planillas electrónicas habituales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra un resumen de los valores medios mensuales obtenidos en la localidad de Brecknock para el periodo abril de 2002 - mayo de 2003.

En ésta se aprecia que el sensor de humedad relativa solo registró datos por un periodo de cuatro meses, mientras que el punto de rocío lo hizo por un lapso de seis meses. La precipitación fue medida durante un periodo de un año y dejó de registrarse durante abril de 2003. Referente a las dos primeras variables que presentaron fallas en sus sensores, no se hacen mayores comentarios, puesto que no completaron el periodo de un año en sus registros. No obstante, podemos mencionar que la localidad de Brecknock presenta un promedio de humedad relativa superior al de Punta Arenas, según lo muestra la figura 4, para los cuatro meses que fue posible registrar esta variable, aunque abril de 2002 presentó un valor similar. Por su parte, el punto de rocío muestra valores medios mensuales superiores en Brecknock, en los seis meses de registro. Estos últimos, presentan diferencias importantes con Punta Arenas en todo los meses, excepto en abril de 2002, igual que la humedad relativa, que presentó un valor similar. Esto puede significar que los valores de los meses más calidos pueden ser parecidos en ambas localidades, mientras que en los meses fríos son muy diferentes, según se aprecia en la figura 5. Sin embargo, para definir un comportamiento de este tipo es necesario disponer de periodos de mediciones más largos. Con esto, la localidad de Brecknock se caracteriza por alcanzar la saturación de humedad del aire a una temperatura más alta, por tanto la condensación y la precipitación, se produce a una temperatura mayor. Esto significa que a igualdad de condiciones de temperatura en ambas localidades, al bajar esta, precipita primero en Brecknock, debido a su mayor promedio de humedad relativa. En Punta Arenas es necesario que la temperatura descienda más para alcanzar la condensación.



Fig. 3. AWS de Punta Arenas



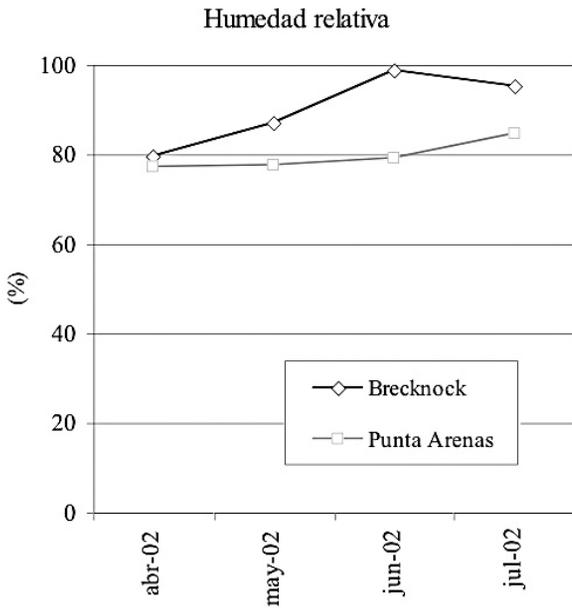


Fig. 4. Humedad relativa de Brecknock y Punta Arenas para cuatro meses de registro.

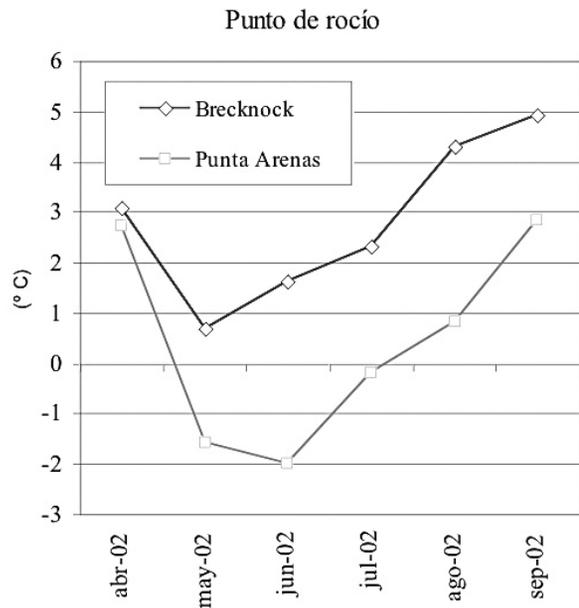


Fig. 5. Punto de rocío de Brecknock y Punta Arenas para seis meses de registro.

### Temperaturas

El promedio anual de la localidad de Brecknock alcanza a los  $5,9^{\circ}\text{C}$ , valor inferior al de Punta Arenas en  $0,6^{\circ}\text{C}$  si se compara con su promedio histórico que llega los  $6,5^{\circ}\text{C}$  (Endlicher & Santana 1988). No obstante esto, considerando el mismo periodo de este análisis y comparado con la información de Punta Arenas registrada en una AWS similar a las de Brecknock, se alcanzó un promedio para la ciudad de  $6,2^{\circ}\text{C}$ , con lo cual la zona de Brecknock está bajo el promedio anual de la ciudad en solo  $0,2^{\circ}\text{C}$ .

