

El viento de Pamplona y de las ciudades limítrofes

JAVIER MARÍA PEJENAUTE GOÑI

Uno de los aspectos más importantes del clima de un país, región o comunidad es el viento, entre otras cosas, por las repercusiones que tiene en la economía de los hombres. En efecto, primeramente hay que señalar su influencia decisiva en la agricultura, en donde el viento puede tener efectos negativos si su intensidad es grande, y causar daños en las hojas, frutos y ramas de los árboles frutales. También puede crear problemas fisiológicos en la floración cuando sopla con intensidad alta, dado que puede impedir, en algunos casos, la polinización.

Los efectos adversos que tiene el viento, son descritos en algunas ocasiones por los medios de difusión: las ráfagas fuertes originan desperfectos en las construcciones; asimismo, en las zonas más cálidas de la parte meridional de la Península, la erosión eólica es peligrosa, pues va destruyendo la capa de tierra fértil.

Pero no todos son efectos negativos, sino que a veces el viento puede ser beneficioso. Me estoy refiriendo al aprovechamiento de la energía eólica, una de las energías alternativas en un futuro inmediato. En agricultura el viento remueve el aire frío que se agarra al suelo, impidiendo las heladas y favoreciendo la transpiración de las plantas.

Estas líneas introductorias sirven para resaltar la importancia que tiene el estudio del viento para una comunidad. Sin embargo, pese a todo ello, esta variable climática ha sido poco estudiada, muchas veces apartada, por la dificultad que entraña su estudio. Dificultad que viene dada, no sólo por las características peculiares del viento, sino también por la escasez de observatorios que aporten datos con series de varios años.

Efectivamente, en Navarra tan solo el observatorio de Pamplona y el aeropuerto de Noain, desde su funcionamiento, han anotado datos relativamente completos correspondientes a esta variable. Si bien se está haciendo un esfuerzo en la instalación de estaciones automáticas, habrá que esperar varios años hasta que se posean datos completos sobre el viento.

Otro problema viene dado por la dificultad de interpretación y explicación de la aparición de un viento de una determinada procedencia, ya que las direcciones predominantes normalmente no se corresponden con las situaciones atmosféricas y hay que acudir a la topografía local del observatorio para obtener una explicación precisa.

Dentro del estudio de esta variable, es interesante para el climatólogo conocer en primer lugar la dirección, es decir, el punto del horizonte de donde viene y que se indica en la rosa de los vientos. En segundo lugar, la velocidad, es decir, el espacio que recorre por unidad de tiempo. Otros aspectos a destacar son la rafagosidad, si fluye con regularidad o a golpes, y el recorrido del viento en veinticuatro horas.

La falta de estudios sobre el viento en Navarra y la importancia del mismo han influido para comenzar una línea de investigación sobre este componente destacado de nuestros tipos de tiempo, y que se inicia con este artículo, cuyo objetivo es el

estudio del viento en la transición climática del Cantábrico Oriental al valle del Ebro, vasto territorio que se extiende desde la costa Cantábrica hasta el valle del Ebro en Zaragoza y que queda perfectamente enmarcado y estructurado con las cinco observatorios que se estudian, correspondientes a Pamplona y a las ciudades circundantes.

Interesa saber cómo se comporta el viento en cada una de las zonas, climáticamente diferentes y contrastadas, que comprende esta transición. San Sebastián puede servir de ejemplo del viento en la zona oceánica próxima al mar; Vitoria y Pamplona, representantes de una transición del medio oceánico al mediterráneo, con matices diferentes entre ambas; y Logroño y Zaragoza son modelo de áreas mediterráneas en las que el cierzo es el viento primordial. Se trata de una primera toma de contacto que se realiza con el estudio de los observatorios citados en el *cuadro nº 1*.

Cuadro nº 1.—Red de observatorios utilizados.

Observatorio	Coordenadas		Altitud (m.)	Período (años)
	Longitud	Latitud		
San Sebastián	2° 03' W. (G.)	43° 19' N.	258	1961-70
Vitoria	2° 40' W. (G.)	42° 51' N.	542	1961-70
Pamplona	1° 39' W. (G.)	42° 49' N.	465	1961-70
Logroño	2° 27' W. (G.)	42° 28' N.	384	1961-70
Zaragoza	0° 53' W. (G.)	41° 39' N.	233	1961-70

Para la realización de este estudio se han utilizado los datos aportados por el Instituto Nacional de Meteorología, *Notas para una climatología de San Sebastián, Vitoria, Logroño Zaragoza y Pamplona*, de Antonia Roldán las cuatro primeras y Rafael Sousa la quinta. Estos datos se refieren a porcentajes de frecuencia de la dirección del viento y de velocidad en Km / h., valores que se han obtenido a base de las observaciones diarias realizadas a 7 h., 13 h. y 18 h.. Resultan idóneos, pues al referirse los datos de dirección y velocidad del viento a idénticos diez años en los cinco observatorios (1961-70), permiten una comparación con garantías totales.

También se han utilizado los datos de recorrido del viento en kilómetros, medio en un día, máximo en un día y medio por hora (San Sebastián para los años 1936-60, Vitoria 1931-42, Pamplona 1931-60 y máximo en un día 1901-70, Logroño 1934-60 y Zaragoza 1931-60). Se explican asimismo las rachas máximas de viento, velocidad y dirección (San Sebastián para los años 1940-1970, Vitoria 1982-87, Logroño 1955-70 y Zaragoza 1949-70). Además, los vientos dominantes y las velocidades medias (San Sebastián para los años 1951-60, Vitoria 1961-70, Pamplona 1961-70, Logroño 1951-60 y Zaragoza 1951-60). Se ha completado con las anotaciones realizadas en los años de estudio de mi tesis doctoral. Los datos estacionales sobre dirección del viento, velocidad y recorrido del viento se recogen en el apéndice final.

En este estudio se hace hincapié en el análisis de las direcciones y velocidades medias, quedando para otros trabajos la profundización sobre el resto de variables relativas al viento. Somos conscientes de las limitaciones de este estudio, pues las velocidades medias esconden valores puntuales altos, por lo que convendría posteriormente completar esta investigación con otras relativas, por ejemplo, a rachas máximas y velocidades diarias.

Se trata de un estudio estacional de viento, en el que se va viendo la frecuencia en la dirección del viento en las cuatro estaciones del año, las velocidades a nivel mensual, el recorrido del viento (medio en un día, máximo en un día y medio por hora), las rachas máximas y los vientos dominantes.

1. EL VIENTO DE PAMPLONA Y DE LAS CIUDADES LIMÍTROFES

El estudio de las frecuencias de procedencia del viento y de su intensidad en las cuatro estaciones del año y los resultados globales, en los observatorios de Pamplona y ciudades circundantes, va a permitir el conocimiento de las características del viento en la transición y de las diferencias y semejanzas existentes entre cada una de las zonas de la citada transición climática. Sin duda, a la riqueza comarcal existente en Navarra en cuanto a termometría y pluviometría, hay que añadir la que crea el viento, que anota matices peculiares y distintos en tan pocos kilómetros de distancia.

1.1. El viento en primavera

Tanto la dinámica atmosférica como la topografía influyen en la presencia de los distintos tipos de direcciones del viento. La circulación general de la atmósfera en la primavera experimenta cambios importantes con respecto a la de invierno. En efecto, el mayor caldeoamiento reduce y aminora los contrastes térmicos entre el mar y la tierra y se percibe un debilitamiento de la corriente en altura, lo que da lugar, por una parte, a una menor fuerza de la circulación del Oeste y, por otra, a la presencia de una circulación media muy ondulada; por lo tanto, a una circulación rápida de la corriente en chorro de invierno sucede una sinuosa de primavera.

De esta manera, circulan por nuestro territorio dorsales que envían aire tropical hacia el Norte y vaguadas que trasladan aire polar hacia el Sur, que dan tipos de tiempo diferentes acompañados de vientos también diversos. La existencia de vaguadas y gotas frías en altura originadas por la citada presencia de la circulación ondulada confiere a la primavera un marcado carácter ciclónico que va a influir, entre otras cosas, en la presencia de velocidades medias de viento más altas que en otras estaciones del año.

En los *gráficos 1, 2 y 3* se representan las frecuencias de las distintas direcciones de viento referidas a los ocho rumbos principales y a los cuatro cuadrantes y el porcentaje de calmas. El observatorio de Pamplona se caracteriza por la obtención de un porcentaje muy amplio de días sin viento, es decir en calma, en una estación de marcado carácter ciclónico, hecho que se puede explicar por su situación abrigada entre las montañas que forman la cuenca de Pamplona.

Abundan los vientos de componente Noroeste que suponen casi el treinta por ciento del total, con notable diferencia del resto, que en ningún caso alcanza el diez por ciento; así pues, en Pamplona en primavera o hay calma o el viento más probable es el cierzo del Noroeste. Los vientos de componente Oeste y Norte son los más frecuentes después del anteriormente citado y del resto tan sólo arroja un valor por encima del cinco por ciento el viento del Sudeste.

Por cuadrantes, son los vientos de cuarto cuadrante los mayoritarios en Pamplona con un porcentaje ligeramente inferior al de calmas y que supone más de las dos terceras partes del total. Las situaciones del Noroeste, Nordeste y Norte, formadas por altas presiones en el Atlántico y bajas en el Mediterráneo, tradicional esquema del cierzo, son las que mayormente originan los vientos mayoritarios del Noroeste y del Norte. La circulación zonal es la responsable de los vientos del Oeste y las situaciones del Sudoeste del viento del Sudeste.

San Sebastián tiene un comportamiento diferente a Pamplona en cuanto al viento se refiere. Predominan los vientos de componente Norte con casi el treinta y cinco por ciento de frecuencia, siendo los primeros con mucha diferencia en primavera. Sin duda las situaciones del Noroeste, Norte y Nordeste, abundantes en esta estación y

Primavera. Frecuencia de la dirección del viento (%)

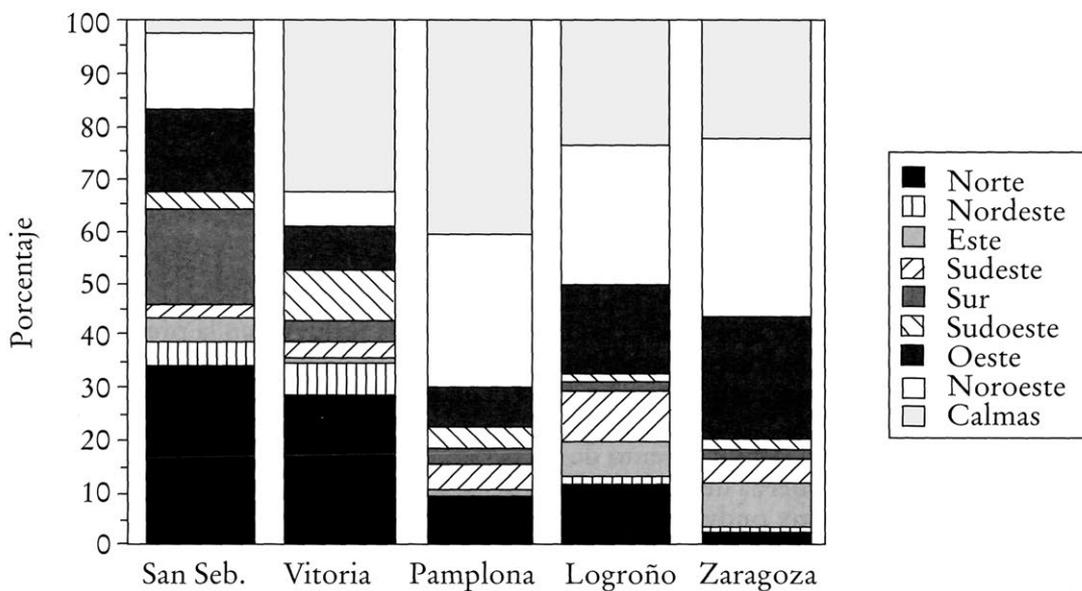


Gráfico n.º 2. Observatorios y dirección del viento (%).

