



El influjo de Siberia en noviembre

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

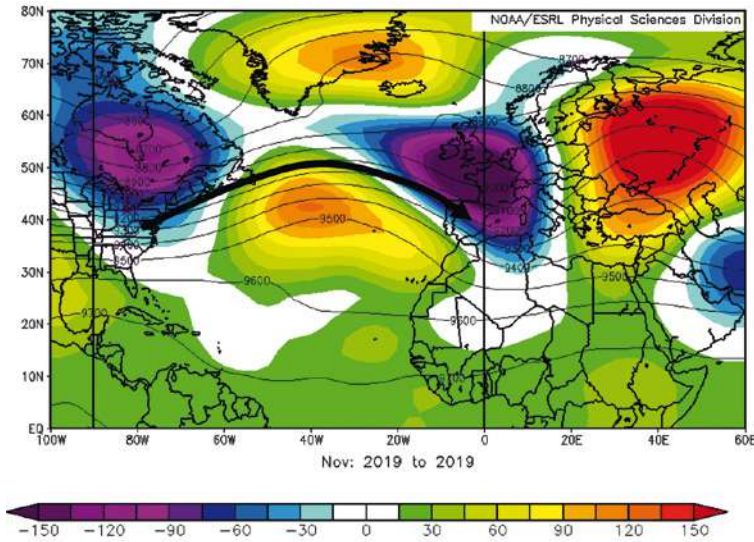


Figura 1. Promedio de la altura del geopotencial (trazos finos) y sus anomalías (coloreadas) en 300 hPa, y posición de la corriente en chorro (trazo grueso) en noviembre de 2019. Fuente NOAA/ESRL

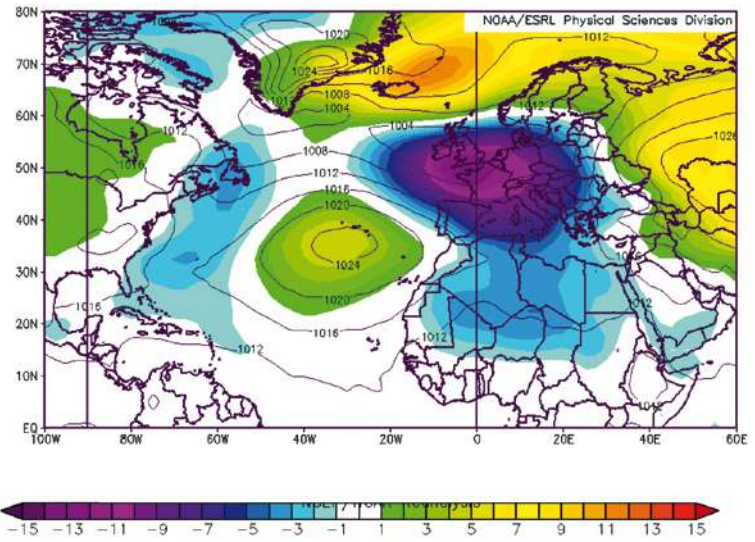


Figura 2. Promedio de la presión a nivel del mar (trazos finos) y sus anomalías (coloreadas) en noviembre de 2019. Fuente NOAA/ESRL

Las figuras 1 y 2 muestran los mapas medios del mes de noviembre de altura del geopotencial en 300 hPa (Z300) y sus anomalías, y de presión a nivel del mar y sus anomalías. Se aprecia que la mayor parte de la península ibérica estuvo bajo una anomalía Z300 negativa/ciclónica centrada en Brest, mientras en el océano Atlántico central predominó una anomalía positiva/anticiclónica de Z300. El campo medio de presión al nivel del mar y sus anomalías (figura 2) es muy parecido. Además en la figura 1 está esquematizada la posición de la corriente en chorro polar media en la troposfera alta, situada entre ambas anomalías, que atravesaba la Península de NO a SE.

