

2.- ASPECTOS GENERALES DEL REGIMEN DE VIENTO EN CHILE

El uso de la energía eólica está restringido a la capa atmosférica más cercana al suelo, donde el flujo del aire se encuentra fuertemente condicionado por la topografía local y las características de rugosidad superficial. Por otra parte, la velocidad del viento aumenta significativamente en las primeras decenas de metros sobre la superficie. Esta situación obliga a definir modelos que permiten tomar en cuenta la variabilidad espacial, vertical y horizontal, en la distribución del recurso eólico.

La disponibilidad de este recurso cuando se consideran escalas espaciales mayores, depende de características específicas de la circulación atmosférica, tanto a escala continental, como a escala regional y local. En esta sección se realiza una descripción general de ellas para el caso particular de Chile, considerando primero los factores de gran escala y luego los factores regionales o locales.

2.1 Factores de gran escala

El régimen de viento está controlado principalmente por la distribución espacial del campo de presión. En la Fig. 2.1 se muestra la distribución media de la presión a nivel del mar en el sector sudamericano para enero y julio. Los sectores norte y central de Chile se encuentran bajo la influencia del anticiclón subtropical del Pacífico Sur, que se localiza alrededor de los 30° S en el sector oceánico. Esta situación favorece el establecimiento de vientos con una componente desde el sur en las áreas oceánicas adyacentes. El mayor gradiente de presión durante enero en el borde oriental del anticiclón es consistente con un leve aumento de la intensidad del viento en el sector oceánico frente a la costa central de Chile durante el verano, según se deduce de la información proporcionada por un atlas marino basado en observaciones desde barcos (Sadler et al., 1987), que muestra valores medios de velocidad superiores a 6 m/s en latitudes cercanas 30° S.

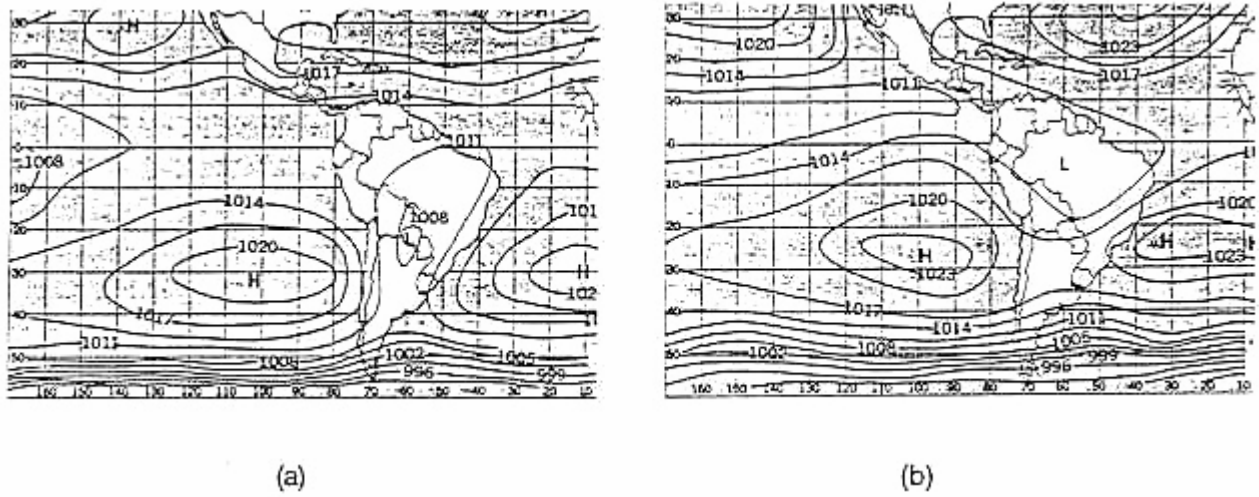


Fig. 2.1 Distribución de la presión a nivel del mar: a) enero; b) julio (adaptado de Trewartha y Horn, 1980, p.107)