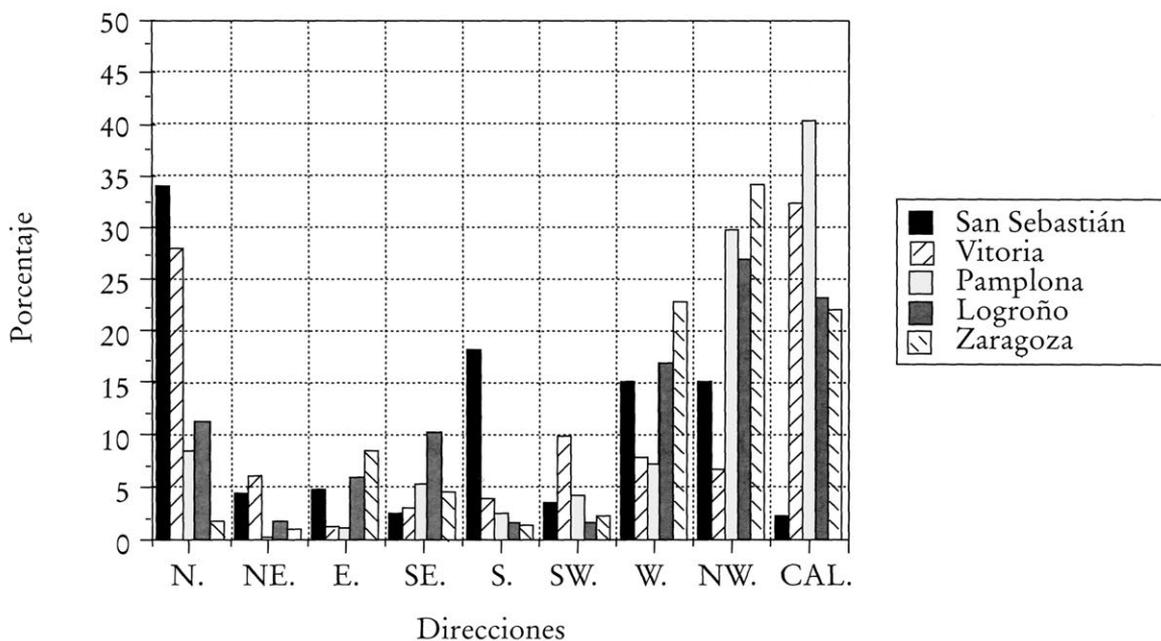
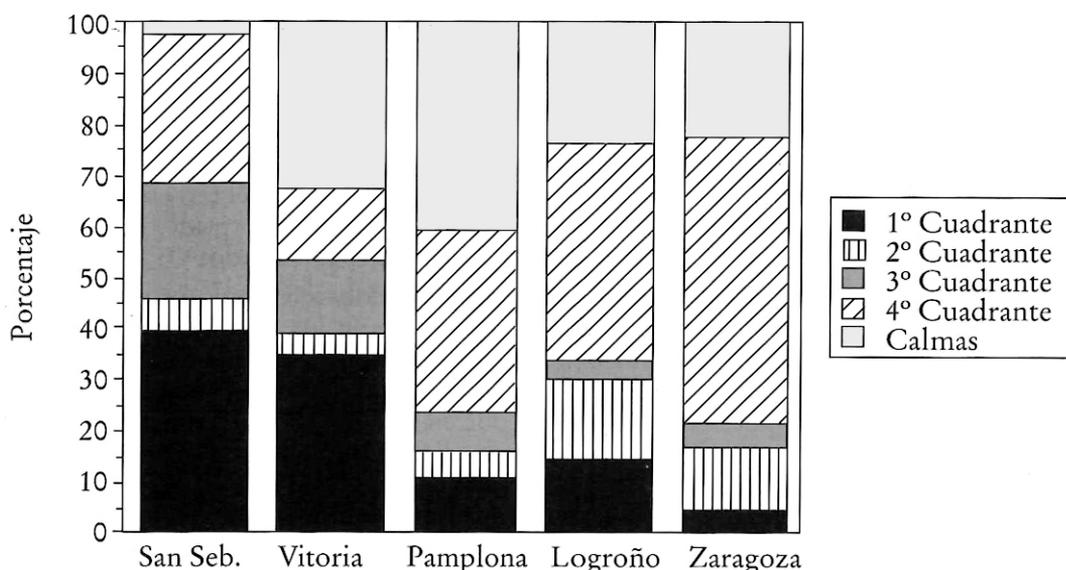


Gráfico n.º 3. Primavera. Dirección del viento por cuadrantes (%).



formadas por sistemas de altas presiones en el Atlántico y bajas en el Mediterráneo o Europa Central, originan este tipo de viento; y a éstas hay que añadirles el sistema de brisas marinas, sobre todo la diurna, que explica el alto porcentaje de Norte en San Sebastián.

A continuación se sitúan los vientos de componente Sur, Oeste y Noroeste, también frecuentes, cada uno de los canales supera el quince por ciento. Las situaciones del Sudeste y del Sur, formadas por una borrasca de amplio radio de acción situada al Oeste de Lisboa y un sistema de altas presiones con centro en el mar Báltico o Europa Central, frecuentes en primavera, son las que originan en muchas ocasiones vientos del Sur, normalmente de intensidad fuerte, que dan en San Sebastián días de alta visibilidad y con nubes altocúmulos lenticularis, propias del efecto foehn. También, las borrascas que se sitúan en posiciones cercanas al Cantábrico Oriental.

Los vientos del Oeste y del Noroeste también son frecuentes en la costa vasca en primavera, los cuales son originados muchas veces por similares situaciones atmosféricas corrientes en primavera. La creación de un pasillo de bajas presiones al Norte da lugar a la llegada de las lluvias del Oeste acompañadas de vientos de este mismo componente.

El resto de rumbos no tiene apenas importancia en primavera en San Sebastián. Tan sólo se puede citar el viento del Nordeste, originado por situaciones principalmente del Nordeste y del Norte, que no llega por poco al cinco por ciento.

Por cuadrantes los vientos del primero y del cuarto son los mayoritarios, cada uno de ellos alcanza el treinta por ciento de frecuencia y, juntos, suponen más de las dos terceras partes. A continuación y con relativa importancia se sitúa el tercer cuadrante, que supera el veinte por ciento. El segundo cuadrante es poco frecuente y también las calmas, debido, entre otras cosas, a las brisas.

Vitoria se asemeja más a San Sebastián que al resto de los observatorios de la transición. Al igual que éste, el viento del Norte es el más habitual y mayoritario, pero

con una diferencia más alta con respecto a los demás vientos. Le sigue el viento del Sudoeste, que llega al diez por ciento. El resto no tiene mucha importancia, tan sólo el Oeste, el Noroeste y el Nordeste, que superan el cinco por ciento.

Al igual que Pamplona, asombra el porcentaje muy elevado de días con calmas, superior al treinta por ciento, que contrasta con los datos bajos de San Sebastián. Sin duda su situación en la llanada alavesa, rodeada de montañas, en una cuenca, supone, entre otras cosas, un mayor abrigo y protección. Por lo tanto, cabría concluir en un intento de generalización con respecto al viento de Vitoria en primavera, que o no sopla viento o sopla viento del Norte.

Por sectores, el primer cuadrante es el mayoritario, el cuarto y el tercero se sitúan próximos al quince por ciento, y el segundo es apenas existente (gráfico nº 3). El porcentaje de calmas, como se ha afirmado anteriormente, es elevado.

Logroño presenta un comportamiento más parecido a Pamplona que a San Sebastián y Vitoria. Los vientos del Noroeste (cierzo) son los más frecuentes en la capital riojana con más del veinticinco por ciento. Después se sitúa el Oeste, que supone el diecisiete por ciento; porcentaje muy parecido al de San Sebastián, pero que en realidad es diferente, pues en éste el tanto por ciento de calmas es mucho mayor. Los vientos del Sudeste y del Norte superan el diez por ciento y del resto sólo anotar los vientos del Este, que registran el seis por ciento. Las jornadas sin viento son inferiores a las de Pamplona y Vitoria, pero superan el veinte por ciento.

El cuarto cuadrante es el mayoritario (gráfico nº 3) seguido del segundo, que supera el quince por ciento y del primero, que alcanza el diez por ciento. El tercer cuadrante apenas si tiene importancia.

Todos estos datos de la capital riojana son producto, además de la situación atmosférica, de la topografía. En efecto, Logroño no está tan cerrada por las montañas como Pamplona y Vitoria, de ahí el porcentaje inferior de calmas. La original presencia del viento del Oeste se debe a la disposición zonal de las montañas circundantes, sierras de Cantabria-Codés y Sistema Ibérico.

Finalmente Zaragoza, situada en plena cuenca del Ebro, se asemeja a Logroño, teniendo en primavera una rosa de vientos muy parecida, en la que sobresalen con más claridad todavía los vientos del Noroeste (cierzo), que suponen el treinta y cuatro por ciento. A continuación se sitúa el Oeste con más del veinte por ciento. Y del resto, tan sólo son importantes los de tipo bochorno: el Este con más del diez por ciento y el Sudeste superior al siete por ciento.

Por sectores, el cuarto cuadrante es el mayoritario con bastante diferencia y representa el cincuenta y siete por ciento (gráfico nº 3) . Se trata del viento cierzo, bien conocido en todo el valle del Ebro, originado por varias situaciones atmosféricas, entre las que destacan las del Nordeste, Norte y Noroeste, y que fluye a borbotones por la cuenca del Ebro y que rebota en algunas ocasiones en el Moncayo. A continuación figura el segundo cuadrante, el del bochorno, que supera el diez por ciento. El porcentaje de calmas es ligeramente inferior al de Logroño.

El gráfico nº 2 ofrece una visión comparativa de cada uno de los rumbos en las distintas ciudades. A modo de síntesis, en cuanto a la frecuencia de la dirección del viento en primavera se pueden sacar estas conclusiones. En primer lugar existen dos comportamientos diferenciados que se corresponden con los observatorios situados en el medio oceánico y los ubicados en el medio mediterráneo.

Dentro del primer grupo se encuentran San Sebastián y Vitoria, que se caracterizan por la importancia del viento de componente Norte. El viento de componente Sur es el segundo en importancia y tiene dos manifestaciones: Sur en San Sebastián y Sudoeste en Vitoria, explicables por la topografía. Relativa importancia de los vientos del Noroeste y del Oeste, que presentan en las dos ciudades datos distintos muy relacionados con el mayor o menor porcentaje de calmas. Finalmente, estas dos

ciudades se diferencian en el porcentaje de calmas, mayor en Vitoria y escaso en San Sebastián, debido a ser cuenca cerrada en la primera y al sistema de brisas en la segunda.

El segundo grupo, formado por Zaragoza, Logroño y Pamplona, que comprende una zona de transición oceánico-mediterránea y otra mediterránea, se caracteriza por la presencia mayoritaria de los vientos del Noroeste; por lo tanto, el cierzo soplaría del Norte en el medio oceánico y se transformaría en el Ebro en viento del Noroeste. En segundo lugar, importancia del viento del Oeste, que también forma parte del grupo de vientos conocido vulgarmente como cierzo (Biel, El viento en Zaragoza, 1952) y más frecuente en Zaragoza y Logroño que en Pamplona.

Estos dos últimos se diferencian de Zaragoza en la mayor frecuencia del viento del Norte. Pamplona se diferencia de los otros dos en la poca importancia que tienen los vientos del Este y Sudeste, más frecuentes en el valle del Ebro. Por lo tanto, el bochorno es del E. y SE. en el valle del Ebro, del Sudeste y Sudoeste en Pamplona, del Sudoeste en Vitoria y del Sur en San Sebastián.

Una vez estudiadas las direcciones, predominantes es preciso analizar la velocidad en km/h. que adquiere cada uno de los flujos. En San Sebastián las velocidades medias no son muy altas, porque al ser estudios de medias comprenden tanto los vientos de fuerte intensidad como las débiles brisas, por lo que los resultados se encuentran disminuidos. El viento del Sur es el que sopla con mayor fuerza, sobre todo en el mes de marzo. Sin duda los vientos meridionales, al atravesar esa especie de embudo que suponen los valles meridionales húmedos, experimentan una rapidez grande y fluyen fuertemente en los valles Cantábricos; este viento es bien conocido por su intensidad por los habitantes de estas zonas.