La posición media de la corriente en chorro y la orografía explican el desigual reparto de las precipitaciones en la Península en noviembre (figura 3), siendo especialmente húmedo en las regiones atlánticas del norte, y más seco de lo normal en la costa y en el sur peninsular. Por un lado el norte estuvo mucho más expuesto a los frentes asociados a la sucesión de borrascas que desde el Atlántico se deslizaban al Mediterráneo a través de Francia siguiendo la dirección del chorro. Por otro lado la orografía ejerció una gran influencia sobre la actividad de los frentes, tanto mesoscalar por la disposición de las cordilleras respecto al flujo atmosférico, intensificando la precipitación a barlovento y tendiendo a disiparla a sotavento, como de escala sinóptica por efecto de la continentalidad de la Península. Este último efecto se aprecia en la cuña anticiclónica que presentaba el campo medio de presiones en niveles bajos, debida en buena parte al enfriamiento nocturno de las capas bajas sobre la Meseta, que se puede apreciar en la figura 4.

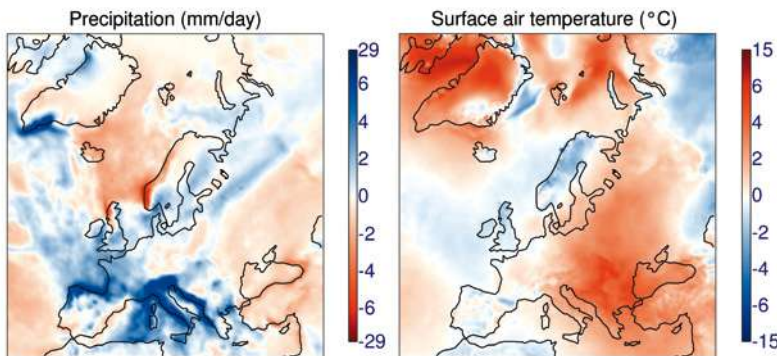


Figura 3. Anomalías de precipitación (izquierda) y de temperatura en superficie (derecha) en el mes de noviembre en Europa con referencia al periodo 1981-2010. Fuente Copernicus

El desajuste entre los campos en niveles bajos y altos debido a la cuña anticiclónica fría, daba como resultado que el viento geostrófico girara anticiclónicamente con la altura en el norte y noroeste de la Península, mientras que en el sur y sudeste girara ciclónicamente con la altura, lo que indica una advección cálida media que promovía los movimientos ascendentes del flujo de aire incidente en la primera de las regiones y una advección fría media en la segunda que inducía movimientos descendentes. En consecuencia, la interacción del flujo con la

¹ La clasificación de Font ha sido recuperada muy reciente y oportunamente por Carlos Santos, Álvaro Subías y Alejandro Roa en la nota técnica 27 de AEMET: *Recuperación de la clasificación sinóptica de Font: reconstrucción con el reanálisis ERA40* (2019)

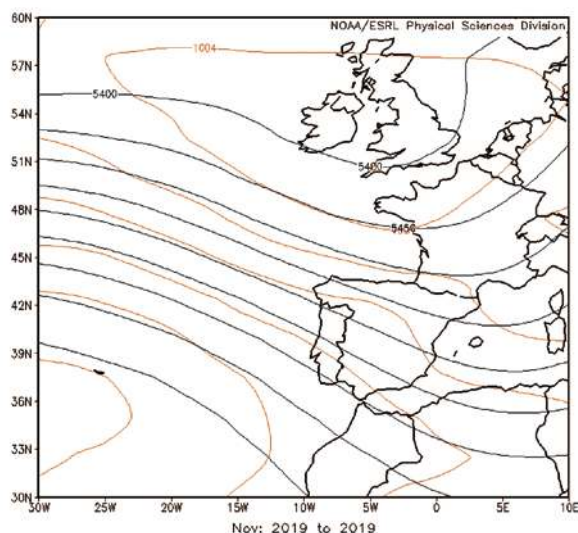


Figura 4. Campos medios de noviembre de altura del geopotencial en 500 hPa (líneas negras) y de presión a nivel del mar (líneas rojizas).

Fuente NOAA/ESRL

orografía favorecía las circulaciones frontales y las precipitaciones en el NE peninsular, ocurriendo lo contrario en el SE.