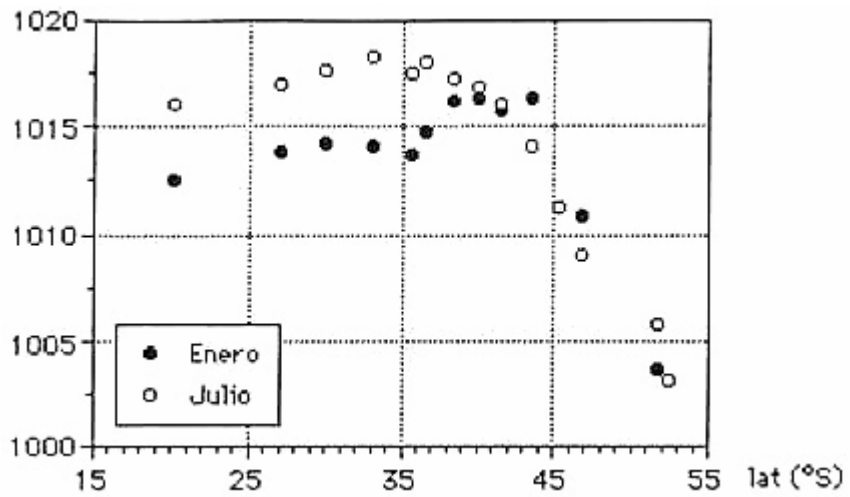


Fig. 2.2 Presión atmosférica a nivel del mar en enero y julio en estaciones costeras de Chile, según datos en Wittaker (1943).

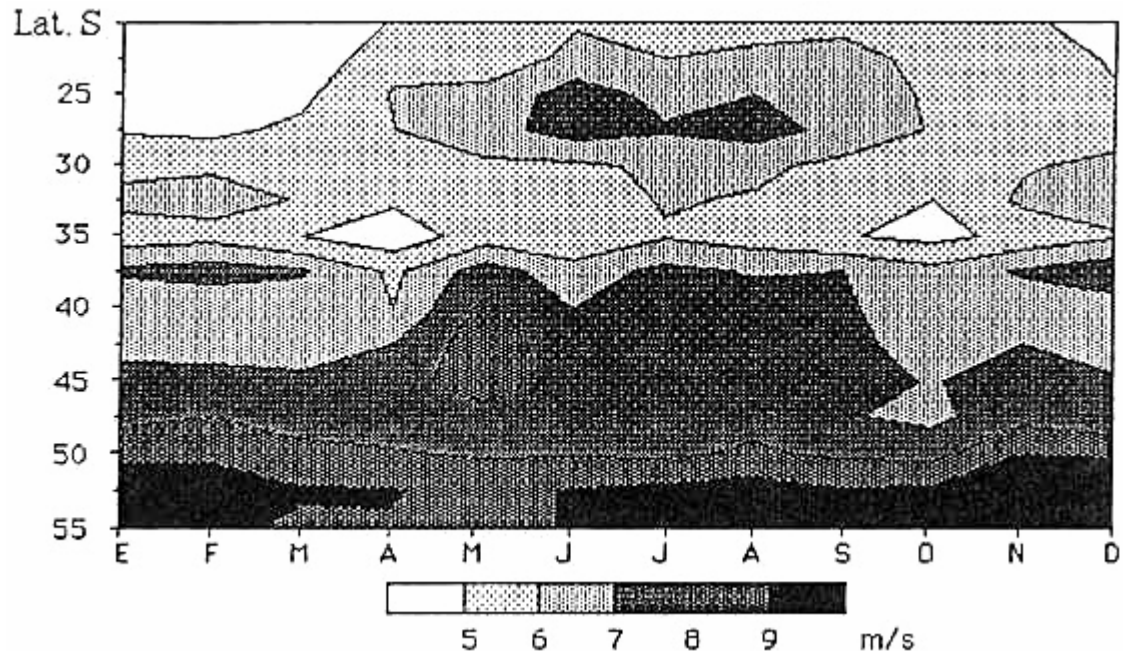


Fig. 2.3 Evolución a lo largo del año de la velocidad media del viento a 1000 mb frente a la costa chilena (longitudes 72.5°W y 75°W), según análisis diarios del Centro Meteorológico Europeo, en el periodo 1980-87.

