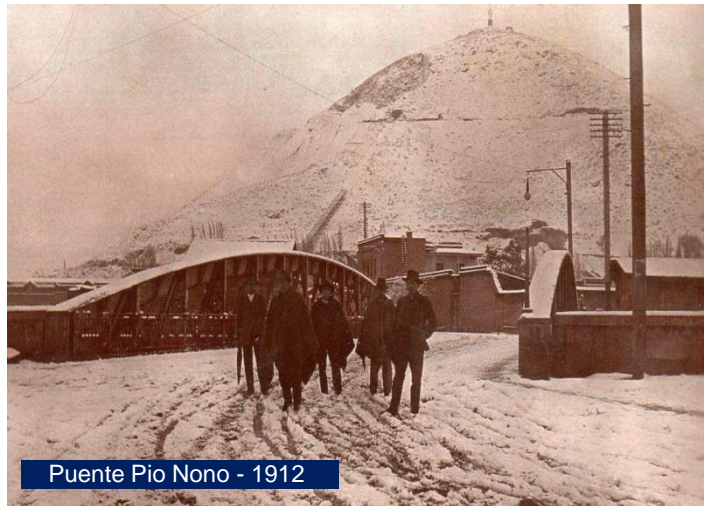


Eventos de nieve en Santiago de Chile

- Contexto general de la nevada del 15 de julio de 2017.
- Frecuencia, recurrencia e intensidad de las nevadas históricas.
- Patrón sinóptico asociado a las nevadas entre 1948 y 2017
- Relación con el ciclo El Niño/La Niña.



Santiago - 1990



Puente Pio Nono - 1912



Las Condes - 2017



Cerro Santa Lucía - 1971



Oficina de Servicios Climatológicos
Oficina de Cambio Climático

Subdepartamento de Climatología y Meteorología Aplicada
Dirección Meteorológica de Chile



Resumen

En el presente informe se realiza un análisis de la nevada del 15 de julio de 2017, considerando los factores sinópticos y climáticos asociados. La cantidad de nieve registrada en Santiago osciló entre 3.0 cm en Quinta Normal y 10.0 cm en La Reina (Tobalaba).

Los datos analizados, tanto de reanálisis como de imágenes de satélite, muestran la presencia de una alta fría sobre el Pacífico frente a las costas de Chile, junto a la inestabilidad post frontal sobre la zona central, como responsables de la nevada que afectó a varias ciudades de la zona central del país.

Considerando los eventos de nieve, desde 1948 a la fecha en Santiago, se concluye que a la presencia de una alta fría frente a las costas de Chile y una baja presión cruzando la zona central, se suma una alta presión de bloqueo sobre el mar de Bellinghausen-Amundsen en las cercanías de la Antártica, ayudando a generar una advección de aire frío desde esta zona del planeta hacia Chile.

Considerando los registros históricos, el recuento de eventos de nieve en Santiago entre el siglo XIX y XXI alcanza un total de 74 nevadas que han afectado algún sector urbano de la ciudad.

Durante el siglo XIX se contabilizaron 31 nevadas con efectos en el centro de la ciudad de Santiago, número que disminuye a 28 durante el siglo XX.

Entre el año 2000 y 2017, dos eventos registraron nieve en sectores como Plaza Italia y/o Quinta Normal.

La recurrencia o periodicidad de las nevadas que afectan el centro de Santiago oscila entre 1 y 4 años, pero con una alta variabilidad.

El periodo comprendido entre 1920 y 1960 fue de alta frecuencia de nevadas, con algunos años registrando hasta tres eventos en un solo invierno.

El caso contrario ocurre luego de la década del 60, en donde la periodicidad aumenta a 8 años entre cada nevada con efectos en el centro de la ciudad y con un máximo de 18 años sin eventos de nieve entre 1972 y 1990.

Es importante mencionar que a pesar de que las nevadas son eventos de baja frecuencia, no es extraño que caiga nieve en Santiago cada cierta cantidad de años.

Meteorólogos que escribieron esta publicación:

José Vicencio Veloso
Macarena Zuleta
Ricardo Vásquez

Fotografías:

Recopilación realizada a través de Facebook, en el sitio de Fotos Históricas de Chile.