Respecto a la variación mensual de esta variable y como lo muestra la figura 6, se observa un comportamiento más marítimo en la localidad de Brecknock, es decir, las temperaturas de invierno son más altas que las registradas en Punta Arenas y al revés, en los meses de verano éstas son menores a las de la ciudad. Estas diferencias se hacen mayores cerca de los solsticios, mientras que la temperatura en los equinoccios es similar en ambas localidades. Esto determina una amplitud térmica media anual para Brecknock de  $6,6^{\circ}\text{C}$ , comparada con los  $9,2^{\circ}\text{C}$  obtenidos en Punta Arenas para este periodo. Cabe señalar aquí que la amplitud promedio normal de la ciudad alcanza a los  $10^{\circ}\text{C}$  (Endlicher & Santana 1988), por lo cual, el promedio de amplitud térmica en Brecknock podría ser algo mayor. Esto último

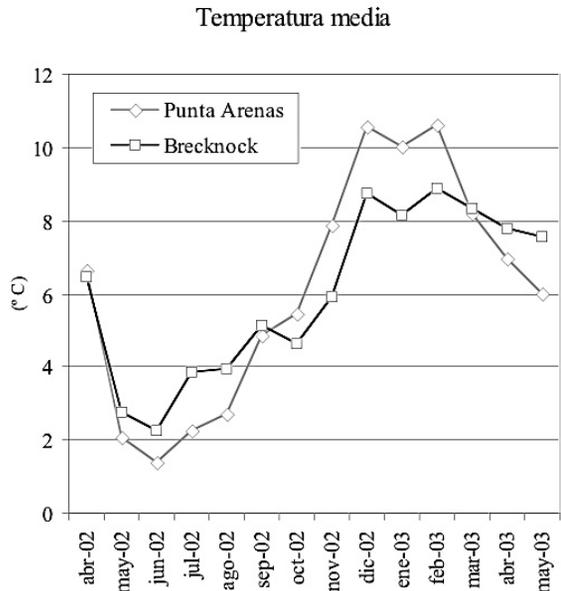


Fig. 6. Temperatura media mensual de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

tiene gran importancia ya que con tal amplitud, a esta zona le correspondería un tipo Clima Templado Frío con Gran Humedad (Cfk'c), según la clasificación climática de W Köppen y no la hecha por otros autores (Fuenzalida 1950,1967; Pisano 1977; Zamora & Santana 1979a) que la señalan en el grupo de Clima de Tundra Isotérmico (ETik'c).

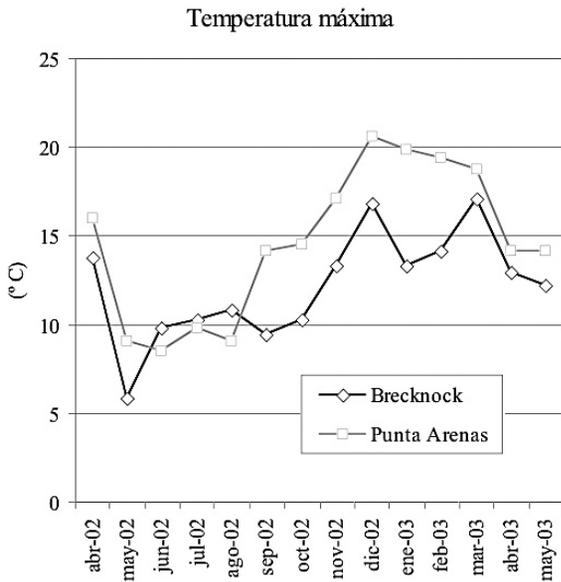


Fig. 7. Temperatura máxima mensual de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

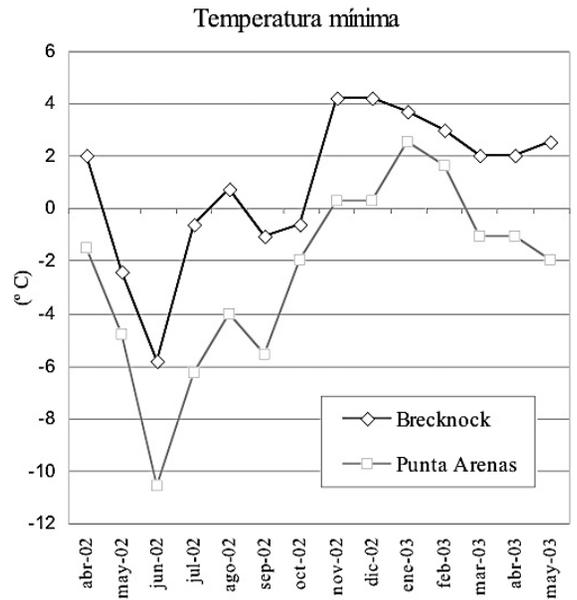


Fig. 8. Temperatura mínima mensual de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

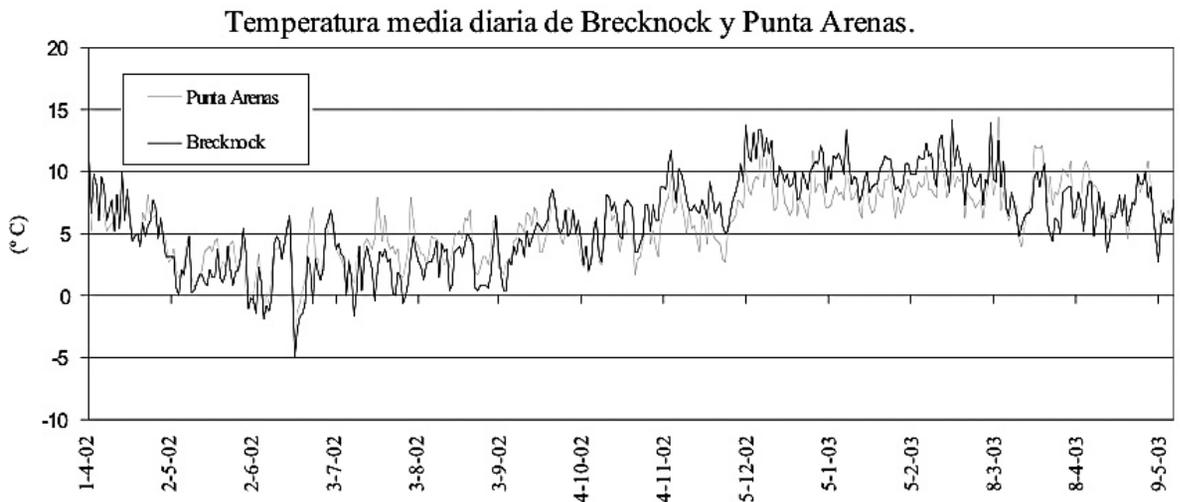


Fig. 9. Temperatura media diaria de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