El viento del Noroeste es intenso, sobre todo en marzo y abril, meses que superan los veinte km/h. de media; sin embargo, sopla con más fuerza en Zaragoza. Los del Sudoeste tienen menos fuerza que en Vitoria, Logroño y Zaragoza. Por lo tanto, muy fuertes los del Sur, algo fuertes los del Noroeste y medianamente intensos los del Norte, Sudoeste y Oeste.

Vitoria se caracteriza por una parecida intensidad media en todas las direcciones. Dominan ligeramente los del Sudeste y Sur, que alcanzan 18 km/h. en abril y 17 km/h. en marzo. Después figuran los del Oeste y Sudoeste, que se aproximan a 15 km/h.

En Pamplona sorprende la poca intensidad media, sin embargo se sabe que no está exenta de días con ráfagas altas de viento, lo que sucede es que no son muy frecuentes y los días ligeramente ventosos predominan en primavera y hacen descender las medias del cómputo global. Los más intensos son los del Sudeste y los del Norte, seguidos de los del Noroeste; los del Nordeste y del Este son poco intensos.

Logroño es el observatorio que mayor intensidad de viento registra en primavera. Domina el Sudeste en intensidad con 22 km/h. en mayo y el Este con idéntico resultado en marzo. Los vientos del Sudoeste, Norte, Nordeste y Oeste son también fuertes y llegan normalmente a los 20 km./h.

Finalmente, en Zaragoza los vientos del Noroeste son muy fuertes en los tres meses de primavera. El cierzo sopla con fuerza en el valle del Ebro en bastantes jornadas. Siguen en fuerza el Oeste y el Norte, este último es muy ventoso en abril.

A modo de conclusión, se puede afirmar que es la cuenca del Ebro la que tiene un viento medio más fuerte en primavera y más en general Logroño que Zaragoza, aunque el cierzo sopla con mayor fuerza en ésta. San Sebastián-Igueldo registra jornadas de viento muy fuerte, pero al tener pocas calmas y estar junto al mar, las brisas y ventolinas se acumulan y los resultados medios son más bajos. En el medio oceánico sopla muy fuerte el Sur y el Sudeste, a veces el Noroeste y Oeste. En el

medio mediterráneo destaca la fuerte intensidad que alcanza el cierzo del Noroeste en Zaragoza y el Sudeste en Logroño.

Otro dato que ayuda a un mayor conocimiento del viento es el recorrido en km., es decir, el espacio descrito por una partícula de aire que se desplaza con la velocidad del viento (Jansá, *Manual del observador de meteorología*, p. 267), con sus tres variables: media en un día, máximo en un día y medio por hora.

Marzo es el mes con mayor recorrido de viento medio en un día en todos los observatorios de la transición, seguido muy de cerca de abril y ambos superan con mucho a mayo, mes menos ventoso. Sólo los meses invernales, principalmente febrero, superan a marzo. San Sebastián y Zaragoza son los observatorios con mayor recorrido medio en los tres meses de la primavera (San Sebastián 496 km y Zaragoza 415 km en marzo); sin duda, su situación en la costa y a más de doscientos metros de altitud en el primer caso y la ubicación favorable al viento cierzo en el segundo explican este amplio recorrido.

Logroño se sitúa próximo a los trescientos kilómetros de recorrido en los tres meses del año; Pamplona, alrededor de los doscientos cincuenta y Vitoria, próxima a los ciento cuarenta, resulta la estación con inferior recorrido medio de viento en un día.

El máximo recorrido de viento en un día corresponde a San Sebastián en marzo (1746 km.) y a Zaragoza en abril y mayo (1783 km. y 1800 km.). Los demás observatorios registran máximos inferiores, si bien en todos ellos se superan los mil kilómetros (Vitoria 1040 km. en mayo, Pamplona 1003 km. en abril y Logroño 1214 km. en marzo).

El recorrido medio por hora es superior en San Sebastián en marzo (20,7 km.), y en abril y mayo comparte la supremacía con Zaragoza (en abril San Sebastián 19,4 km. y Zaragoza 19,7 km.; en mayo San Sebastián 16,6 km. y Zaragoza 16,4 km.). Los demás registran medias por hora inferiores: Logroño se sitúa próximo a los trece kilómetros, Pamplona a los diez y Vitoria a los seis, si bien en mayo ven reducir sus valores.

Las rachas máximas de viento dan a conocer la intensidad que el viento puede adquirir en algunas jornadas. En San Sebastián las máximas rachas para el periodo de 1940-70 se han registrado con vientos de componente meridional, 160 km./h. en marzo con viento del SSE., 140 km./h. en abril con vientos del Sur, y 139 km./h. en mayo también con vientos del Sur. Vientos todos ellos de temporal huracanado en los que se producen fuertes destrozos. Sin duda las borrascas que se sitúan en el Atlántico o Cantábrico, que engloban por su flanco oriental a la costa Vasca, de fuerte gradiente, producen vientos de gran intensidad.

En Vitoria las rachas máximas son inferiores a San Sebastián, pero el periodo considerado, 1982-87, también es inferior. La máxima racha de viento en marzo fue de 88 km./h. y del Sudoeste, en abril 112 km./h. y del Sudoeste, y en mayo 88 km./h. y del Norte. La fuerza de los vientos meridionales sigue siendo grande, lo que ocurre es que las borrascas de fuerte gradiente que en San Sebastián suelen ser del Sur o del Sudeste, aquí, debido a la topografía de la llanada, son del Sudoeste.

No se tiene datos de rachas máximas en Pamplona, sin embargo se sabe que en algunas ocasiones con borrascas atlánticas se han superado los 100 km/h. En Logroño para un periodo de 1955-70 la racha máxima de viento ha sido de 93 km./h. en marzo del Noroeste, 107 km./h. del Oeste-Sudoeste en abril, y 93 km./h. del Norte en mayo. Intensidades inferiores a las de la costa Vasca, pero con un viento cierzo fuerte en la cuenca del Ebro.

Finalmente, en Zaragoza el cierzo ha registrado rachas muy intensas: 116 km./h. en marzo del Oeste-Noroeste, 126 km./h. del Noroeste en abril, y de 122 km./h. del Oeste-Noroeste en mayo. Cuando un anticiclón se sitúa en el Atlántico y bajas

presiones en el Mediterráneo, y la diferencia de presión entre ambos centros de acción es grande, el cierzo fluye con mucha intensidad en Zaragoza.

Finalmente, para terminar el análisis del viento en primavera se anotan los vientos dominantes y su velocidad media. Los vientos dominantes de día son del Norte en San Sebastián y Vitoria, del Noroeste en Pamplona y Zaragoza y del Oeste en Logroño, en este último caso de acuerdo con la topografía. En San Sebastián y Zaragoza la velocidad media supera los veinte kilómetros hora, en Logroño los quince, en Vitoria los diez y en Pamplona los cinco.

De noche domina el Sur en San Sebastián, el Norte en Vitoria, el Noroeste en Pamplona y en Zaragoza, y el Oeste en Logroño. Las velocidades nocturnas son inferiores a las diurnas: en San Sebastián se superan los veinte kilómetros hora, en Zaragoza los quince, en Logroño los diez, en Vitoria los cinco y en Pamplona los resultados son inferiores.

1.2. El viento en verano

La circulación general durante el estío experimenta cambios con respecto a la primavera, que, sin duda, repercuten en el viento. En primer lugar es preciso destacar la fuerte insolación y el excesivo caldeoamiento que tienen lugar en el periodo estival y que origina la presencia de bajas presiones relativas, que normalmente, debido a la subsidencia en altura, no se traducen en precipitaciones.

En segundo lugar, la circulación del Oeste se debilita y se retira a altas latitudes y el anticiclón de las Azores adopta una posición más septentrional, llegando las masas de aire tropicales, que dan lugar a días calurosos. Por otra parte, en las altas capas de la atmósfera, la corriente en chorro es débil y se encuentra alejada y las dorsales subtropicales coronan nuestras latitudes.

No se puede olvidar la situación de tormentas de verano que tanto influye en el viento. La sustitución del aire subtropical de altura por una vaguada o gota fría puede desencadenar fenómenos convectivos con formación de tormentas de mayor o menor intensidad.

En los gráficos 4, 5 y 6 se representan la frecuencia de la dirección del viento, los observatorios agrupados según cada una de las direcciones y la dirección del viento por cuadrantes. Estos gráficos muestran los flujos de viento en Pamplona y en las ciudades circundantes en el verano.

Así pues, la rosa de los vientos de verano difiere, de la de primavera, pues la dinámica atmosférica adquiere rasgos diferentes. San Sebastián se caracteriza por el predominio de los vientos de componente Norte, pero a diferencia de primavera, el dominio es más claro, llegando a representar casi el cincuenta por ciento del total (gráfico nº 4). El anticiclón de las Azores es el responsable de esta frecuencia, pues por su flanco oriental, en donde normalmente se sitúa San Sebastián, circulan vientos del Norte y del Noroeste.

Del resto de direcciones, tan sólo presentan valores remarcables los vientos de componente Noroeste, que superan el quince por ciento y los de componente Oeste, que llegan al trece por ciento. En estos últimos se anota la brisa nocturna floja. Los vientos del Sur, frecuentes en primavera, son poco importantes en verano, época en que alcanzan el seis por ciento del total, por lo que en la costa Vasca no son frecuentes los vientos abrasadores meridionales y las temperaturas se mantienen dentro de un grado de confort amplio.

Por sectores, el primer cuadrante es el mayoritario con más del cincuenta por ciento del total, seguido del cuarto cuadrante, que casi llega al treinta por ciento. Los

Gráfico n.º 4. Verano. Frecuencia de la dirección del viento (%)

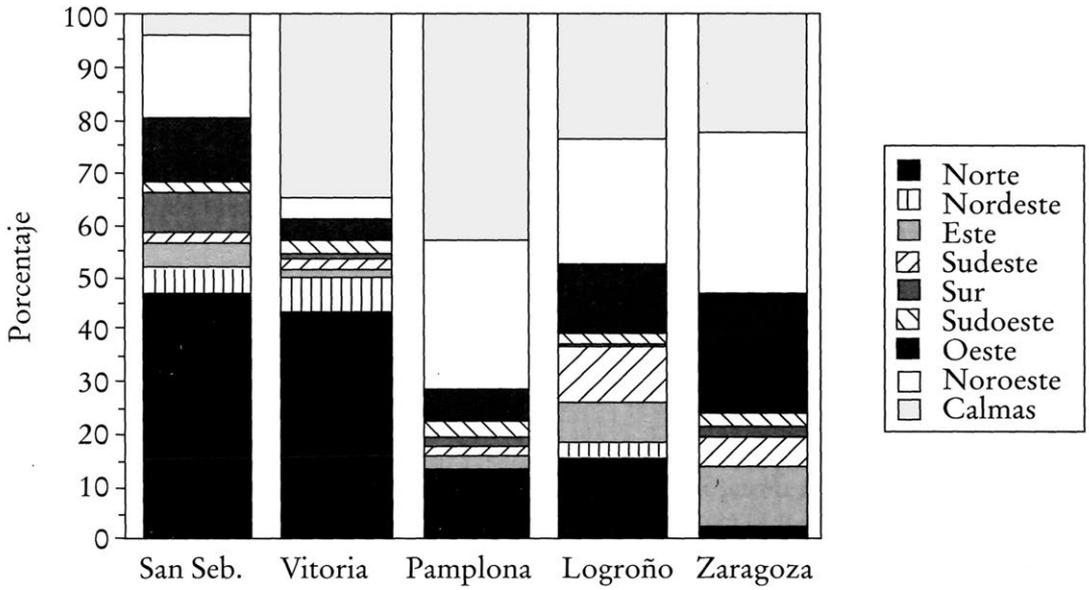


Gráfico n.º 5. Observatorios y dirección del viento (%).