Fotografía de Vitacura 2017 perteneciente a [@cherrada_](#)



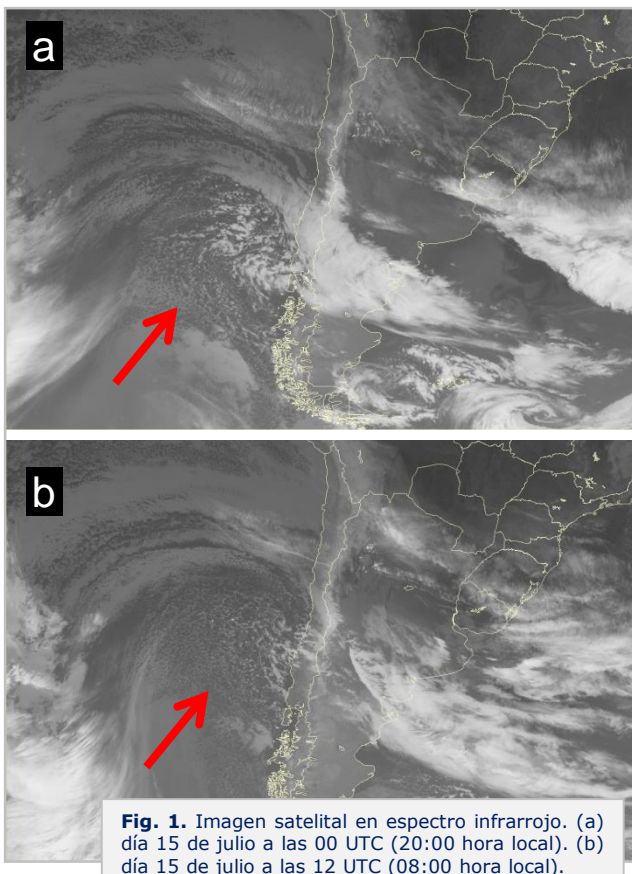
Información importante:

Los registros de nieve en Santiago fueron obtenidos a través de diferentes fuentes informativas, tales como lo son fotografías, observaciones meteorológicas, anuarios y formularios meteorológicos y noticias en medios masivos. La información también fue extraída de publicaciones científicas, como la de Nicolás Peña (La gran nevada del 12 de agosto de 1920) y la de Enrique Blanchard-Chessi (Nevadas caídas en el Valle Central, 1920).

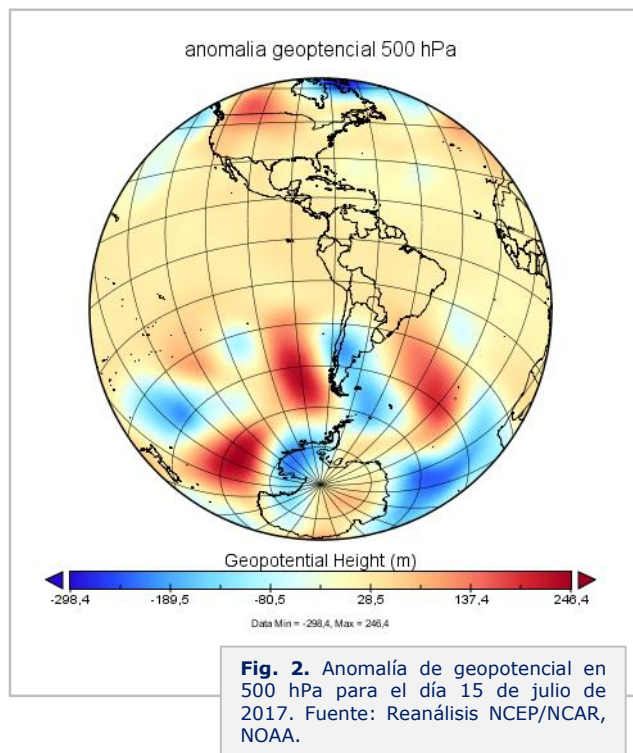
Contexto general de la nevada del 15 de julio de 2017

Durante la madrugada del día 15 de julio de 2017, comenzó a precipitar sobre la región Metropolitana chubascos de lluvia, seguido de nieve desde las 04:00 hasta las 08:00 horas aproximadamente. Según los reportes oficiales en la estación meteorológica de Quinta Normal, se registró a las 12 UTC (08:00 hora local) 3 cm de nieve y en el aeródromo de Tobalaba 10 cm. Reportes similares de medición solo se encuentran en los años 1912 y 1920, ambos con 6 cm de nieve acumulada, más el año 1922 donde se encontró 2 reportes el mes de agosto de 1.3 y 3.5 cm de nieve respectivamente.