Aquí no se cumple con la condición de isotérmico, puesto que la amplitud entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío es superior a 5° C. No se debe descartar que esto se deba a un cambio en el régimen térmico de los últimos años. La figura 6 muestra los valores medios mensuales de temperatura, obtenidos en Brecknock y en Punta Arenas para los meses de análisis.

Durante este periodo de registro, el máximo

promedio lo alcanzó febrero de 2003 con un valor de 8,8° C, seguido de diciembre de 2002 con un valor de 8,7° C. Por su parte el menor promedio lo presentó junio con un valor medio de 2,2° C. De igual manera que en Brecknock, el promedio más alto registrado en Punta Arenas durante este mismo periodo, fue en febrero, alcanzando un promedio de 10,6° C.

Las temperaturas máximas alcanzadas en

Brecknock oscilaron entre los 6,8° C y los 17,1° C, registradas en mayo de 2002 y marzo de 2003 respectivamente. Durante todos los meses de registro, las temperaturas máximas fueron inferiores a las registradas en los mismos meses en Punta Arenas, excepto en junio, julio y agosto, como lo muestra la figura 7.

Referente a las temperaturas mínimas, éstas oscilaron entre los -5,8° C, registrados en junio de 2002 y los 4,2° C ocurridos en diciembre de 2002 y en enero de 2003. Si se compara con Punta Arenas, queda en evidencia nuevamente el rasgo marítimo característico de esta localidad ya que los valores mínimos son superiores a los registrados en la ciudad de Punta Arenas durante todos los meses. Los valores mensuales se muestran en la figura 8 para ambas localidades.

La temperatura máxima registrada en Punta Arenas durante este mismo periodo alcanzó a los 21,2° C, en diciembre del 2002, en tanto que, la temperatura mínima llegó a los -11,4° C en junio del 2002.

La variación de la temperatura promedio diaria se muestra en una correlación directa con la variación diaria mostrada en Punta Arenas. El índice de correlación entre estas localidades alcanza al 92%, con lo cual se puede inferir que la temperatura en Brecknock varía en forma similar que en Punta Arenas. Esto es un comportamiento ya conocido en otras zonas de Magallanes (Glacer, 2000; Schneider *et al.* 2003 Santana *et al.* 2006), en que las correlaciones superan el 90%. La figura 9 muestra la variación diaria de la temperatura en Brecknock y Punta Arenas, evidenciando la alta correlación que existe entre estas localidades.

Este hecho es sumamente importante y significativo ya que al haber una correlación tan alta, es posible establecer que la temperatura tuvo un comportamiento muy similar al obtenido en Punta Arenas. El análisis de la información del último siglo muestra que la temperatura en Punta Arenas tiene una pendiente levemente negativa, que indica un enfriamiento de esta región (Zamora & Santana 1979b; Daly 2000; Hansen 2005<sup>4</sup>). Así debería ser la tendencia del último siglo en Brecknock, de manera que el comportamiento histórico de esta localidad podría asumirse de esta manera. Sin embargo, también debe considerarse posible un cambio en las últimas décadas, en el aumento de los índices de correlación entre estas localidades (Daly 2993).

### Presión atmosférica

La presión atmosférica presentó un promedio anual de 999,9 hPa, valor inferior al de Punta Arenas que alcanzó a los 1003,0 hPa, en las mismas condiciones de registro. En la figura 10 se observa la variación mensual de la presión atmosférica para las localidades de Brecknock y Punta Arenas y se puede observar que la variación muestra periodos de mayor y menor presión atmosférica durante el año. Los meses de invierno se destacan por presentar mayores promedios que los meses de primavera y verano, mostrándole las mismas variaciones en ambas localidades. Estas altas presiones de invierno se deben a la alta presión polar que en esta época del año cubre gran parte de la región de Magallanes, entregando condiciones de tiempo que se caracterizan por bajas velocidades del viento, cielos despejados y precipitaciones de agua-nieve y nieve. Sin embargo, se debe destacar la diferencia entre estas localidades, de alrededor de unos 4 hPa más bajo en Brecknock, como promedio en todos los meses. Esto evidencia la cercanía del frente polar a esta última localidad, el cual trae asociado condiciones de mal tiempo y eventos meteorológicos de gran magnitud como precipitaciones y vientos extremos. En general el

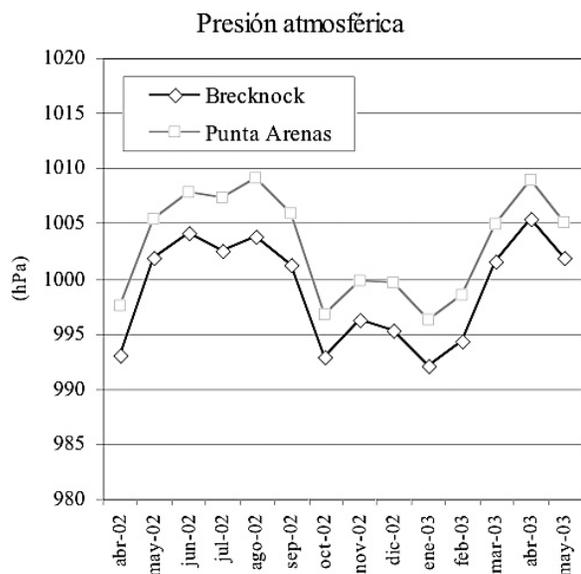


Fig. 10. Presión atmosférica promedio mensual de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