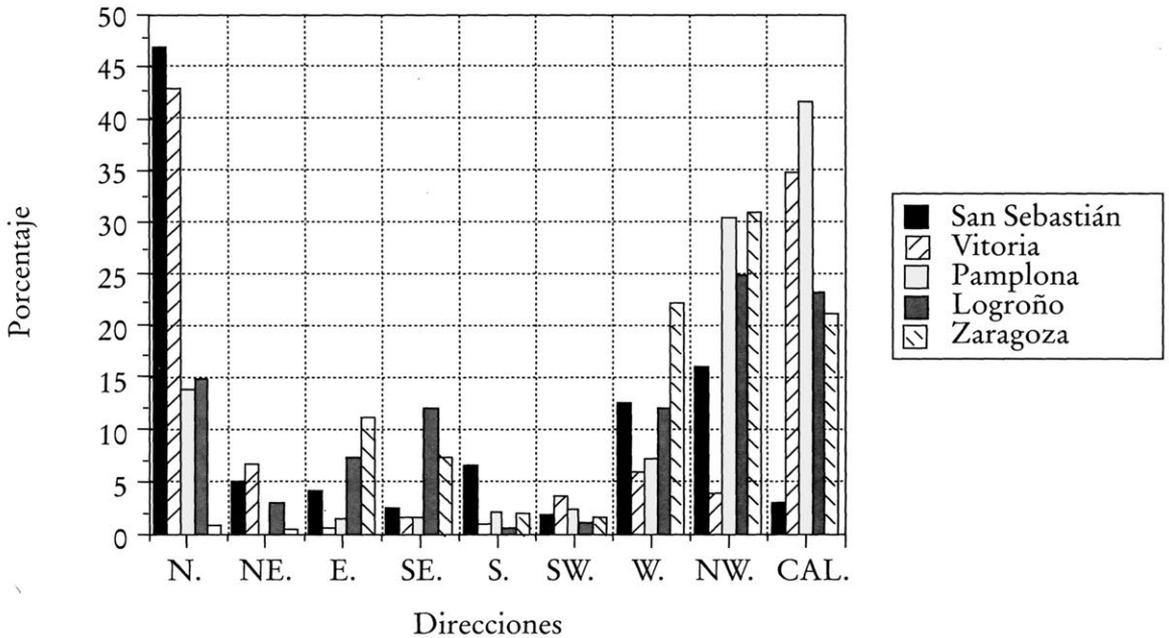
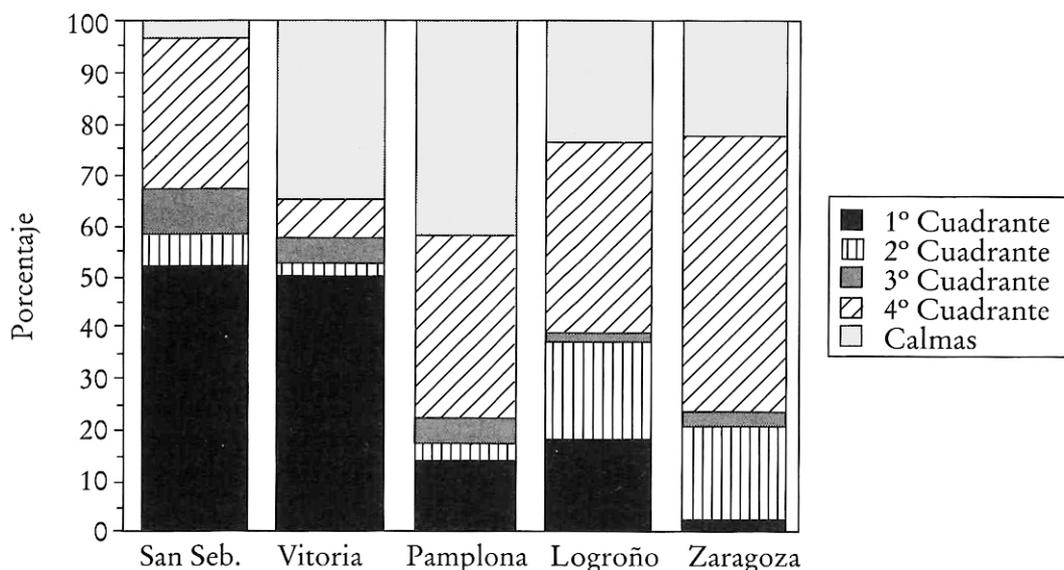


Gráfico n.º 6. Verano. Dirección del viento por cuadrantes (%).



vientos correspondientes al segundo y tercer cuadrante son poco habituales, notándose un descenso considerable de éstos con respecto a primavera. En verano, al igual que en primavera, las calmas son escasas por la posición de Igueldo en la cima divisoria de vertientes y con una altura superior a los doscientos metros.

Vitoria sigue un comportamiento eólico muy parecido a San Sebastián. El Norte sigue siendo mayoritario, supera el cuarenta por ciento y se afianza con respecto a la primavera. Del resto, sólo destacar el Nordeste, que alcanza el siete por ciento y se estabiliza con respecto a primavera ; los demás tienen escasa frecuencia.

El porcentaje de calmas aumenta ligeramente con respecto a primavera, suponiendo el treinta y cinco por ciento del total. Por lo tanto, en Vitoria o no hay viento o hay viento del Norte en verano. Por sectores, domina totalmente el primero con el cincuenta por ciento del total y del resto, tan sólo señalar el cuarto, que alcanza el siete por ciento.

Pamplona es diferente a los observatorios anteriores. El Noroeste domina con parecidos valores que en primavera y alcanza el treinta por ciento. Se nota un aumento considerable del viento del Norte que supera el catorce por ciento y se sitúa en segundo lugar; el resto carece de frecuencias importantes. Es frecuente en verano, a la noche, después de una jornada cálida, la aparición del cierzo, de componente Norte o Noroeste, que hace que las noches sean más llevaderas.

Por cuadrantes domina el cuarto, que alcanza el treinta y seis por ciento, seguido del primero, que supone el catorce por ciento. El porcentaje de calmas en verano es alto y superior al cuarenta por ciento. Por lo tanto, en Pamplona lo normal es ausencia de viento o viento del Norte y Noroeste en el estío.

Esta diferenciación que se veía en Pamplona con los observatorios de Vitoria y San Sebastián, se hace más notable en Logroño y en Zaragoza, en donde predominan los vientos del Noroeste que se sitúan próximos al veinticinco y treinta por ciento, respectivamente. La diferencia entre estos dos observatorios del valle del Ebro estriba

en que en Logroño, los vientos del Norte superan el quince por ciento y los del Oeste y sudeste, el diez por ciento, mientras en Zaragoza los del Oeste son muy importantes y llegan al veinte por ciento y los del Este superan el diez por ciento.

Por sectores, el cuarto cuadrante domina (gráfico nº 6) más claramente en Zaragoza, en donde supera el cincuenta por ciento. El segundo cuadrante es importante y casi alcanza en los dos observatorios el veinte por ciento. El primer cuadrante es importante en Logroño, donde supera el quince por ciento. El porcentaje de calmas se mantiene parecido a primavera y por encima del veinte por ciento.

A modo de conclusión, se pueden distinguir dos grupos en los observatorios de la transición. En primer lugar figuran San Sebastián y Vitoria, que se caracterizan por la importancia de los vientos del Norte y por el descenso de los vientos del Sur en San Sebastián y del Sudoeste en Vitoria con respecto a primavera. El primer cuadrante domina con claridad en Vitoria y acompañado del cuarto cuadrante en San Sebastián. Poco representativos resultan en verano el segundo y el tercer cuadrante.

El segundo grupo lo forman los observatorios del Ebro y Pamplona, que se caracterizan por la importancia del viento cierzo del Noroeste. En Pamplona y Logroño son importantes también los vientos del Norte. Los bochornos del Sudeste y del Este adquieren valores altos en Zaragoza y en Logroño; se trata de vientos cálidos meridionales, a veces terrales, que dan lugar a un ambiente difícilmente soportable en el estío.

Una vez realizado el estudio de la dirección del viento en verano, se analiza la velocidad. En general los vientos de verano son menos intensos que los de primavera en todos los observatorios de la transición. Este descenso es considerable en el observatorio de San Sebastián, que presenta velocidades bajas con respecto a primavera. En esta ciudad el Noroeste sigue siendo el más fuerte, pero en ningún mes llega a una velocidad media de 15 km./h.; le siguen el Sur y el Oeste, que superan los 10 km./h.; y el resto presenta intensidades bajas. Las mayores intensidades se dan en junio y en agosto con vientos del Noroeste.

Todo esto a nivel de medias, pues no hay que olvidar que en verano suelen formarse las galernas en la costa Vasca. En efecto, algunas situaciones atmosféricas propias de verano como los pantanos barométricos pueden originarlas; entonces la temperatura es alta para la costa, generalmente por encima de los treinta grados; sopla ventolina débil del Nordeste a la mañana para después rolar el Sur o Sudeste; en el cielo aparece un pequeño cúmulo y luego estratos bajos; la presión atmosférica se mantiene próxima a la media y la humedad relativa es baja. De repente, el mar comienza a rizarse, la visibilidad es menor y aparecen remolinos de viento, que bruscamente cambian al Noroeste y dan lugar a la galerna.

También los frentes fríos que atraviesan el Cantábrico pueden dar lugar a la galerna frontal, haciendo girar el viento del Sudoeste, antes del frente, al Noroeste después del paso del frente. Pero la auténtica galerna es la anteriormente descrita, que aparece inesperadamente con un tiempo bueno de verano.

En Vitoria los vientos de componente Norte y Nordeste son los que más velocidad registran, normalmente por encima de los 15 km./h. Destacan los vientos de junio por su mayor intensidad. A continuación se sitúan los vientos meridionales del Sudeste y del Sudoeste, que suelen preceder a las tormentas estivales.

En Pamplona los vientos son poco intensos en verano. El cierzo no suele soplar con mucha fuerza y el bochorno también lo hace débilmente, salvo cuando preceden a las tormentas, momento en que tienen lugar durante unos minutos fuertes rachas de viento, que pueden originar algunos destrozos en voladizos y árboles.

Logroño es ventoso en verano según los datos de velocidad media y el descenso con respecto a la primavera no es tan acusado como en otros observatorios. Destacan por su velocidad los vientos del Este y del Sudeste, los bochornos, seguidos de los del

Norte; los primeros alcanzan los veinte kilómetros hora. Destacan por su intensidad los vientos del Este en julio, que alcanzan 22 km./h.

Los vientos de componente Noroeste, Oeste y Norte son los más intensos en Zaragoza durante el estío. Destacan por su alta velocidad media los del Norte en junio y los del Sur en agosto. Es preciso señalar que el cierzo sopla en Zaragoza prácticamente durante todo el año, incluido el verano, si bien en esta estación dura menos tiempo, y junto al otoño es la estación con que menos fuerza sopla.

Con las tormentas frontales de verano el viento sopla primeramente suave del Sudoeste y se vuelve fuerte del Noroeste cuando pasa el frente. En las tormentas de calor son temidos por los agricultores los vientos racheados del Sudeste, que soplan en dirección a las nubes tormentosas que se aproximan. Los saltos de viento durante la tormenta suelen ser fuertes en Zaragoza.

El recorrido medio del viento en un día es superior a 350 km. en Zaragoza en los tres meses de verano, destacando junio con un recorrido superior a los cuatrocientos kilómetros. En San Sebastián supera los trescientos kilómetros en los tres meses de verano, destacando los 339 km. de junio. En Logroño el recorrido medio en un día es superior a los doscientos kilómetros, resultados algo superiores a los de Pamplona, que supera dicha cifra en los dos primeros meses del estío. Finalmente, en Vitoria el recorrido del viento medio en un día no supera los cien kilómetros en los tres meses de verano.

El recorrido máximo de viento en un día es muy alto en Zaragoza (1.880 km. en junio, 1.570 km. en julio y 1.341 en agosto). En San Sebastián es inferior, pero supera los mil kilómetros en los tres meses del año (1.145 km., 1.163 km. y 1.067 km. respectivamente). El resto de observatorios ha registrado un máximo superior a los quinientos kilómetros en un día, destacando los valores de Pamplona en junio y agosto (885 km. y 940 km. respectivamente).

Zaragoza supera los quince kilómetros de recorrido medio por hora en los tres meses del estío (17 km., 16,4 km. y 15,2 km., respectivamente). Logroño y San Sebastián alcanzan los diez kilómetros de recorrido medio de viento por hora, destacando junio en San Sebastián (14,1 km.) y julio en Logroño (10,4). Pamplona registra siete y nueve kilómetros, y Vitoria no supera los cinco kilómetros.