Aunque los eventos de precipitación tipo nieve no son tan comunes en la región Metropolitana, si son recurrentes bajo cierto tipo de configuración sinóptica, registrándose durante los últimos 17 años, 9 eventos de nieve en distintos sectores de del gran Santiago.



En la Fig. 1.a, se observa el ingreso del sistema frontal afectando la zona centro y sur del país, acompañado en su parte posterior por la masa fría, destacada por la nubosidad cumuliforme (indicada con flecha de color rojo). En la Fig. 1.b, se observa el ingreso de la masa fría post frontal, la cual está asociada a inestabilidad atmosférica, generando la precipitación tipo nieve.



Descripción sinóptica

En cuanto a la anomalía de altura geopotencial en 500 hPa (5.000 msnm¹ apróx.), que se muestra en la Fig. 2, se aprecia la incursión de anomalías negativas proveniente del polo hacia la zona central del país, las cuales toman esta dirección debido a un bloqueo generado en el océano, ubicado al suroeste de Chile, frente a las costa sur y austral del país. Este bloqueo, junto a las anomalías negativas de geopotencial, se observó igualmente a nivel de 700 y 850 hPa (3.100 y 1.500 msnm respectivamente).

¹ msn. Metros sobre el nivel del mar.

La disminución de los valores geopotenciales se ve reforzada con temperaturas negativas segregadas desde el polo (Fig.3.a), las cuales se proyectan al sector oceánico donde se encuentra ubicada la zona de bloqueo, conformando así el anticiclón frío migratorio posterior al paso del sistema frontal, destacado por presiones hasta 1.035 hPa en su centro, a nivel de superficie (Fig. 3.b).

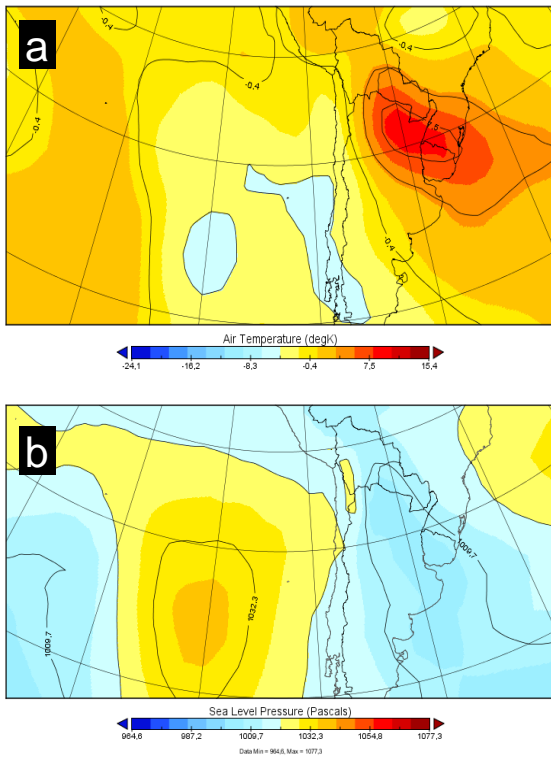


Fig. 3. En a) anomalía de temperatura a nivel de superficie, y b) Presión a nivel medio del mar del día 15 de julio de 2017. Fuente: Reanálisis NCEP/NCAR, NOAA.

Al analizar el sondeo de Santo Domingo (que muestra la variación vertical de la temperatura y humedad con la altura), en la Fig.4, el cual es representativo para la zona central, se observa que durante el día 15 en horas de la mañana (08:00 hora local), destaca la altura de la isoterma 0°C (la cual representa el límite entre la precipitación sólida y líquida), la cual se ubicó aproximadamente a los 1.080 msnm, tal como indica la línea en color negro en la Fig.4. Según datos observados, la isoterma 0°C para el mes de julio, se presenta a una altura aproximada en la zona central de 2.970 msnm, por lo que tuvo una disminución de 1.890 metros el día 15 de julio. Adicionalmente, se destaca una disminución de su altura en 1.320 metros respecto al día anterior, la cual se encontraba aproximadamente a los 2.400 msnm (figura no mostrada).