<sup>4</sup> Hansen, J. 2005. GISS Website Curator: Robert B. Schmunk Responsible NASA Official: James E. Hansen. Page updated: 2005-12-15. [http://data.giss.nasa.gov/gistemp/station\\_data](http://data.giss.nasa.gov/gistemp/station_data).

promedio de presión más bajo de esta zona le da características de más inestabilidad a su clima.

Cabe destacar también que las variaciones de la presión en ambas localidades y a una resolución temporal muy alta (cada media hora) presenta un muy alto coeficiente de correlación, del orden del 99%.

### Radiación solar PAR

La radiación PAR registrada en Brecknock muestra un promedio anual de  $146,2 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ . Este valor es inferior al promedio obtenido en Punta Arenas en  $134,6 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ , baja muy significativa si se compara con su valor medio. La radiación PAR en Brecknock es inferior a la de Punta Arenas en un 47,9%. El mes de mayor radiación fue noviembre de 2002 con un promedio de  $263,8 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  mientras que el de menor promedio fue junio con  $28,5 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ . En comparación con Punta Arenas, se observa una diferencia en todos los meses, siendo menores los promedios en Brecknock. Estas diferencias se hacen mayores en los meses de verano y se reducen en los meses de invierno. Así, mientras las diferencias pueden llegar a menos de  $40 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  durante los meses de invierno, éstas pueden llegar a más de  $300 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  durante el verano. Naturalmente esta diferencia tiene como principal factor, la diferencia

de latitud, aunque también colabora la cercanía del frente polar aportando más nubosidad, precipitaciones y condiciones de mal tiempo en general, en la zona del canal Brecknock.

La figura 11 muestra los promedios de radiación PAR obtenidos en Brecknock y en Punta Arenas. No obstante esto, los máximos valores alcanzados en Brecknock, en un periodo promedio de media hora, superan los  $2.000 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  durante los meses de verano.

### Velocidad del viento

Generalmente la velocidad del viento en Punta Arenas se presenta como una función casi directa de la radiación solar, es decir, a mayor promedio de radiación, mayores son los promedios de velocidad del viento. Por tanto se puede decir que el viento en Punta Arenas presenta una estacionalidad casi coincidente con la de la radiación solar.

Las velocidades del viento en la zona del canal Brecknock son superiores a las alcanzadas en Punta Arenas. Cabe mencionar que la altura estándar para las mediciones del viento en estaciones formales es de 10 m s. n. s., con lo cual, se hace posible la correcta comparación entre estaciones. En este caso ambas mediciones se hicieron a una misma altura de manera que, a pesar de no estar a la altura estándar, su comparación es válida. La velocidad media anual calculada a partir del periodo de datos disponibles llega a los 4,4 m/s, valor superior en 2 m/s al promedio obtenido en iguales condiciones en Punta Arenas, es decir, a una altura de 2,5 m s.n.s. Si se quiere comparar éstos, con datos de Punta Arenas a 10 m s. n. s. (Butorovic 2003, 2004), los valores obtenidos a 2,5 m sobre el suelo, deberán extrapolarse a la altura estándar. El mes de mayor promedio fue mayo de 2003 alcanzando a 5,8 m/s., mientras que ese mismo mes el promedio en Punta Arenas llegó a 2,5 m/s. Es mes de menor viento fue mayo de 2002. De manera general, todos los meses presentaron promedios superiores a los registrados en Punta Arenas. A diferencia de la ciudad, el viento en Brecknock no muestra una estacionalidad clara, ni alguna dependiente de la radiación solar. En cambio, muestra incrementos en los promedios durante los meses de invierno y disminución de estos en los meses de primavera, casi al contrario de Punta Arenas. No obstante esto, es

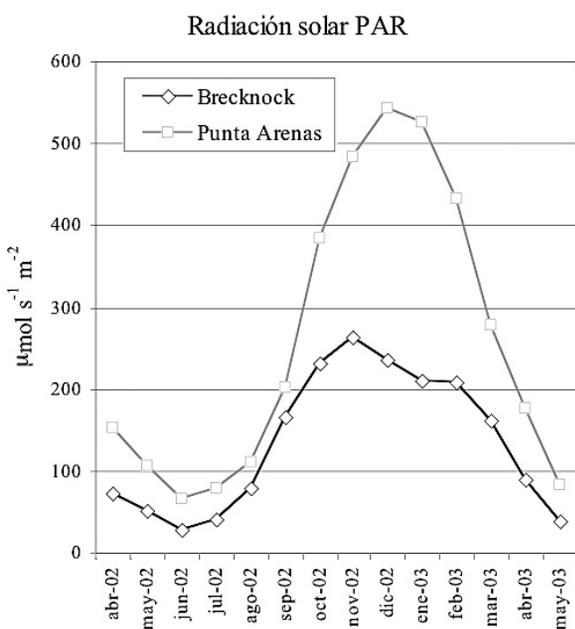


Fig. 11. Radiación PAR media mensual de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