Esta situación media corresponde al patrón sinóptico de Font "tipo 2. IZ Anticiclón subtropical atlántico"¹ que, según Inocencio Font, en invierno puede dar lugar a abundantes precipitaciones y copiosas nevadas en zonas montañosas. Efectivamente, las precipitaciones en forma de nieve fueron muy abundantes para noviembre en los Pirineos, cordillera Cantábrica, Sistema Central y Sierra Nevada. En los Pirineos se alcanzaron espesores de nieve récord en noviembre para este siglo, principalmente en estaciones nivometeorológicas situadas en la mitad oeste de la cordillera: Linza -figura 5-, Panticosa,... En Navacerrada ha sido el mes de noviembre con mayor número de días de nieve del siglo XXI, 17 días. Por lo demás, el mes fue muy ventoso en el norte de la Península y normal en cuanto a temperaturas, salvo en el cuadrante nordeste, donde fue frío. Las temperaturas medias frías de Baleares, Cataluña y Aragón se explican por la mayor intensidad de la anomalía negativa Z300 (anomalía fría) en el Mediterráneo, que afectaba al nordeste peninsular.

En el resto de Europa, noviembre fue muy húmedo en amplias extensiones del oeste y en el Mediterráneo central, y especialmente seco en el sudoeste de Noruega, y las temperaturas fueron más cálidas de lo normal (debidas al flujo de componente sur el este de la anomalía ciclónica), excepto en la fachada atlántica.

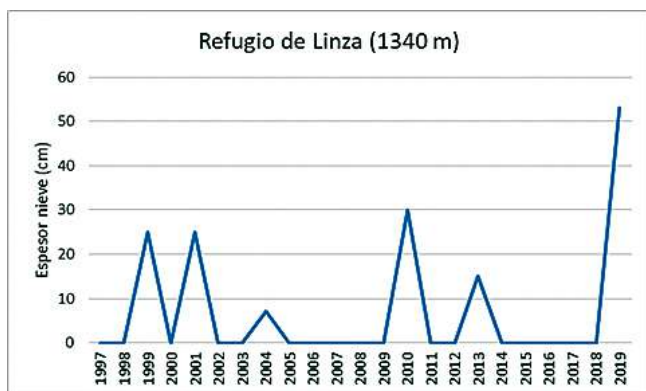


Figura 5. Espesor de la nieve en el refugio de Linza (Huesca) los días 15 de noviembre desde 1997. Figura facilitada por Samuel Buisán (AEMET, Aragón).

La influencia siberiana

El comportamiento del tiempo en las latitudes medias del hemisferio norte en la temporada fría (octubre a abril) está muy ligado a la variabilidad interanual del acoplamiento entre la troposfera y la estratosfera, y esta variabilidad está relacionada con cambios en los forzamientos en su contorno que condiciona el régimen del flujo dominante. Los forzamientos reconocidos incluyen el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur (ENSO), la Oscilación de Madden-Julian (MJO), la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), y la variabilidad de la nieve y el hielo marino en otoño en las latitudes altas del hemisferio norte. Durante el otoño el ENSO ha permanecido neutral, igualmente la PDO, la MJO no tiene un papel condicionante mensual en noviembre, pues tendría que haber habido un calentamiento estratosférico repentino en octubre, fenómeno del que no hay constancia de que haya sucedido nunca en ese mes, y, respecto al hielo marino está demostrada la influencia de su extensión en noviembre sobre los meses posteriores. Sin embargo, la extensión de la capa de nieve siberiana durante octubre tiene gran influencia sobre el clima de noviembre y meses posteriores del invierno, y este octubre la extensión de la nieve siberiana ha sido bastante mayor de lo normal, la séptima en extensión en 50 años (figura 6), con avance significativo a lo largo del mes.

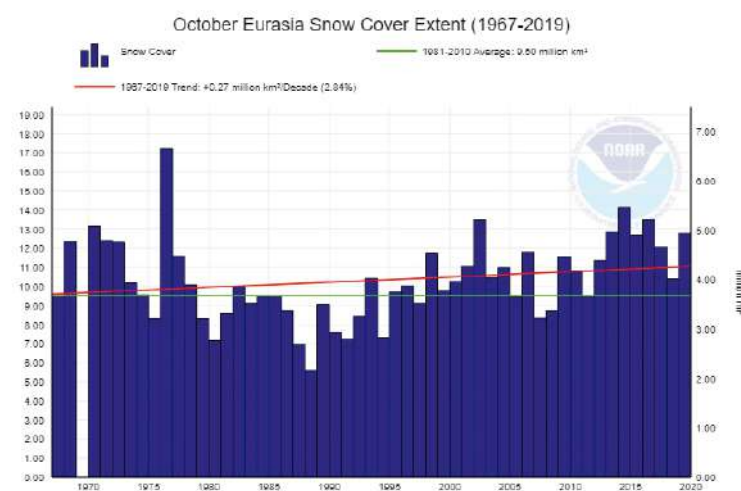


Figura 6. Serie histórica de la extensión de la cubierta de nieve euroasiática en octubre (Fuente: NOAA)