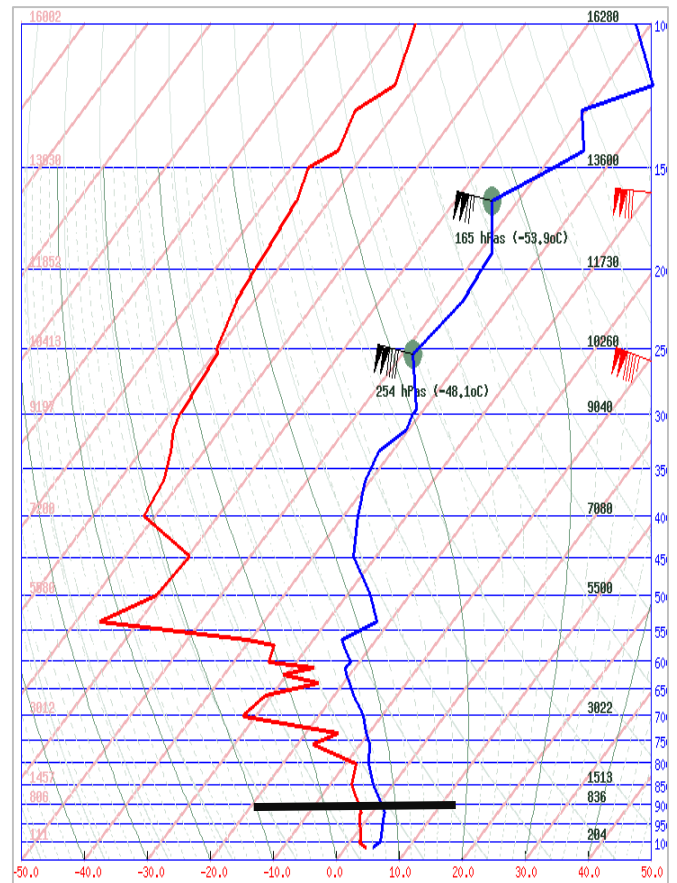


Fig. 4. Sondeo de Santo Domingo del día 15 de julio a las 12 UTC (08:00 hora local). Isoterma 0°C se presenta en la línea negra horizontal.

Frecuencia, recurrencia e intensidad de las nevadas históricas

Los registros de nieve en Santiago se remontan más de 200 años. La recopilación de la información proviene de anuarios meteorológicos, fuentes periodísticas y publicaciones.

Durante el siglo XIX, se registraron 32 nevadas que afectaron a alguna parte de Santiago, de los cuales 31 eventos generaron caída de nieve en el centro de la ciudad. En el siglo XX, se mantuvo el total de nevadas al igual que en 1800, pero con una disminución de la cantidad de nevadas registradas en el centro de la ciudad: 28 eventos fueron medidos en alguna comuna céntrica y/o en la estación meteorológica de Quinta Normal.

Actualmente, entre el año 2000 y 2017 se han registrado 9 nevadas y solo dos han sido medidas en el sector centro.

Las nevadas más importantes del siglo XX y lo que va del XXI, como se aprecia en la tabla, dejaron más de 3.0 cm acumulados y alcanzaron hasta 10.0 cm en el evento de 2017 en la estación meteorológica de Tobalaba (La Reina) y 3.0 cm en Quinta Normal, en comparación la nevada del 18 de agosto de 1922 acumuló hasta 8.0 cm en Recoleta.

La frecuencia de eventos de nieve con efectos en el centro de la ciudad varía según la época. Por ejemplo, en el siglo XIX, la frecuencia osciló entre 1 y 2 años entre cada nevada. En el siglo XX y hasta 2017, la frecuencia osciló entre 1 y 4 años.

El periodo comprendido entre 1920 y 1960 registró

Nevadas más relevantes del Siglo XX y XXI en Santiago

30/06/1912	~6.0 cm
12/08/1920	3.0 a 6.0 cm
18 y 27/08/1922	~8.0 cm
10/07/1933	(1)
21/06/1971	(1) y (2)
08/08/2007	s/i
15/07/2017	3.0 a 10.0 cm

- (1) Sin información de acumulado, pero fue una nevada de larga duración en la mañana (4 a 5 horas).
 (2) Nevada intensa, afectó a otras ciudades también.

un importante número de nevadas, inclusive, hubo algunos años registrando hasta 3 eventos por invierno, tal como se puede ver en la fig. 5.