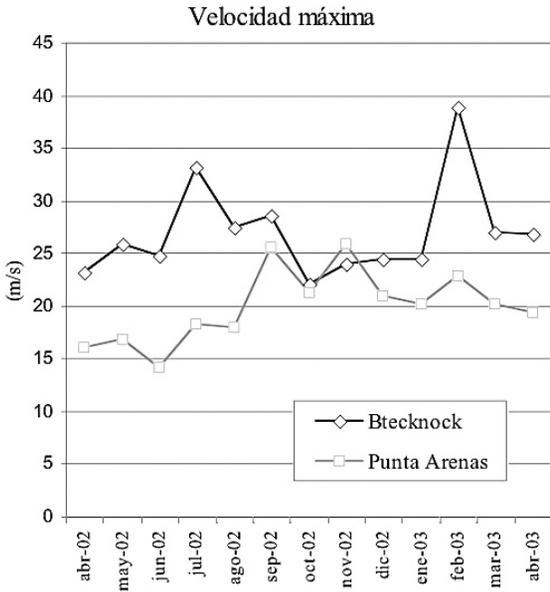


Fig. 12. Velocidad media mensual del viento de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

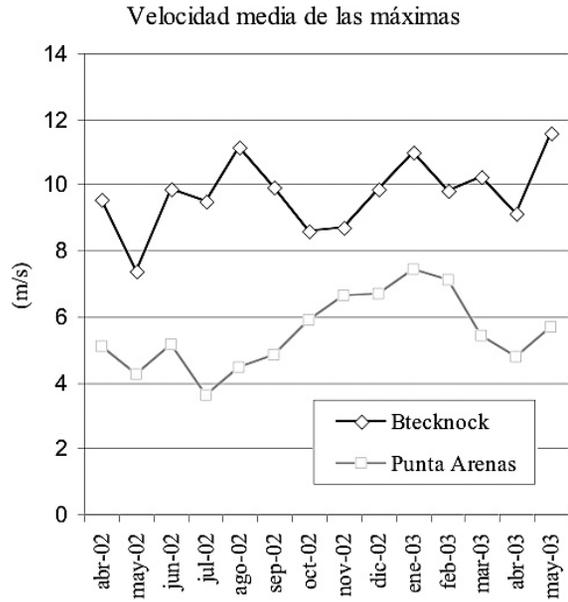


Fig. 13. Velocidad promedio mensual de las máximas del viento de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

necesario disponer de series de tiempo más largas para establecer este comportamiento como una característica de esta zona. La figura 12 muestra los valores medios mensuales del viento en Brecknock y Punta Arenas.

Respecto de las velocidades máximas registradas en cada periodo de media hora y definida como promedios mensuales de las máximas, se observa que los valores medios en cada mes son mayores a los obtenidos para Punta Arenas durante todo el año. El promedio anual llega a los 9,7 m/s, en tanto que en Punta Arenas, éste alcanza a los 5,6 m/s, estableciéndose una diferencia de 4,2 m/s entre ambas localidades. Al igual que las velocidades medias, el comportamiento es estacional en Punta Arenas, mientras que en Brecknock éste no se aprecia. La figura 13 muestra las velocidades medias de las máximas para ambas localidades.

Las rachas máximas instantáneas mensuales del periodo analizado, fluctuaron entre los 22,1 m/s y más de 38 m/s. Si bien la mayoría de los meses presentaron rachas máximas superiores a las registradas en Punta Arenas, se destaca la alcanzada en febrero del 2003 que llegó a los 38,8 m/s, es decir, unos 149 km/h. Esta velocidad representa un valor que se registra sólo en forma muy excepcional en el área de la ciudad de Punta

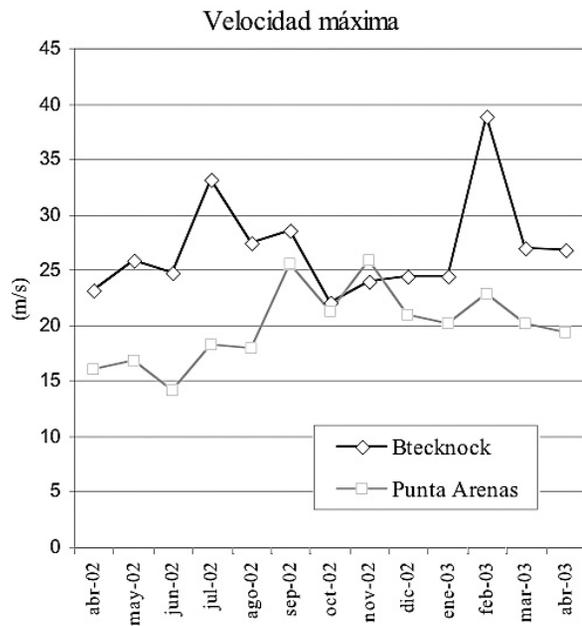


Fig. 14. Velocidad máxima mensual del viento de Brecknock y Punta Arenas en el periodo abril 2002- mayo 2003.

Arenas. Un antecedente de este tipo se registró en dos ocasiones en las últimas tres décadas: la racha alcanzada el 7 de abril de 1982, oportunidad en que ésta llegó a más de 150 km/h (Santana 1982) y el día 6 de marzo de 1993 con una velocidad máxima de 150,1 km/h (Santana 1993), en ambas ocasiones, con dirección oeste. El único mes que superó en la velocidad instantánea a Brecknock fue noviembre de 2002. La figura 14 muestra las rachas máximas mensuales en ambas localidades.