Al sur de aproximadamente 40° S, predominan los vientos con una componente oeste asociados a un fuerte gradiente norte-sur en el campo de presión (Fig. 2.1). Esta última característica se presenta en forma más destacada en la Fig. 2.2 que muestra los perfiles latitudinales de presión a nivel del mar a lo largo de la costa chilena, para enero y julio.

La Fig. 2.3 muestra la evolución a lo largo del año de la velocidad media del viento a 1000 mb frente a la costa chilena, calculada en base a análisis diarios del Centro Meteorológico Europeo de las 12 horas (tiempo universal). El rasgo dominante a lo largo del año es el aumento de la velocidad desde valores inferiores a 5 m/s en el norte a velocidades medias que exceden 9 m/s en el sur, lo cual es consistente con el perfil latitudinal descrito para la presión a nivel del mar (Fig. 2.2). Contrariamente a las evidencias mencionadas que sugieren la existencia de un máximo estival de velocidad del viento en el sector oceánico costero subtropical, la Fig. 2.3 indica que al norte de 45° S los vientos más intensos se registran durante el invierno. Esta inconsistencia se origina probablemente en un problema de representación del

campo de presión en los análisis del Centro Europeo. Para latitudes más altas, la Fig. 2.3 muestra un aumento considerable en la velocidad del viento y la ausencia de un ciclo anual bien marcado. Esta característica se asocia con el paso continuo de sistemas migratorios de mal tiempo. En la región central del país la influencia de estos sistemas se alterna estacionalmente, dominando el flujo anticiclónico durante el verano y el régimen de los Oestes durante la estación fría.

La descripción anterior de las características generales del viento da cuenta de condiciones de gran escala sobre el sector oceánico, donde el ciclo diario no es muy marcado. Los factores locales que se describen a continuación, pueden alterar considerablemente la situación descrita.

2.2 Factores locales

A los vientos de gran escala descritos en el punto anterior, se deben superponer aquellos propios de sistemas de circulaciones de escala menor que, por regla general, presentan un marcado ciclo diario. Entre estos, los más significativos son los sistemas de brisas costeras y brisas de ladera o valle. En ambos sistemas el factor forzante es el contraste térmico, océano - continente en un caso y ladera - valle en el otro, que se deriva de una diferente respuesta al ciclo diario de insolación. Tales contrastes alcanzan su máxima expresión unas dos horas después del mediodía solar y su intensidad está modulada por la presencia de nubosidad y el tipo de cobertura del suelo. Asociado al máximo contraste térmico, los sistemas de brisas locales alcanzan también su máxima intensidad en el periodo diurno. Durante la noche, la diferencia de temperatura entre el continente y el océano, o entre la ladera y el valle se invierte de signo por lo general, aunque sin alcanzar las magnitudes observadas durante el día. Consecuente con esto, las brisas nocturnas son relativamente más débiles y tienen una dirección opuesta a la de la brisa diurna.

La manifestación de la brisa costera se puede sentir en lugares distantes hasta unos 80 km del litoral, dependiendo de los obstáculos orográficos que se interpongan. En

lugares donde la Cordillera de la Costa presenta un desarrollo regular, la brisa de mar queda limitada a su ladera occidental, pero puede penetrar por los valles transversales donde además se ve reforzada por la circulación diurna valle arriba.