Sin embargo, a partir de la década del 60, la frecuencia de nevadas en el sector centro de Santiago disminuyó considerablemente, produciéndose una nevada cada 8 años en promedio.

El periodo más extenso sin nevadas fue de 18 años y se produjo entre 1972 y 1990. Le siguen los 17 años entre 1990 y 2007.

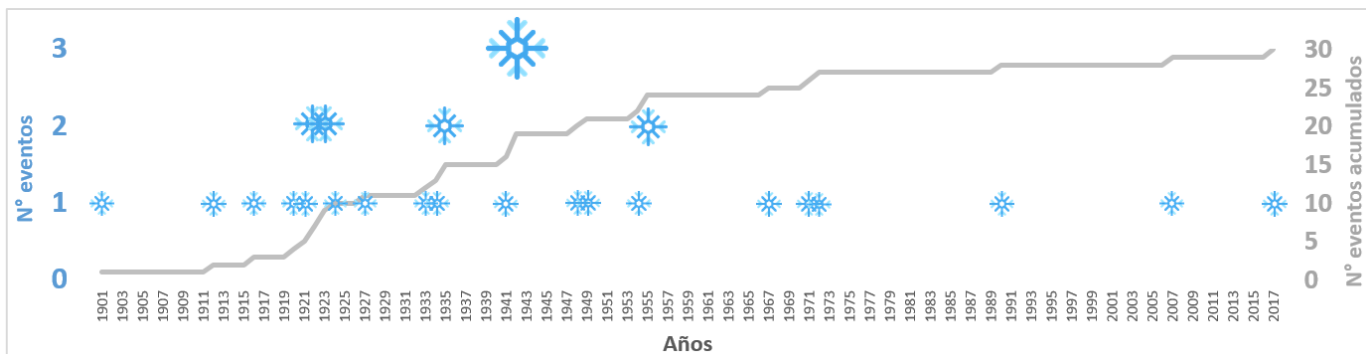


Fig. 5. Número de eventos de nieve por año (copo celeste) y número de eventos acumulados (línea gris) entre 1900 y 2017.

Patrón sinóptico asociado a los eventos de nieve desde 1948 hasta 2017

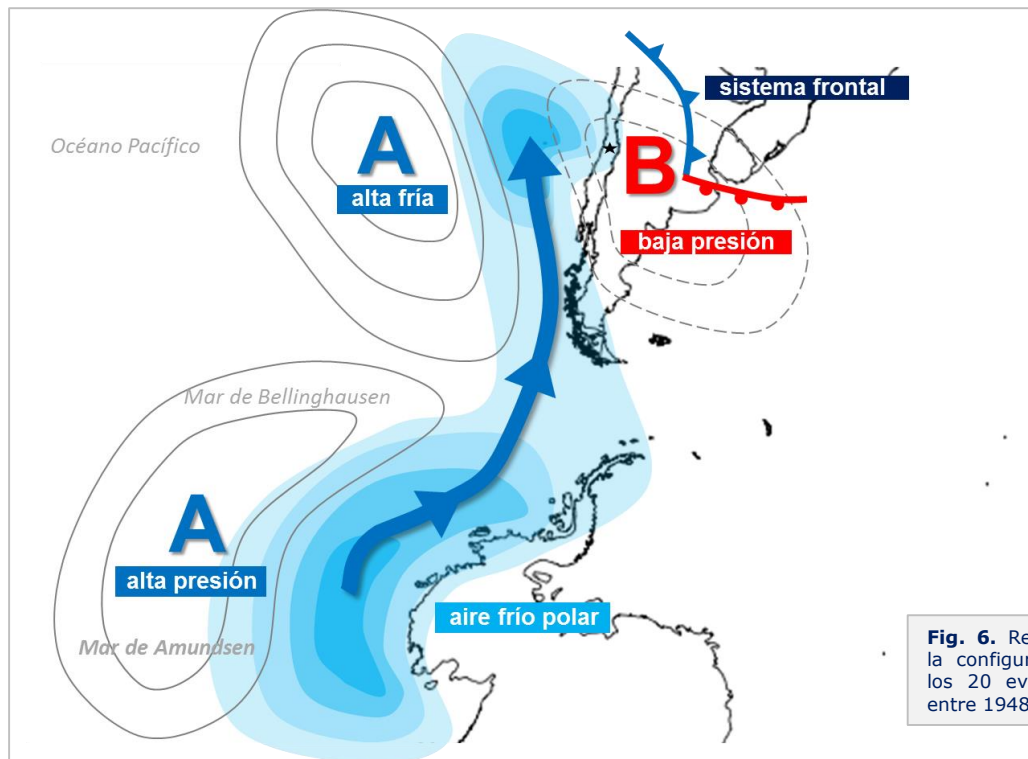


Fig. 6. Representación esquemática de la configuración sinóptica promedio de los 20 eventos de nieve en Santiago entre 1948 y 2017.