*Precipitaciones*

Esta variable es tal vez la mas difícil de describir, ya que según los registros, ocurrió una precipitación mensual de más de 4.000 mm, en octubre de 2002, lo cual difiere notablemente del resto de los meses de registro. Estos últimos presentan montos entre los 100 mm y los 300 mm mensuales y el total de octubre del 2002 llegó a los 4.158,8 mm. Por su parte, la serie entregada por la estación no evidenció fallas en este mes, de manera que un evento de este tipo debe considerarse como posible, ateniéndose estrictamente al registro obtenido. De ser real este fenómeno de octubre de 2002, correspondería a un mega evento del cual existen muy pocos registros en la región de Magallanes.

Para el análisis de estos datos se optó por

tratarlos en montos diarios de precipitación, para comparar los eventos habituales con el ocurrido en octubre de 2002, De esta manera, en la figura 15 se observa que, aunque el monto frecuente en esta zona llega a los 20 mm/día, no es tan excepcional que este valor sobrepase los 300 mm/día, como ocurrió en agosto de 2002. Los montos de octubre exceden la escala del gráfico y su detalle se muestra en la figura 16.

En las precipitaciones ocurridas entre el 11 y 21 de octubre de 2002, en Brecknock, los montos diarios alcanzaron valores entre los 130 mm/día y los 990 mm/día, según lo muestra la figura 16. Cabe mencionar aquí, que un monto de 314 mm en un día se registró el 13 de agosto de 2002, lo cual hace aparecer posible que se alcancen montos diarios muy altos en esta zona. Como referencia, el monto promedio anual en Punta Arenas alcanza a los 430 mm.

Se analizó la precipitación diaria de octubre de 2002 en otra estación relativamente cercana, en el canal Beagle, la cual no evidenció un fenómeno similar. Por tanto, si este fenómeno registrado en Brecknock se trata de un evento real, este debió ser muy localizado, ya que, la precipitación de bahía Pía (54°50' S y 69°40' W) presentó valores diarios frecuentemente bajo los 30 mm y máximos de hasta 50 mm/día, dejando de manifiesto el régimen distinto

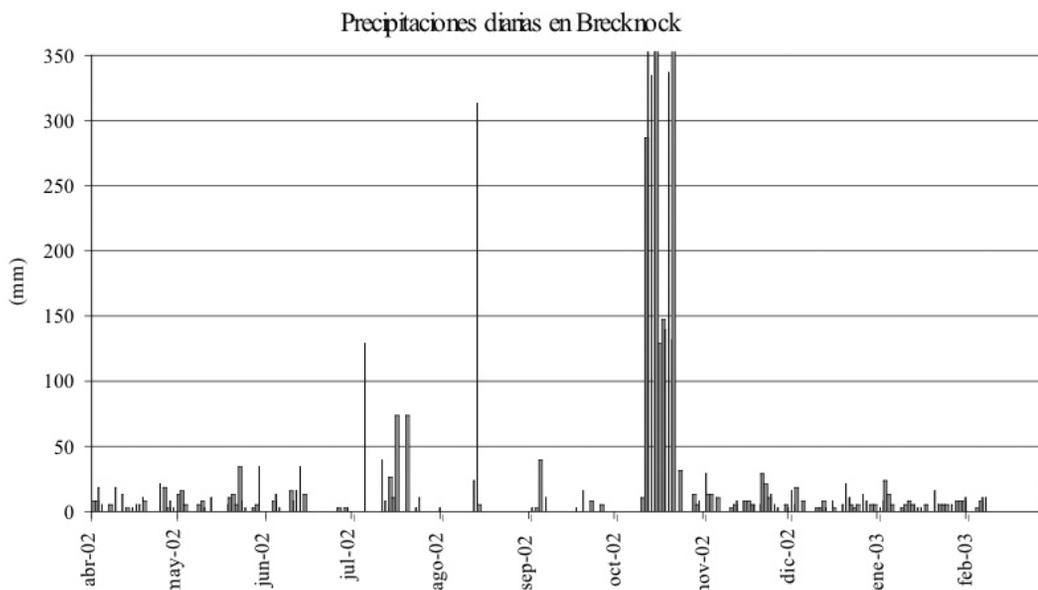


Fig. 15. Precipitación diaria de Brecknock en el periodo abril 2002- mayo 2003.

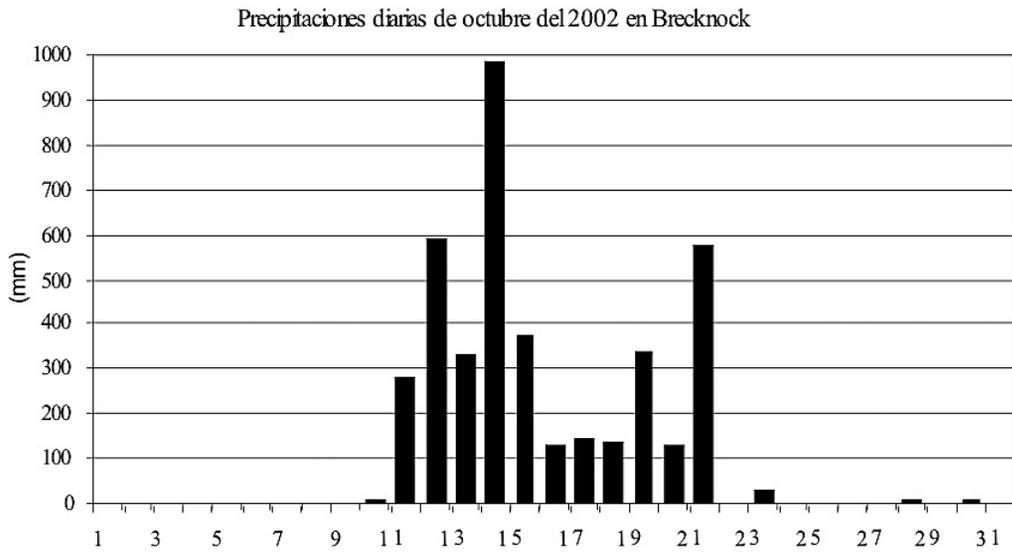


Fig. 16. Precipitación diaria de Brecknock en octubre de 2002.

