

La altura de la isoterma 0°C durante tormentas en Chile central

René D. Garreaud

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, y centro CR2.

Durante una tormenta, la altura de la isoterma 0°C (H_0) delimita aproximadamente las zonas que recibirán lluvia (terreno con elevaciones bajo H_0) o nieve (terreno con elevaciones sobre H_0). La nieve quedará sobre el terreno y generalmente se derrite después de las tormentas (tal vez en la primavera próxima). En contraste, la mayor parte de la lluvia escurre sobre el terreno y da origen a las crecidas de los ríos y eventualmente puede ocasionar aluviones.

Cada tormenta tiene su propio valor de H_0 (e incluso esta altura puede variar durante la tormenta). La **curva roja** en la **Figura 1** muestra la distribución de frecuencia de H_0 en tormentas en Chile central (en torno a Santiago). En promedio H_0 alcanza un valor de unos 2200 m sobre el nivel del mar (msnm) pero la distribución es amplia: en algunos muy fríos casos H_0 está por debajo de los 1500 msnm y en algunos casos cálidos H_0 está por encima de los 3500 msnm (Garreaud 2013).

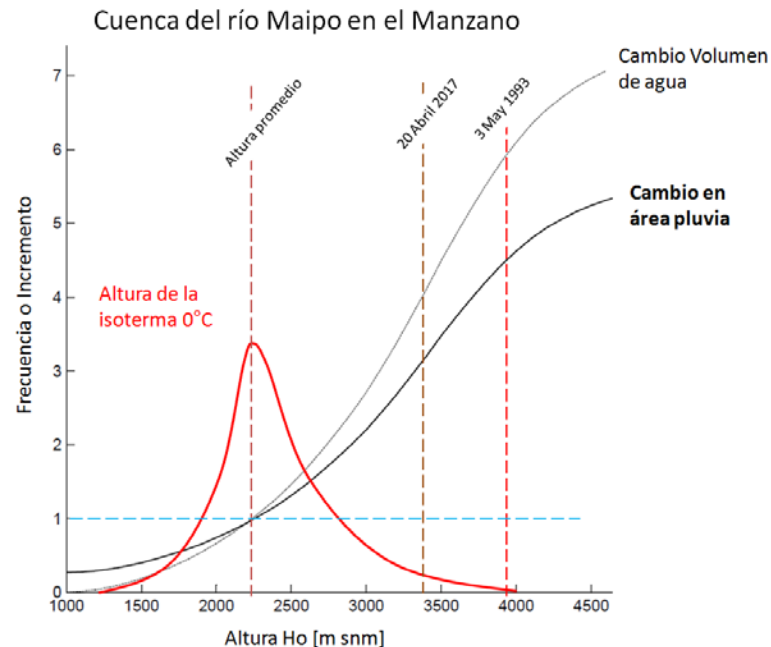


Figura 1: Distribución de frecuencia de la isoterma 0°C durante tormentas en Chile central (curva roja). Las líneas gris y negra muestran el incremento del área pluvial y volumen disponible en relación a los valores cuando H_0 se encuentra en su valor medio. Adaptado de Garreaud (2013)

Cuando H_0 está muy elevada se produce un significativo aumento del área pluvial (es decir, el área dentro de la cuenca que recibe lluvia y aporta a la escorrentía superficial). Como en general la precipitación aumenta con la altura (ver por ejemplo el caso de la **Figura 2b**), el volumen de agua disponible para una crecida aumenta aun más a medida que se eleva H_0 .

En la **Figura 1** se realizó el cálculo del área pluvial y volumen disponible de agua para la cuenca del río Maipo en el Manzano. Esta cuenca en la cordillera de Santiago tiene más de 4500 km² de superficie, se inicia a los 850 msnm y alcanza a ascender hasta unos 5000 msnm. Las líneas gris y negra muestran el incremento del área pluvial y volumen

disponible en relación a los valores cuando H_0 se encuentra en su valor medio (2200 m). Si en una tormenta $H_0=3000$ msnm (es decir, esta unos 800 m sobre el promedio), el área pluvia se duplica y el volumen aumenta en un factor 2.5. El caso más extremo en la historia reciente ocurrió el 3 de Mayo de 1993. Durante esa tormenta H_0 alcanzó cerca de 4000 msnm (casi 2000 m más que una tormenta promedio) cuadruplicando el área pluvial y quintuplicando el volumen de agua disponible (Garreaud & Rutllant 1997). En esa ocasión numerosos aluviones y crecidas súbitas afectaron el pie de monte de Santiago causando al menos 80 víctimas fatales.