Todos los observatorios son susceptibles de obtener días muy ventosos en verano, así lo demuestran los datos de rachas máximas de viento en km./h. Las rachas máximas en San Sebastián han sido de 130 y 126 km./h. en junio y agosto con viento del Sur, y de 126 km./h. en julio con viento del NNW. En Vitoria las rachas máximas han sido inferiores (76 km./h. del SE. en junio, 88 km./h. del S. en julio y 82 km./h. en agosto del Noroeste). En Logroño han sido más altas (108 km./h. del WNW. en junio, 104 km./h. del E. en julio y 118 km./h. del NNW. en agosto). Finalmente, Zaragoza ha obtenido rachas muy fuertes (122 km./h. del SSW. en junio, 160 km./h. del NW. en julio y 127 km./h. del WNW. en agosto).

En cuanto a los vientos dominantes en verano, de día son los del Norte en todos los observatorios menos en Zaragoza, que son del Noroeste. La velocidad media más alta se da en San Sebastián y Zaragoza, que superan los 15 km./h. De noche los vientos dominantes son del Noroeste en San Sebastián, Pamplona y Zaragoza, del Norte en Vitoria y del Oeste en Logroño. La velocidad es más escasa que de día y tan sólo San Sebastián y Zaragoza superan los 10 km./h.

1.3. El viento en el otoño

En el otoño, estación de transición entre el verano cálido y seco y el invierno frío y lluvioso, se inician cambios importantes en la dinámica atmosférica que van a

repercutir en el viento de Pamplona y de las ciudades colindantes. El anticiclón de las Azores, que era poderoso en verano, se debilita y se traslada a posiciones meridionales, teniendo así más fácil acceso los temporales atlánticos.

En altura, la corriente en chorro recobra la potencia perdida en verano, desciende en latitud y se torna ondulada, de tal manera que las crestas anticiclónicas y las vaguadas ciclónicas circulan por nuestras latitudes, dando lugar a tipos de tiempo cambiantes, secos y lluviosos, de mayor o menor duración. En efecto, a jornadas lluviosas batidas por el frente polar suceden días soleados tipo veranillos. Sin embargo, en los últimos años el otoño se ve cada vez más influenciado por los caracteres estivales y las dorsales anticiclónicas de altura dominan mayormente durante septiembre y en algunos años también en octubre.

Los rasgos de la circulación en otoño y la configuración orográfica de cada observatorio van a explicar los diferentes valores relativos al viento. En los gráficos 7, 8 y 9 se representan la frecuencia de la dirección del viento, los observatorios y las distintas direcciones y la dirección del viento por cuadrantes.

San Sebastián se caracteriza por el desplazamiento del viento Norte como mayoritario que era en primavera y verano, y su sustitución por el viento del Sur, que es el dominante y que alcanza el treinta por ciento, mientras el del Norte supera ligeramente el veinte por ciento. Las situaciones del Sudoeste, propiciadas por las vaguadas que atraviesan nuestro territorio y la presencia del anticiclón europeo, pueden explicar este cambio.

El viento del Oeste se sitúa con inferior frecuencia que los citados, pero no sólo se mantiene con respecto a las estaciones anteriores, sino que se refuerza, superando el quince por ciento. Los vientos de componente Noroeste son menos frecuentes y justamente llegan al diez por ciento. El resto tiene poca importancia.

Por sectores, se nota un predominio de los vientos de tercer cuadrante, que casi llegan al treinta y cinco por ciento del total, seguidos del primero y el cuarto, que son parecidos y superan ambos el veinticinco por ciento. Los vientos de segundo cuadrante

Gráfico n.º 7. Otoño. Frecuencia de la dirección del viento (%)

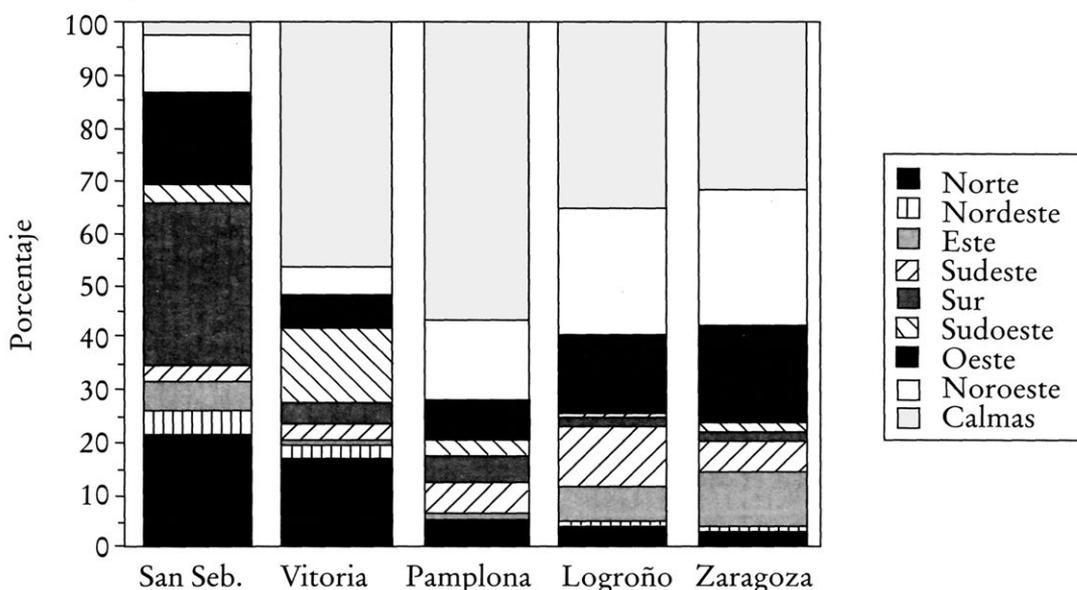


Gráfico n.º 8. Otoño. Observatorios y dirección del viento (%).

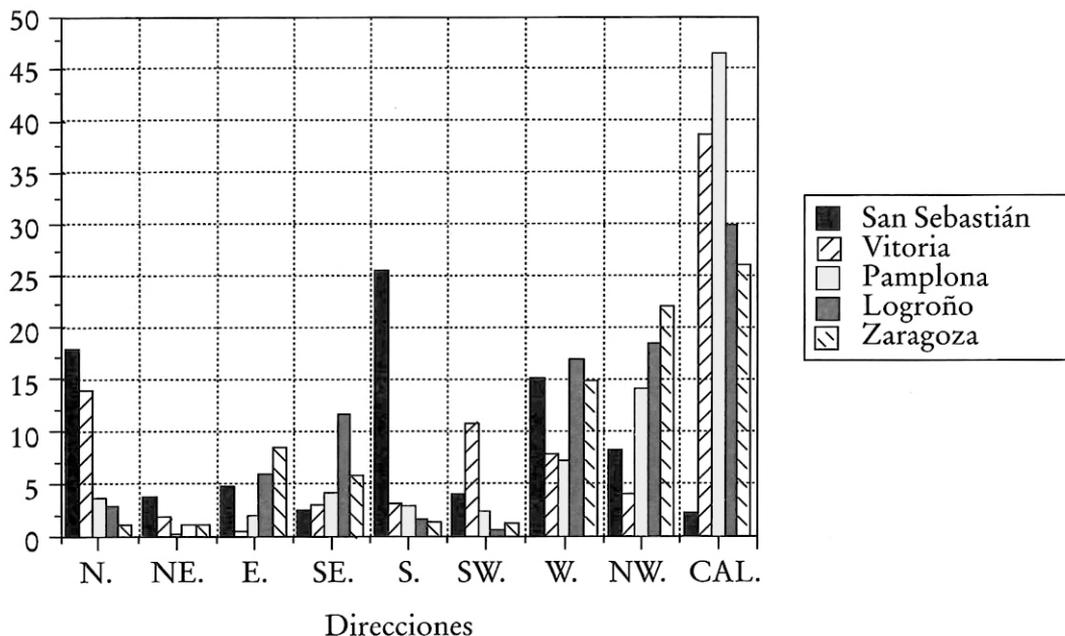
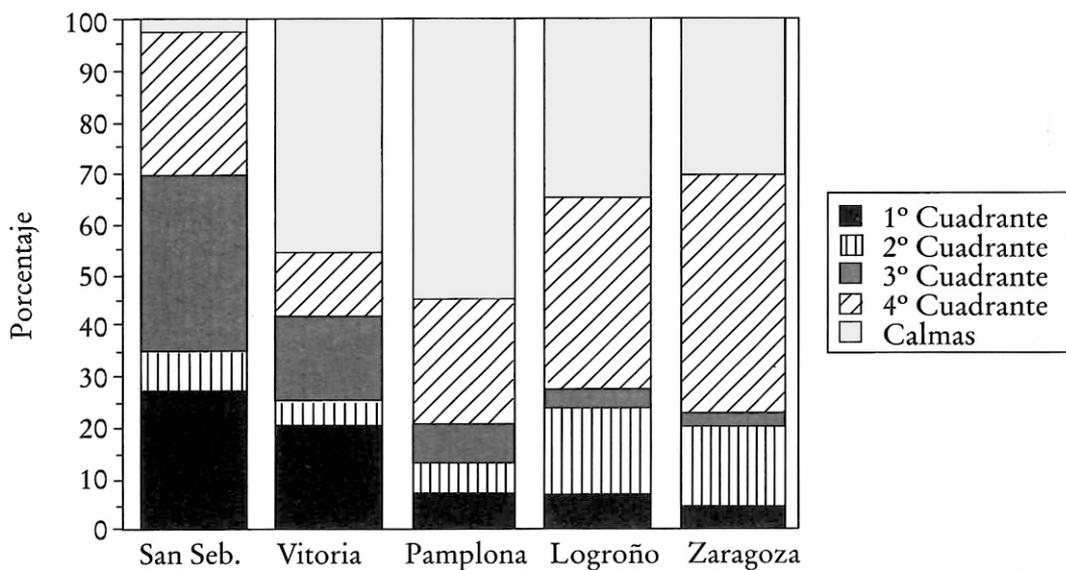


Gráfico n.º 9. Otoño. Dirección del viento por cuadrantes (%).



te siguen siendo poco frecuentes. Por lo tanto, en otoño el tercer cuadrante ha desbancado al primero, que era el dominante en primavera y verano. Persisten las reducidas frecuencias de días de calma.

Por el contrario, en Vitoria siguen siendo los vientos de componente Norte los mayoritarios en la estación otoñal, los cuales alcanzan el diecisiete por ciento, seguidos muy de cerca de los de componente Sudoeste que significan el trece por ciento. Es decir, los vientos meridionales inician un ascenso considerable, pero todavía no son los más frecuentes en la capital alavesa. El resto de direcciones son poco importantes y tan sólo los del Oeste y los del Noroeste superan el cinco por ciento.

Otro rasgo peculiar es la gran cantidad de calmas, por encima del cuarenta y cinco por ciento, las cuales superan a las registradas en primavera y verano. Por sectores, el primer y el cuarto cuadrante son los más habituales, con valores muy parecidos y por encima del quince por ciento; el cuarto cuadrante supera el diez por ciento y el segundo tiene escasa frecuencia.

En Pamplona se produce un cambio total con respecto a los anteriores observatorios. Predominan los vientos de componente Noroeste, que suponen el diecisiete por ciento, seguidos del Oeste y Sudeste, que superan el cinco por ciento. Salvo en las calmas, que son superiores al cincuenta por ciento y por lo tanto superiores a primavera y otoño, el resto resulta muy parecido a primavera.

Por cuadrantes domina el cuarto, que casi alcanza el veinticinco por ciento, seguidos del segundo y el tercero, que no llegan al ocho por ciento. La nota característica, a diferencia de las otras estaciones, es el descenso de los vientos de primer cuadrante.

La capital riojana presenta un modelo muy parecido al de la capital navarra. Los más frecuentes son los vientos de componente Noroeste, con más del veinte por ciento, seguidos de los del Sudeste y Oeste, que se sitúan próximos al quince por ciento. Del resto sólo destacar el Este, que supera el cinco por ciento.