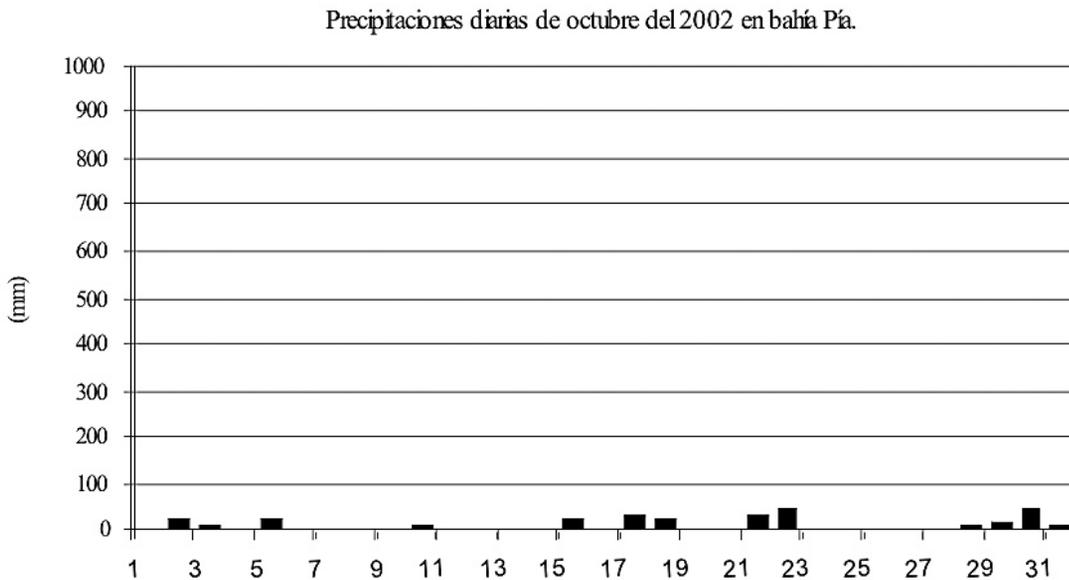


Fig. 17. Precipitación diaria de bahía Pía en octubre de 2002.

de esta localidad respecto a Brecknock y Punta Arenas. En general, la parte austral de Magallanes posee una variabilidad pluviométrica importante (Santana *et al.* 2006). La figura 17 muestra la precipitación diaria de la estación en bahía Pía, para el mes de octubre de 2002. La escala del gráfico se mantuvo igual a la de la figura 16 para facilitar su comparación.

Se debe tomar en consideración además que la estación de Brecknock está expuesta hacia el océano

Pacífico y enfrentando las rigurosas condiciones de mal tiempo por ser un área muy cercana a la zona del frente polar, que en otoño e invierno se desplaza hacia el sur, retornando a latitudes menores en primavera, cubriendo frecuentemente la zona del canal Brecknock.

Según los trazados de isoyetas realizados para Magallanes, la mayor parte de los autores (Jerez & Arancibia 1972; Hoffman 1975) estiman una precipitación media para esta zona entre unos

1.200 mm/año a 1.500 mm/año, con lo cual el monto alcanzado representa un valor superior en un 350 %.

Se debe tener en cuenta además que, según la información de Punta Arenas, se atraviesa por un periodo de años muy lluviosos durante la última década Santana *et al.* 2006), lo cual puede estar ocurriendo en toda la región y naturalmente en Brecknock.

## CONCLUSIONES

Brecknock presenta una temperatura media anual de 5,8° C, lo que es 0,2° C inferior a Punta Arenas bajo condiciones similares de medición y específicamente para el periodo analizado.

Las temperaturas medias mensuales muestran claramente el carácter marítimo de la localidad de Brecknock en relación al de Punta Arenas. Esto se manifiesta en las mayores temperaturas invernales y las menores temperaturas estivales.

Las temperaturas máximas son inferiores en todos los meses a las de Punta Arenas excepto en invierno, mientras que las mínimas absolutas mensuales son superiores a las registradas en la ciudad, en todos los meses.

La alta correlación de la temperatura media diaria hace suponer que el comportamiento térmico de Brecknock en el largo plazo debe ser muy similar al de Punta Arenas. Esto es significativo, ya que podríamos afirmar también que la tendencia térmica histórica mostrada en Punta Arenas debió ser similar en esta zona. No obstante, esta correlación alta también puede ser el resultado de un cambio climático experimentado en las últimas décadas.

La presión atmosférica presenta un promedio general y durante todos los meses inferiores en unos 4 hPa a los obtenidos en Punta Arenas, lo cual establece condiciones de tiempo más inestables que las del área de la ciudad.

La radiación solar PAR es claramente estacional en ambas estaciones y el promedio anual registrado en Punta Arenas, casi duplica al obtenido en Brecknock. Esta diferencia se manifiesta más fuertemente en los promedios mensuales durante la época estival, mientras que en invierno la diferencia de promedios es mucho menor.

La menor radiación de verano en Brecknock, respecto de Punta Arenas, se debe por un lado, a

la diferencia latitudinal entre ambas y por otro, a la mayor nubosidad presente en esta época, producto de la presencia del frente polar en estas latitudes.

Los promedios mensuales de viento en Brecknock superaron a los de Punta Arenas durante todo el periodo de registro.