La figura 7 viene a reforzar la posible relevancia que ha tenido la extensión de la capa de nieve en octubre de este año sobre Siberia en el clima de la Península y de Europa en noviembre. Como se observa hay una gran correspondencia entre las anomalías medias de la altura del geopotencial en 500 hPa del mes de noviembre (figura 7a) y la regresión de las anomalías de geopotencial de 500 hPa de noviembre en el índice estandarizado de la extensión de la capa de nieve (SCE, *snow cover extent*) euroasiática de octubre, calculada para el periodo 1979-2017 (figura 7b)².

² La figura 7b debida a Furtado 2019 está obtenida con los campos atmosféricos de ERA-Interim y los datos de SCE del Rutgers Global Snow Lab.

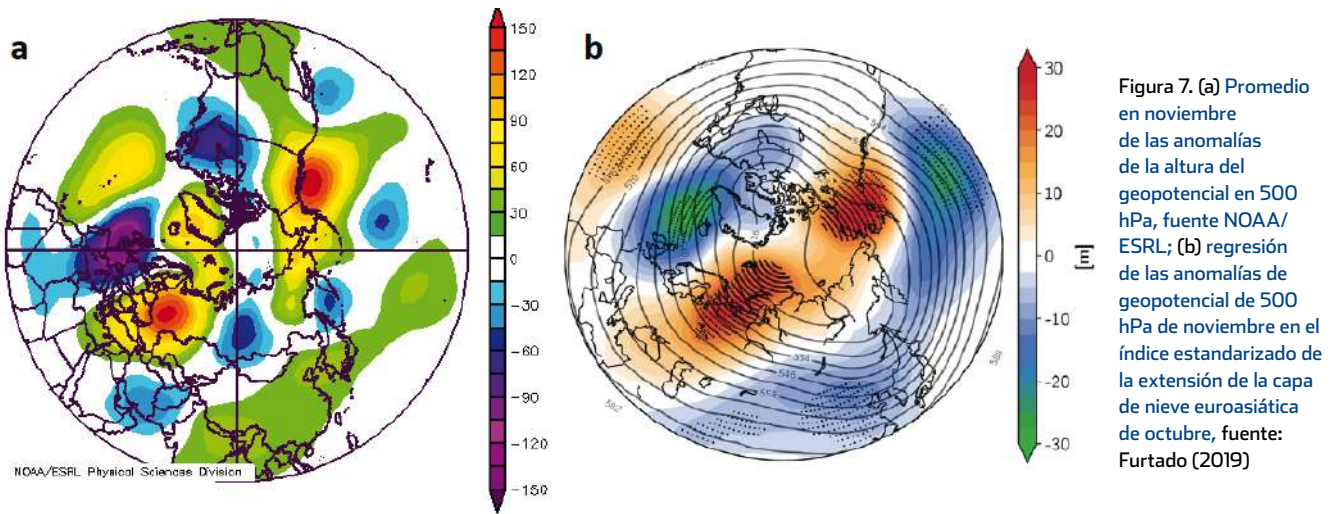


Figura 7. (a) Promedio en noviembre de las anomalías de la altura del geopotencial en 500 hPa, fuente NOAA/ESRL; (b) regresión de las anomalías de geopotencial de 500 hPa de noviembre en el índice estandarizado de la extensión de la capa de nieve euroasiática de octubre, fuente: Furtado (2019)

La relación de la extensión de la capa de nieve siberiana y su aumento a lo largo de octubre con la circulación en latitudes medias y altas del hemisferio norte fue estudiada primeramente por Cohen y Entekhabi (1999)³, que crearon el índice SCE euro-asiático que mide la extensión de la nieve en Siberia a latitudes por debajo de 60° N. Cuando existe un SCE alto en octubre, tiende a formarse una dorsal (anomalía positiva de la altura del geopotencial) en el noroeste de Asia, cerca de los Urales, y dos anomalías negativas contiguas, una corriente abajo que tiende a desarrollar una vaguada en el oriente asiático y el Pacífico norte, y otra, corriente arriba, que tiende a desarrollar una vaguada desde la península del Labrador hasta el noroeste de Europa. Este patrón se genera por el impacto termodinámico de la SCE euroasiática en expansión, que enfría la superficie, aumenta la presión en superficie, y posteriormen-

te amplifica la dorsal en altura en el noroeste de Asia, profundizando también las vaguadas al este y al oeste.