Al igual que lo sucedido en los observatorios anteriores, las calmas experimentan una subida amplia, situándose por encima del treinta y cinco por ciento. El cuarto cuadrante, como es habitual en la cuenca del Ebro, es el mayoritario, con más del treinta y cinco por ciento, seguido del cuadrante de los bochornos, que se sitúa ligeramente por debajo del veinte por ciento. El primero y el tercero son poco habituales.

Muy parecida rosa de los vientos presenta Zaragoza con respecto a Logroño. Los vientos de componente Noroeste son los más frecuentes, por encima del veinticinco por ciento, seguidos de los de componente Oeste, que superan el quince por ciento. A continuación se sitúan los del Este y Sudeste. La única diferencia estriba en que el bochorno es más frecuente que sople del Sudeste en Logroño y del Este en Zaragoza.

Las calmas son más habituales en esta estación y, al igual que en la capital riojana, los vientos de cuarto cuadrante son los más frecuentes y casi alcanzan el cuarenta y cinco por ciento, seguidos de los del segundo cuadrante por encima del quince por ciento; por lo tanto, cierzo y bochorno los dominantes.

Así pues, a modo de conclusión al estudio del viento en las ciudades de la transición climática del Cantábrico Oriental al valle del Ebro, se puede afirmar que siguen existiendo dos grupos diferentes. Los del medio oceánico, San Sebastián y Vitoria, se caracterizan por la importancia que adquieren en otoño los vientos de componente meridional, mayoritarios en la primera, de componente Sur en San Sebastián y del Sudoeste en Vitoria, debido a la configuración de estas ciudades. Los vientos del Norte siguen siendo muy frecuentes, sobre todo en la capital alavesa, en donde se aprecia un ascenso importante de las calmas. Por cuadrantes existe alguna

diferencia entre las dos ciudades: en San Sebastián dominan claramente los vientos de tercer cuadrante, seguidos del primero y del cuarto con valores altos, y en Vitoria el primero y el tercero son los más frecuentes con valores muy parecidos.

El segundo grupo, formado por Pamplona y los observatorios del Ebro, se caracteriza por la importancia del cierzo de componente Noroeste. La diferencia estriba en el segundo, que es en Pamplona el Oeste y Sudeste, en Logroño el Sudeste y Oeste y en Zaragoza el Oeste y Este. Por sectores, mayoritario el cuarto cuadrante, seguido del segundo cuadrante en solitario en Zaragoza y en Logroño, y compartido con el tercero en Pamplona. Finalmente, resaltar el alto porcentaje de calmas registrado, superior a las anteriores estaciones.

Una vez analizada la dirección del viento, se estudia la velocidad media mensual en la estación otoñal. En San Sebastián la velocidad media en otoño es más alta que la de verano y parecida a la de primavera. Los del Sur, originados normalmente por borrascas de amplio radio de acción que se sitúan en el Atlántico al Oeste de Portugal, son los más fuertes, sobre todo en octubre y noviembre. Con estas situaciones el viento encajonado en las montañas navarras fluye a borbotones una vez pasada la Cadena Divisoria por los valles Cantábricos.

Los vientos del Oeste, Noroeste y Sudoeste son medianamente intensos, destacando el Oeste en octubre y noviembre y el Sudoeste en noviembre, que superan los quince kilómetros hora. El resto tiene una velocidad menor. Los vientos más intensos son, así pues, los del Sur en octubre y noviembre con una velocidad media muy alta: veintidós kilómetros hora.

En Vitoria la diferencia no es tan grande con respecto a la primavera y al verano. Los más fuertes son los del Sudeste, sobre todo en noviembre, con una velocidad media de 19 km/h., seguidos de los vientos de componente Sudoeste en noviembre con 17 km/h. El resto presenta intensidades parecidas, por encima de 10 km/h.

Pamplona, al igual que lo sucedido en estaciones anteriores, obtiene una velocidad media muy baja, no exenta de ráfagas de vientos fuertes como se ha afirmado con anterioridad. Dentro de la tónica de baja intensidad, sobresale el Sur en septiembre y en noviembre y el Sudeste en noviembre.

En Logroño la velocidad es parecida a la registrada en verano. Son intensos los vientos del E. SE. y S., es decir, los bochornos, sobre todo en noviembre y asociados a las borrascas atlánticas originadas por la circulación ondulada de la corriente en chorro. Dentro de una tónica de alta intensidad, los del Noroeste y los del Norte son menos intensos.

Por el contrario, en Zaragoza es la estación del año en que los vientos presentan inferior intensidad. Destaca el cierzo, sobre todo en octubre y en noviembre, y en segundo lugar el Oeste; el resto es poco intenso.

Por lo tanto, estación de paso de anticiclones y borrascas debidos a la circulación ondulada de la corriente en chorro, se caracteriza por los vientos fuertes de componente meridional en todos los observatorios de la transición, salvo en Zaragoza, en donde el cierzo sigue soplando con fuerza. Los cambios de vientos del Sur o Sudeste al Norte o Noroeste, al paso de las borrascas, suelen dar altas intensidades. Las bajas frías instaladas próximas a nuestra zona dan vientos fuertes en otoño. A veces en San Sebastián pueden aparecer las minigalernas, originadas por el viento Sur (efecto foehn), que origina un descenso de presión y rola al Noroeste produciendo fuertes ráfagas.

El recorrido del viento en otoño es inferior al de las estaciones anteriores. San Sebastián sigue siendo la ciudad con un recorrido medio en un día más alto, superando en octubre y en noviembre los cuatrocientos kilómetros. A continuación figura Zaragoza, que supera los trescientos kilómetros en los tres meses de otoño y que dejan entrever el recorrido alto durante los días de cierzo. En Logroño el recorrido es

Gráfico n.º 10. Frecuencia de la dirección del viento (%)

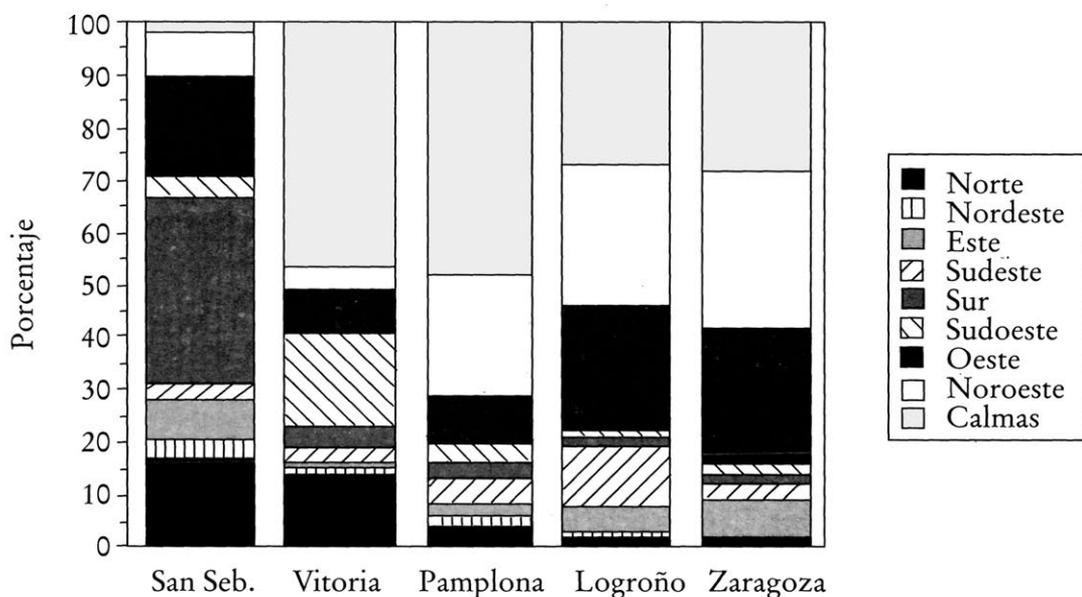


Gráfico n.º 11. Invierno Observatorios y dirección del viento (%).

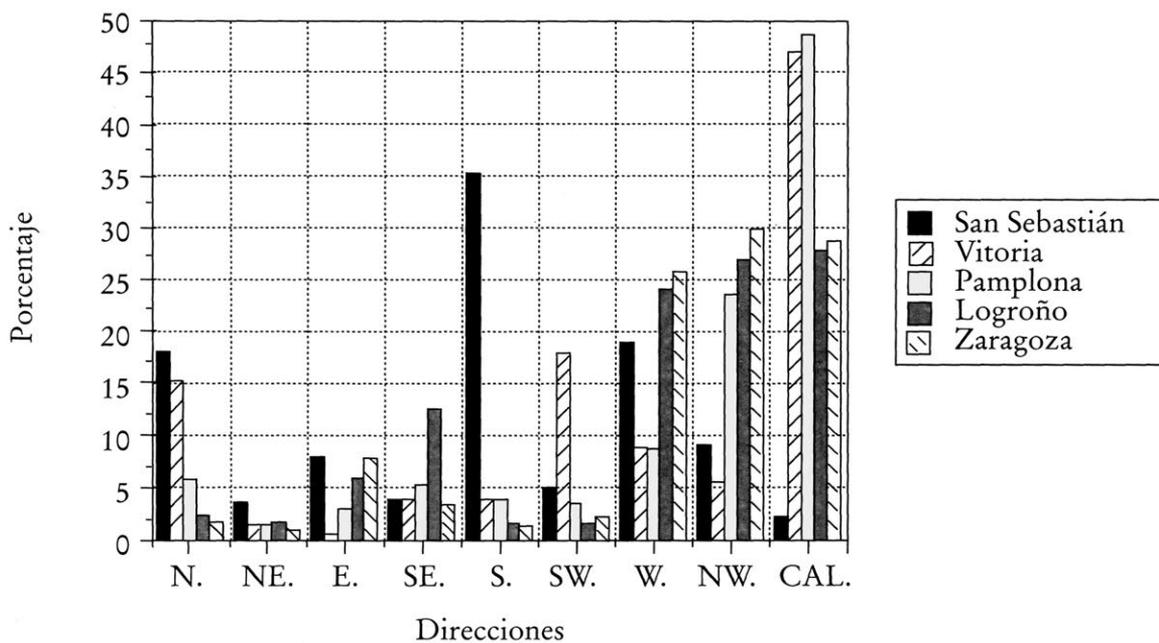
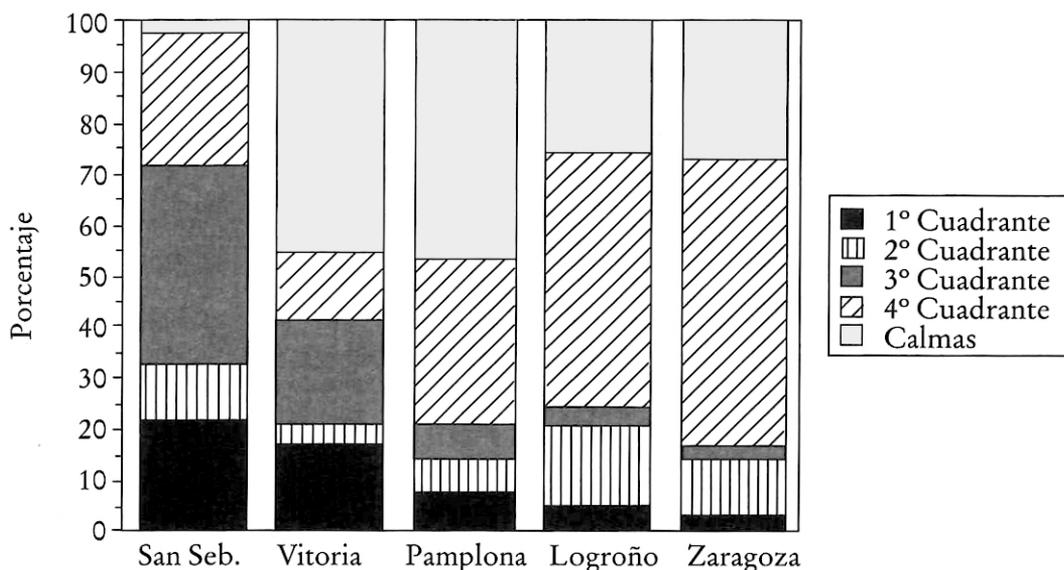


Gráfico n.º 12. Invierno. Dirección del viento por cuadrantes (%).



inferior, pero supera en los tres meses los doscientos kilómetros de media en un día. En Pamplona el recorrido medio se sitúa por encima de los ciento cincuenta kilómetros y en Vitoria, por debajo de cien.