Típicamente, cuando la circulación atmosférica de gran escala es débil, se desarrolla durante la mañana una brisa suave que paulatinamente se intensifica y penetra en el interior del continente a medida que aumenta la insolación. A media tarde la brisa alcanza su máxima intensidad, decayendo luego a medida que disminuye la insolación. Durante la noche se suele presentar una brisa suave hacia el mar, particularmente durante la estación invernal, cuando por efecto del enfriamiento radiativo nocturno la temperatura del aire sobre el continente es inferior a la temperatura superficial del mar.

La brisa costera constituye uno de los elementos más característicos del clima a lo largo de la costa, pero se encuentra mejor definida en el sector norte del país donde, sumado al hecho que la circulación atmosférica de gran escala en la dirección este-oeste es relativamente débil, se genera un marcado contraste térmico océano-continente. A esto contribuye la presencia de la corriente fría de Humboldt, el afloramiento costero de aguas frías (surgencia costera), y la aridez del territorio continental adyacente. La intensidad máxima de velocidad del viento en el ciclo diario se observa durante el verano, cuando el contraste térmico océano-continente alcanza también el máximo en el ciclo anual.

En la zona austral, el viento predominante del oeste impide que el ciclo diario de la brisa costera se manifieste con nitidez. La mayor frecuencia de días nublados contribuye, además, a que este fenómeno local sea menos frecuente y no tan bien definido como en el norte del país.

Los vientos de ladera son producidos por el calentamiento o enfriamiento de una superficie en pendiente. El aire tiende a ascender durante el día y descender durante la noche. La brisa nocturna descendente resulta de la canalización en el valle del

flujo de drenaje, ladera abajo. Durante el día, el calentamiento de la ladera induce el desarrollo de un flujo hacia arriba en el valle. La brisa puede alcanzar velocidades altas cuando la ladera es extensa y con una pendiente significativa, como ocurre por ejemplo en la pampa árida del Norte Grande. La orientación del valle tiene importancia, en cuanto que de ella depende la magnitud del contraste térmico que se genera y un posible efecto de acoplamiento o contraposición de la circulación de gran escala.

2.3 Regímenes del viento superficial en Chile

En el norte del país el viento superficial está dominado por factores locales y se expresa en la forma de brisas costeras y de valles. La estabilidad y monotonía de las condiciones atmosféricas en esta región, determinan la existencia de un ciclo diario muy regular que se caracteriza por un máximo diurno después de mediodía. Las intensidades máximas en el ciclo anual se alcanzan durante el verano cuando los gradientes térmicos son mayores. La alta frecuencia de nubosidad estratiforme a lo largo de la costa durante la mañana produce un retardo en el inicio de la brisa diurna y en la hora de ocurrencia de la velocidad máxima. En los valles que llegan a la costa se produce una superposición de la brisa costera con la brisa que se desarrolla en el valle.

En la región al sur de aproximadamente 40° S el régimen de viento está condicionado principalmente por factores de gran escala, predominando en promedio un flujo con componente del oeste asociado a un fuerte gradiente bórico latitudinal. El ciclo diario de la velocidad del viento es relativamente más atenuado en relación al observado en el norte del país. La variabilidad inter-horaria e inter-diaria de la velocidad y dirección del viento están dominadas fuertemente por las condiciones sinópticas. Los vientos más intensos se asocian generalmente al paso de sistemas frontales. En la región central del país se observa un régimen de transición entre los anteriormente descritos. Durante el verano el viento superficial está condicionado

principalmente por factores locales, mientras que durante el invierno predominan los factores de gran escala.

Aparte de los factores atmosféricos mencionados, la compleja topografía del país ejerce una influencia notoria sobre el flujo superficial, obstruyendo o canalizando la circulación atmosférica. En la vertiente de barlovento de la cordillera de Los Andes, se observan ocasionalmente flujos intensos del este que se generan por efecto foehn. Los vientos Terral en el valle del Elqui, Raco en el valle del Maipo y Puelche en el sur, son algunos ejemplos típicos de estas circulaciones locales.