Parece sorprendente que la capa de nieve de Eurasia tenga una relación más intensa con el sector del Atlántico norte, que está corriente arriba, que con el del Pacífico norte, que está corriente abajo (figura 7b). El alta siberiana se debe a la masa de aire más fría y densa del hemisferio norte. Con una cubierta de nieve de extensión mayor a la normal, las capas inferiores de la troposfera se vuelven todavía más frías debido al gran albedo de la cobertura nivosa. El enfriamiento en la base de la columna atmosférica produce un flujo divergente que intensifica la alta presión de la región haciendo que se expanda. Pero corriente abajo del alta siberiana se encuentran grandes alturas orográficas (la meseta tibetana, el macizo de Altai, el Gran Khingan, montes Stanovoi, montes Sayanes, montes Cherski) que impiden la expansión del alta siberiana, que se encuentra muy coartada hacia el sur y hacia el este. Por consiguiente, el alta siberiana es forzada a expandirse hacia el oeste, adentrándose en el norte de Europa, o incluso hacia el norte, cruzando el polo norte y alcanzando el este de América del Norte. Cuando el alta siberiana se expande hacia el norte sobre el polo y hacia el oeste sobre el Atlántico norte, la baja de Islandia tiende a desplazarse hacia el sur y la corriente en chorro polar atlántica a adquirir una componente norte.

La anómala extensión de la nieve en el noroeste de Siberia en octubre puede explicarse por la anómala posición e intensidad de la corriente en chorro polar en octubre sobre Europa, adentrándose en el noroeste de Siberia, marcada a trazos en la figura 8.

La anómala extensión de la nieve en el noroeste de Siberia en octubre puede explicarse por la anómala posición e intensidad de la corriente en chorro polar en octubre sobre Europa, adentrándose en el noroeste de Siberia, marcada a trazos en la figura 8.

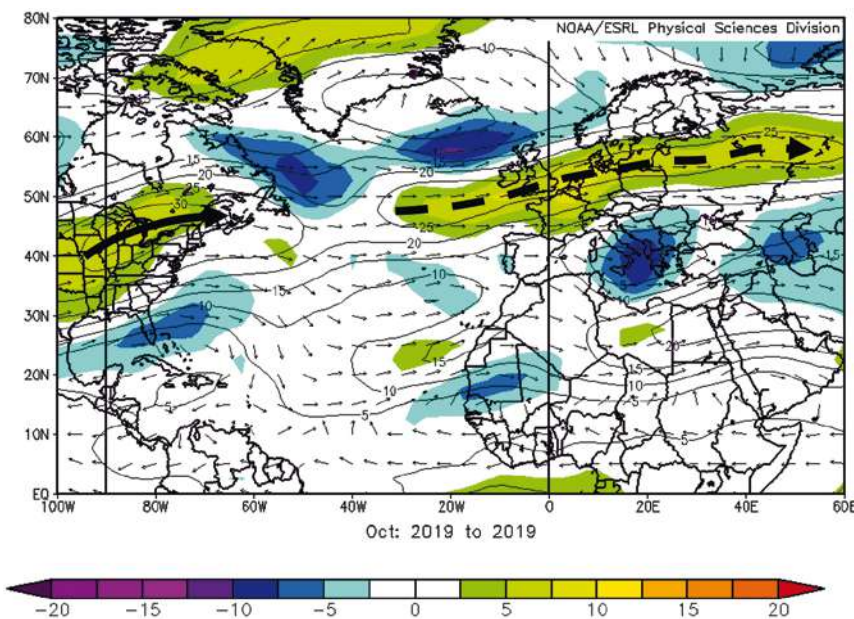


Figura 8. Promedio del viento y sus anomalías (coloreadas) en 300 hPa, y posiciones de las corrientes en chorro (trazos gruesos) en octubre de 2019

³ Cohen, J., D. Entekhabi, 1999: Eurasian snow cover variability and Northern Hemisphere climate predictability. *Geophys. Res. Lett.*, 26, 345–348, doi: 10.1029/1998GL900321.