El recorrido máximo en un día es muy alto en San Sebastián sobre todo en noviembre, en donde casi se alcanzan los dos mil kilómetros y en Zaragoza, que registra más de mil novecientos kilómetros en octubre. Pamplona aventaja ligeramente a Logroño, destacando 992 km. en octubre y 996 en noviembre en Pamplona y Logroño, respectivamente. En Vitoria, el recorrido máximo en un día es inferior, destacando no obstante más de mil kilómetros en noviembre.

El recorrido medio por hora resulta por encima de los veinte kilómetros en San Sebastián en los tres meses, por encima de dieciséis kilómetros en Zaragoza, por encima de trece en Logroño y por debajo de diez kilómetros en Pamplona y en Vitoria.

Las rachas máximas del viento en San Sebastián han sido muy altas en los tres meses de otoño: en septiembre 155 km/h. del Sudoeste y en octubre y noviembre 176 km/h. y 144 km/h. con viento del Sur. En Vitoria los meses de octubre y noviembre han superado los cien kilómetros hora (115 km/h. y 109 km/h., respectivamente) con viento del Sudoeste, que es el componente propio de las situaciones del Sur. En Logroño los vientos más fuertes han sido del Sudeste y del Este, destacando noviembre (103 km/h.) con vientos del este. En Zaragoza el cierzo ha superado los cien kilómetros hora de racha máxima en los tres meses de otoño (septiembre 119 km/h. del WNW., octubre 111 km/h. del NNW. y noviembre 124 km/h. del NW.).

En San Sebastián y en Vitoria los vientos dominantes de día son del Norte, en Pamplona y Zaragoza del Noroeste y en Logroño del Oeste. De noche, del Sur en San Sebastián, del sudoeste en Vitoria, del Noroeste en Pamplona y del Oeste en Logroño y Zaragoza.

1.4. El viento en invierno

Durante el invierno la circulación de la atmósfera experimenta cambios importantes con respecto al otoño. Las bajas presiones de Islandia se estiran más y el anticiclón de las Azores se retira a latitudes más meridionales. Entre ambos centros de acción llegan con mayor claridad las borrascas del frente polar, que vienen del Noroeste, Oeste o Sudoeste. Por lo tanto, nuestra área de estudio se encuentra más próxima a las masas de aire contrastadas que entran en contacto y las borrascas circulan con mayor intensidad del Cantábrico Oriental al Mediterráneo.

Si bien la circulación zonal es importante, hay que señalar la presencia de una circulación meridiana muy potente, que atrae el aire frío acumulado en altas latitudes durante el invierno. Todo este tipo de situaciones está íntimamente relacionado con la fuerza que tiene la corriente en chorro en esta estación y cuya posición media se encuentra posicionada más al Sur que en ninguna otra estación.

Pero no todo es tiempo perturbado en invierno. Esta estación se caracteriza también por la presencia de potentes anticiclones oceánicos y continentales, algunos de ellos por encima de los mil cuarenta milibares, que muchas veces son persistentes. Depende de su situación concreta el tipo de viento que afectará a las ciudades de la transición.

En los gráficos nº 10, 11 12 se representan la frecuencia de la dirección del viento, los observatorios y la dirección del viento y la dirección del viento por cuadrantes. Los vientos de componente Sur casi alcanzan el treinta y cinco por ciento en San Sebastián, por lo que se produce un cambio total, casi monzónico, con respecto a primavera y verano. A continuación se sitúan los vientos del Oeste y del Norte, que superan el quince por ciento y obtienen resultados parecidos. El resto es inferior al diez por ciento.

Por sectores, los vientos de tercer cuadrante son los mayoritarios y casi alcanzan el cuarenta por ciento de frecuencia. A continuación figuran los del cuarto cuadrante, que superan el veinticinco por ciento, y los del primer cuadrante con más del veinte por ciento de frecuencia. Invierno es la época en que menos calmas existen.

Vitoria sigue un régimen de vientos bastante parecido a San Sebastián, notándose el cambio brusco de dirección con respecto al verano. En efecto, los vientos de componente Sudoeste, que superan el diecisiete por ciento, son los mayoritarios, situándose por encima de los de componente Norte, que llegan al quince por ciento. Por lo tanto los vientos del Sur de San Sebastián soplan del Sudoeste en la LLanada. Del resto, sólo señalar los de componente Oeste, que llegan al ocho por ciento y son importantes al igual que en la capital donostiarra.

Las calmas junto con otoño arrojan los porcentajes más altos, superiores al cuarenta por ciento, debido al poder de los anticiclones invernales que alternan con las borrascas del frente polar en la estación fría. Por sectores, el tercero meridional es el mayoritario y alcanza el veinte por ciento, seguido de los vientos de primer y cuarto cuadrante. El segundo, al igual que San Sebastián, es escaso.

En Pamplona la rosa de los vientos experimenta cambios importantes con respecto a los observatorios anteriores. Los del Noroeste se tornan los más frecuentes, seguidos de los del Oeste. Del resto, tan sólo los vientos de componente Norte y Sudeste llegan al cinco por ciento.

Junto con el otoño, el invierno es la estación del año con mayor porcentaje de días sin viento, que casi llega a la mitad. Sin duda, el estacionamiento de los anticiclones invernales persistentes origina muchos días de estabilidad y calma. Los vientos de cuarto cuadrante superan el treinta por ciento y dominan ampliamente sobre el resto, que se sitúa por debajo del diez por ciento.

Las capitales del Ebro, Logroño y Zaragoza, presentan un régimen de vientos

muy parecido. En efecto, dominan los cierzos del Noroeste y del Oeste con porcentajes que superan siempre el veinte por ciento y en algunos casos se aproximan al treinta por ciento. La única diferencia estriba en la importancia del bochorno como tercer viento de la zona, que es del Sudeste en Logroño y del Este en Zaragoza, debido a sus respectivas configuraciones topográficas.

El porcentaje de calmas es alto en ambos observatorios, sin embargo es inferior a otoño. El cuarto cuadrante de los cierzos es el más frecuente, situándose próximo al cincuenta por ciento en Logroño y al cincuenta y cinco por ciento en Zaragoza. A continuación se sitúa el segundo cuadrante o de los bochornos con más del quince y diez por ciento en Logroño y Zaragoza, respectivamente.

A modo de conclusión, seguimos distinguiendo en la estación invernal dos grupos en cuanto a la dirección del viento. El primero, formado por Vitoria y San Sebastián, representantes de los medios oceánicos, que se caracterizan por la mayor frecuencia de los vientos meridionales, del Sudoeste en la primera y del Sur en la segunda, seguidos de los vientos de componente Norte. Domina en ambas ciudades el tercer cuadrante, seguidos del primero y del cuarto. Las calmas son importantes en Vitoria por su situación dentro de una cuenca y escasas en San Sebastián por su ubicación junto al mar.

El segundo grupo, formado por los observatorios mediterráneos del Ebro, al que también se adhiere Pamplona, se caracteriza por la importancia de los vientos cierzos del Noroeste y del Oeste, situándose a continuación los bochornos del Este en Zaragoza y del Sudeste en Logroño y Pamplona. El cuarto cuadrante domina mayoritariamente, seguido del tercero o de los bochornos. El porcentaje de calmas es elevado, sobre todo en Pamplona.

Con respecto a la velocidad del viento, en San Sebastián el viento del Noroeste sopla con gran intensidad en los tres meses invernales, sobre todo en diciembre, asociado a los frentes de lluvia que barren el Cantábrico; también son fuertes los vientos del Sur, y más en enero y febrero, asociados a borrascas atlánticas que atraviesan nuestra región con situaciones del Sudoeste y del Oeste. Finalmente, los del Norte y los del Oeste suelen alcanzar medias próximas a los veinte kilómetros hora.

Vitoria tiene velocidades medias más bajas, soplando con mayor intensidad los vientos del Sudeste en diciembre y enero, que alcanzan los veinte kilómetros hora de velocidad media. En general, los de componente meridional soplan con mayor fuerza que los de origen septentrional.

Pamplona sigue con la tónica dominante de vientos de poca velocidad media. Destaca como mes más ventoso febrero, con vientos de componente Norte, Noroeste y Nordeste. Los bochornos meridionales son menos intensos en invierno.

En la capital riojana destacan por velocidad media alta los cierzos del Norte y del Noroeste, siendo lo normal en los tres meses de invierno una velocidad media superior a los veinte kilómetros hora. Los del Este, Oeste y Sudeste también registran una velocidad media alta, si bien algo inferior a los cierzos.

En la capital aragonesa el cierzo del Noroeste sopla con mucha intensidad, sobre todo en diciembre y en febrero, meses en que supera los veinticinco kilómetros hora de velocidad media. Del resto, tan sólo subrayar los del Oeste en febrero, que alcanzan los veinte kilómetros hora.

El recorrido medio del viento en un día es el más alto en San Sebastián en la estación invernal con respecto a las otras estaciones del año, superando los quinientos kilómetros en los tres meses de invierno. Lo mismo sucede en Vitoria, que supera los ciento sesenta kilómetros en febrero. En Pamplona y en Logroño alcanza el mayor recorrido medio del año superando los doscientos kilómetros en la primera y los trescientos en la segunda. En Zaragoza se llegan a alcanzar los cuatrocientos kilómetros, sin embargo en primavera el recorrido medio era mayor.

Los recorridos máximos en un día señalan la fuerza del viento en invierno. En San Sebastián se alcanzan los dos mil kilómetros en enero y febrero, en Zaragoza se superan los mil seiscientos kilómetros en los tres meses, en Logroño los mil kilómetros al igual que en Vitoria, salvo en diciembre, y finalmente en Pamplona el recorrido máximo de viento en un día se sitúa próximo a los mil kilómetros. De todo esto se deduce que en invierno puede haber días de mucho viento y mayor con respecto a las demás estaciones del año.

El recorrido medio por hora sigue arrojando datos altos en San Sebastián, que supera los veinte kilómetros en los tres meses. En Zaragoza se sitúa por encima de los dieciséis kilómetros, en Logroño por encima de los trece kilómetros, en Pamplona por encima de los ocho y en Vitoria normalmente supera los cinco kilómetros.

Las rachas máximas de viento han sido muy fuertes en San Sebastián en invierno, anotando 180 km/h. en enero y febrero con vientos del Sur y en diciembre 157 km/h. con viento del Noroeste. En Vitoria las rachas extremas no han sido tan elevadas, obteniendo 86 km/h. en diciembre del WSW., 88 km/h. del Sudoeste en enero y en febrero 82 km/h. del WSW. En Logroño los cierzos han alcanzado fuerzas muy intensas: 100 km/h. del WNW en diciembre, 114 km/h. del N. en enero y 108 km/h. del NW. en febrero. Finalmente, en Zaragoza las ráfagas extremas superan a la capital riojana: 141 km/h. del NW. en diciembre, 135 km/h. del W. en enero y 143 km/h. del WNW. en febrero.

Los vientos dominantes en San Sebastián son del Sur, tanto de día como de noche, y con una velocidad media superior a los veinte kilómetros por hora. En Vitoria son del Sudoeste de día y de noche, con una velocidad media muy baja. En Pamplona dominan los Noroeste durante todo el día con velocidad media también muy baja. En Logroño dominan los Oestes, todo el día con una velocidad media, de día superior a 15 km/h. y de noche a 10 km/h. Finalmente, en Zaragoza, de día es el Noroeste el dominante con casi veinte kilómetros hora y de noche, el Oeste con más de quince.

2. CONCLUSIONES

La evolución de la dinámica atmosférica a lo largo del año, la situación y la configuración topográfica de las ciudades de la transición del Cantábrico Oriental al valle del Ebro son los factores que originan los diferentes tipos de viento, las peculiaridades y la diversidad entre unas y otras.