Las nevadas en Santiago están asociadas a la presencia de aire muy frío y precipitaciones. Pero para entender que es lo que sucede realmente, echaremos mano a una herramienta muy útil: el reanálisis NCEP-NCAR.

El compuesto de anomalías asociado a los 19 eventos de nieve en la capital muestran:

- 1) Un bloqueo sobre el mar de Bellinghausen-Amundsen:** La A azul cerca de la Antártica se conoce como un bloqueo. Por su circulación, comienza a arrastrar aire frío hacia el norte (flecha azul en la fig. 6).
- 2) Una alta presión fría migratoria:** frente a Chile (letra A azul) y sobre el Océano Pacífico, nuevamente arrastra el aire frío desde el sur. Esta combinación produce que aire muy frío sea desplazado cada vez más cerca de Chile Central.
- 3) Aire frío:** A medida que la masa de aire frío se mueve más al norte, comienza a encontrarse con una superficie de mar que está más cálida,

por lo que el aire se inestabiliza y se comienza a formar nubosidad detrás de una baja presión que en ese momento cruza por Chile Central.

- 4) La precipitación:** Las lluvias asociadas a esta baja presión con un potente aire frío detrás (también llamada inestabilidad post frontal) es capaz de generar precipitaciones de nieve en Santiago, debido a que se produce un descenso de temperaturas lo suficientemente importante como para disminuir la altura de la isoterma 0°C.

Tal como se puede apreciar en la fig. 6, la combinación de diferentes factores dinámicos es de gran importancia para que ocurra un evento de estas características. Y si bien hay eventos de nieve que están asociado a condiciones sinópticas ligeramente diferentes, lo que sucede en el Pacífico Suroriental frente a las costas de nuestro país y la Antártica es de gran relevancia para poder pronosticar las nevadas.

Relación con el ciclo El Niño/La Niña

Los eventos de nieve en Santiago, ¿estarán relacionados con los cambios del ciclo El Niño/La Niña?

Un indicador apropiado para conocer el comportamiento del Océano Pacífico Tropical y su relación con episodios de El Niño y La Niña, es la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM). En la figura 6, se muestra la serie de este indicador, donde anomalías negativas (azules) indican eventos fríos (La Niña) y anomalías positivas (rojo) están relacionados con eventos cálidos o El Niño. Los círculos negros corresponden a los eventos de nieve en Santiago.

Según esta relación, se observa que **9 de cada 10 eventos que registraron nieve en Santiago se han producido bajo condiciones frías (La Niña) o neutras**, esto quiere decir que un 86% de las nevadas registradas se asocian en general a un Océano Pacífico neutro o más frío de lo normal. Por el contrario, solo 1 de cada 10 eventos (14%) se han producido en condiciones cálidas (o El Niño).

Considerando a los eventos más importantes de nieve en Santiago, se puede identificar que, en los años 1922, 1933, 1971 y 2007 predominaron condiciones La Niña o inviernos que pasaban de condiciones neutras a frías en el Océano Pacífico Tropical. Las intensas nevadas que cayeron en 1912 y 1920 se produjeron bajo condiciones neutras, por lo tanto, es muy probable **que la mayor parte de las nevadas más importantes se produjeron bajo condiciones frías o La Niña.**

¿Y qué sucede con la nevada de 2017? Aunque la anomalía de temperatura de la Región 3.4 se encontraba con valores en torno a $+0.5^{\circ}\text{C}$, esto no lo clasifica como un evento El Niño. El Océano Pacífico Tropical se encontraba bajo condiciones neutras (es decir, ausencia de El Niño y La Niña).

La relación exacta de como el ciclo El Niño/La Niña ayuda a generar más nevadas en Santiago es, por ahora, desconocido. Se requieren de estudios más detallados para poder entender esta posible relación.