Debido a los bajos valores alcanzados por la radiación solar y al contrario de Punta Arenas, no se aprecia una estacionalidad clara en la variación del viento durante el año, sino más bien se observa un incremento de las velocidades en invierno. Respecto a las velocidades medias de las máximas, estas casi doblan su valor promedio al obtenido en Punta Arenas. Las rachas máximas instantáneas mensuales son superiores a las de la ciudad de Punta Arenas excepto en noviembre, época en que este meteoro aumenta, producto de la mayor radiación solar y del desplazamiento del frente polar hacia latitudes mayores, hacia el sur de Magallanes. En 14 meses de registro se produjo una racha máxima de 150 km/h, valor que se da sólo en forma muy excepcional en el área de la ciudad. Una longitud estadística meteorológica mayor de Brecknock mostrará si esto es un fenómeno habitual o un evento de excepción, ocurrido dentro de este periodo analizado.

El registro de datos de precipitación en Brecknock, da cuenta de un fenómeno hasta ahora desconocido en la región, como fue la intensa precipitación ocurrida en octubre de 2002. Podríamos estar en presencia de un mega evento localizado en esta área, ya que en un día la precipitación casi alcanzó los ¡1.000 mm! No se observó un fenómeno similar en estaciones del canal Beagle ni en Punta Arenas. La cantidad precipitada en este año supera en un 350% a las precipitaciones estimada en todos los trazados de isoyetas regionales.

De acuerdo a los valores de precipitación y temperatura obtenidos para el periodo analizado, a la localidad de Brecknock le corresponde un tipo climático Templado Frío con Gran Humedad (Cfk'c) y no un tipo de Clima de Tundra Isotérmico (ETik'c), como lo describen la mayoría de los autores que utilizan la clasificación de Köppen.

Si bien, el periodo de registro de datos entrega algunas características del clima de Brecknock, éstas deben ser corroboradas a partir de periodos más extensos de información meteorológica obtenidas en AWS de alta resolución temporal.

## LITERATURA CITADA

- Butorovic, N. 2003. Resumen meteorológico año 2002. Estación Jorge C. Schythe. *Anales Instituto Patagonia*. (Chile), 2003. 31: 123-130.
- Butorovic, N. 2004. Resumen meteorológico año 2003. Estación Jorge C. Schythe. *Anales Instituto Patagonia*. (Chile), 2004. 32: 79-86.
- Daly, J. 2000. The surface record. Report the Greening Earth Society on Global Mean Temperature and How it determined at surface level. <http://www.john-daly.com/ges/surf-tmp/surf-temp.htm>. <http://www.john-daly.com/stations/stations.ht>.
- Daly, J. 2003. La estación de la semana. 20 de enero del 2003. Punta Arenas, Chile y Ushuaia, Argentina, en <http://mitosyfraudes.8k.com/Calen/ushuaia.html>.
- Endlicher, W. & A. Santana 1988. El clima del Sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. Un siglo de mediciones climatológicas en Punta Arenas. *Anales Instituto Patagonia*, Serie Ciencias Naturales, (Chile), 1988. 18: 57-86
- Endlicher, W. 1991. Zur Klimageographie und Klimaökologie von Südpatagonien. 100 Jahre klimatologische Messungen in Punta Arenas. *Freiburger Geographische Hefte*. University of Freiburg, Germany. Vol. 32, 161-211.
- Fuenzalida, P. H.. 1950. Clima: En: Geografía Económica de Chile. CORFO. I:188-254.
- Fuenzalida, P. H.. 1967. Clima: En: Geografía Económica de Chile. Texto refundido. CORFO. 98-152.
- Hoffman, J. 1975. Atlas climático de América del Sur. OMM-WMO-UNESCO. Cartografía. Printed in Hungría.
- Jerez M. & Arancibia P. 1972. Trazado de Isoyetas del sector centro oriental de la Patagonia de Magallanes. Serie monografías Instituto de la Patagonia. 4. Punta Arenas. 28 pp.
- Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia Chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 57° S.. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) 8: 121-250.
- Santana, A., C. Porter, N. Butorovic & C. Olave. 2006. Primeros antecedentes climatológicos de estaciones automáticas (AWS) en el canal Beagle, Magallanes, Chile. *Anales Instituto Patagonia* (Chile). 34: 5-20.
- Santana, A. 1982. Resumen meteorológico 1982. Estación Jorge C. Schythe. *Anales Instituto Patagonia*, Serie Ciencias Naturales. (Chile), 1982. 13: 225-230.
- Santana, A. 1993. Resumen meteorológico 1993. Estación Jorge C. Schythe. *Anales Instituto Patagonia*, Serie Ciencias Naturales. (Chile), 1993-94. 22: 79-86.
- Schneider, C., M. Glaser, R. Kilian, A. Santana, N. Butorovic & G. Cassassa 2003. Weather Observations Across the Southern Andes at 53°S. *Physical Geography*. 24 (2): 97-119.
- Tuhkanen, S. 1992. The Climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and its ecoclimatic counterparts elsewhere. *Acta Botanica Fennica*, 145: 5-107
- Weischet, W. 1985. Climatic constraints for the development of the far south of Latin America. *Geo Journal*, 11:79-87.
- Weischet, W. 1996. Regionale Klimatologie Teil 1, Die Neue Welt. Amerika Neuseeland, Australien. Stuttgart, Germany: B. G.Teubner. 468 pp.
- Zamora, E. & A. Santana 1979a. Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia entre las latitudes 35°30'S y 56°30'S. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) 10: 109-144.
- Zamora, E. & A. Santana 1979b. Oscilaciones y tendencias térmicas en Punta Arenas entre 1888 y 1979. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) 10: 145-154.