En el caso de la tormenta recién pasada (20 de Abril del 2017) se estima que H_0 fue cercano a los 3400 msnm, triplicando el área pluvia respecto al promedio y aumentando en 4 el volumen disponible. Este valor de H_0 es ciertamente elevado y es superado en solo en una de cada 10 u 11 tormentas que afectan Chile central. Los valores de precipitación fueron muy menores en los valles (<3 mm) pero sustanciales (>30 mm) en cordillera. Ambos ingredientes son consistentes con tormentas denominadas "ríos atmosférico" (Figura 2a) y aportaron a los problemas de turbiedad en esta zona. Sin embargo, valores de H_0 superiores a los 3400 msnm han ocurrido en el pasado y NO es posible aun atribuir esta tormenta al cambio climático.

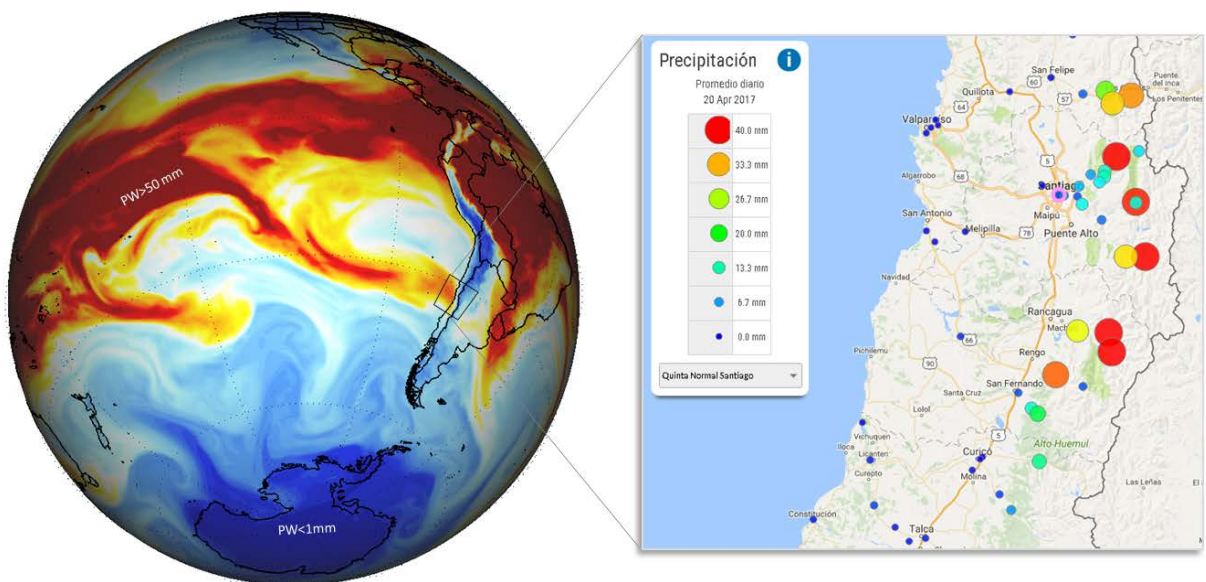


Figura 2: (a) Agua precipitable (GFS, 1200 UTC 20 Abril 2017). (b) Precipitación acumulada el 20 de Abril del 2017 en Chile central. Datos DMC+DGA visualizados directamente en el explorador climático (<http://explorador.cr2.cl/>)

Referencias

Garreaud, R., 2013: Warm winter storms in Central Chile. *J. of Hydrometeorology*, **14**, 1515-1534

Garreaud, R., y J. Rutllant, 1996: Análisis meteorológico del los aluviones de Antofagasta y Santiago de Chile en el periodo 1991-1993. *Atmósfera*, **9**, 251-271