Conviene repasar someramente la circulación de la atmósfera a lo largo del año para ver su incidencia en el viento de la zona. En invierno, debido a los contrastes térmicos más acusados entre los continentes y los océanos, la circulación en altura es rápida, los frentes polares adoptan una posición más meridional y barren nuestra área de estudio, dando tiempos perturbados, que alternan con los tiempos anticiclónicos debido a las poderosas altas presiones invernales. En primavera aparecen los tiempos contrastados, y debido a la menor diferencia entre los continentes y los océanos la circulación en altura se hace más sinuosa, sucediéndose en nuestro territorio crestas anticiclónicas, que alternan con vaguadas y gotas frías. En el verano la corriente en chorro se aleja de nosotros, adopta una posición septentrional y tiene inferior fuerza, dando lugar a tiempos cálidos y monótonos interrumpidos por la presencia de lluvias frontales en el Norte y tormentas por todo el territorio. Finalmente, en otoño el anticiclón de las Azores se retira y se suceden las perturbaciones atlánticas que llegan con bastante irregularidad, dando lugar a una alternancia de días secos anticiclónicos, denominados veranillos, con jornadas lluviosas .

Estos cambios repercuten abiertamente en el régimen de vientos. En los gráficos

Gráfico n.º 13. Anual. Frecuencia de la dirección del viento (%)

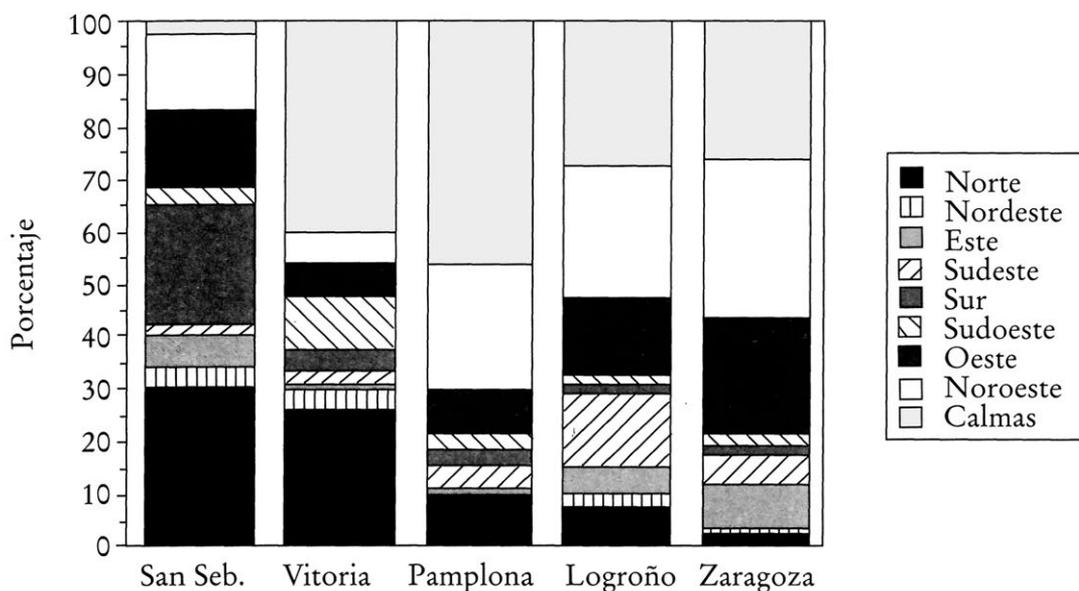


Gráfico n.º 14. Anual. Observatorios y dirección del viento (%).

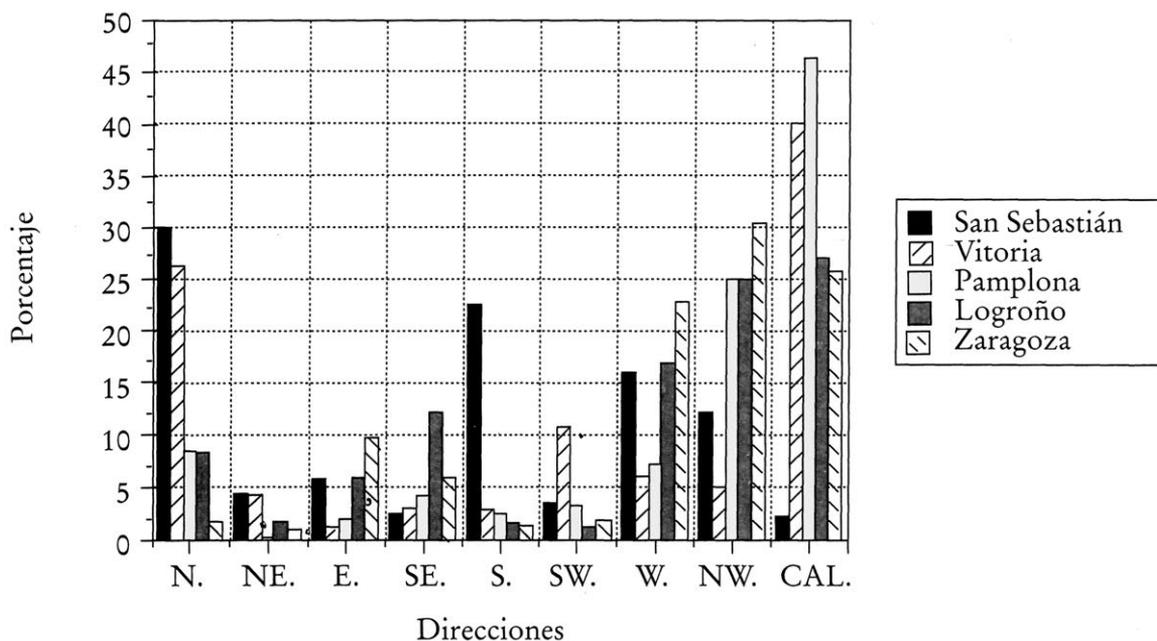
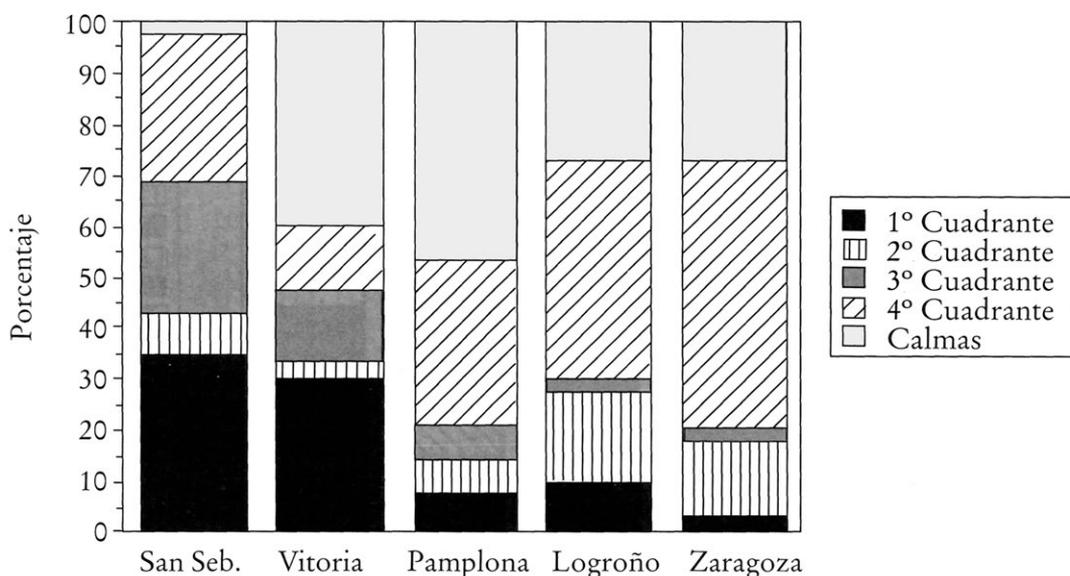


Gráfico n.º 15. Anual. Dirección del viento por cuadrantes (%).



13, 14 y 15 y en los apéndices finales figuran los datos anuales de frecuencia de la dirección del viento, observatorios y dirección del viento y dirección del viento por cuadrantes.

San Sebastián se caracteriza por presentar a lo largo del año un predominio de los vientos de componente Norte, que superan el treinta por ciento y de los vientos del Sur que superan el veinte por ciento. A continuación vienen los del Oeste y Noroeste, que se sitúan por encima del quince y del diez por ciento, respectivamente. El resto obtiene frecuencias escasas. Se da el caso curioso de que los vientos del Sudeste y Sudoeste apenas aparecen y muy poco, los del Este y Nordeste.

Por sectores, domina el primer cuadrante, que casi alcanza el treinta y cinco por ciento, seguidos del cuarto y del tercero, que se sitúan próximos al treinta por ciento. Los vientos del segundo cuadrante son escasos, así como las calmas.

La primera conclusión que se puede sacar del análisis de las frecuencias anuales de viento es que San Sebastián está muy expuesta al viento, por la situación del observatorio junto al mar y a algo más de doscientos metros de altura. Por ello, es el observatorio de la transición con menos porcentaje anual de calmas con bastante diferencia con respecto al resto. El sistema dominante de brisas (del Norte de día y del Oeste, Noroeste y Nordeste de noche) impide mayor porcentaje de calmas.

Un segunda conclusión que se anota y que sin duda influye en la suavidad del clima de la costa vasca es el carácter monzónico de los vientos dominantes: otoño e invierno del Sur y primavera y verano del Norte. Esto es debido a las situaciones atmosféricas dominantes; en invierno los anticiclones europeos fríos influyen en la desviación de la circulación del Oeste, y en verano el anticiclón de las Azores se sitúa en el Atlántico, predominando las bajas presiones relativas sobre nuestro territorio. Y también a la disposición de las cadenas divisorias, muchas veces responsables de los vientos cálidos y secos de componente meridional que originan el llamado efecto foehn.

Finalmente, hay que insistir en la escasez de los vientos del Sudeste y del Sudoeste. En San Sebastián es frecuente el salto del viento del Sur al Noroeste, que sin duda se debe a condicionantes topográficos del lugar.

Las situaciones atmosféricas septentrionales y el sistema de brisas dan lugar a los vientos de primer y cuarto cuadrante. Por el contrario, los anticiclones situados en Europa Central y las borrascas ubicadas en el Oeste de Portugal originan vientos del Sur.

En la capital alavesa las frecuencias de la dirección del viento en todo el año presentan algunas similitudes con respecto a San Sebastián. Predominan los vientos de componente Norte, que superan el veinticinco por ciento, seguidos en este caso del Sudoeste, debido sin duda a la configuración de la llanada alavesa, diferente a San Sebastián, ciudad donde predominaban los vientos del Sur. A continuación se sitúan los vientos del Oeste y del Noroeste con valores por encima del cinco por ciento. Los vientos del Este apenas aparecen y los del Sudeste y Sur son poco frecuentes.

El carácter monzónico que se veía en San Sebastián no es tan claro en Vitoria, ya que el Sudoeste tan sólo aventaja al Norte en invierno y lo hace ligeramente. En primavera y en verano el Norte domina ampliamente y en otoño con inferior margen.

La diferencia con San Sebastián estriba en el alto porcentaje de calmas, que suponen más del cuarenta por ciento anual y que se deben a su ubicación en una cuenca protegida por las montañas circundantes. Por sectores, el primero es el dominante ampliamente, pero en segundo lugar se sitúa el tercer cuadrante, que aventaja ligeramente al cuarto. Idénticas situaciones atmosféricas son responsables de estos tipos de vientos, con la diferencia de que los anticiclones invernales europeos que engloban a nuestra área por el flanco Sur y las borrascas atlánticas dan vientos mayormente del Sudoeste en Vitoria, mientras eran del Sur en San Sebastián.

Al analizar la dirección anual de los vientos en Pamplona y en las capitales del Ebro, se encuentran cambios significativos que originan una distinta rosa de los vientos. En Pamplona domina ampliamente el cierzo del Noroeste, que en San Sebastián y en Vitoria soplaba del Norte y que supera el veinticinco por ciento. Sin duda el cierzo, al atravesar las montañas de la cadena divisoria Velate-Azpíroz, se torna del Noroeste buscando el camino de entrada en el valle del Ebro. A continuación se sitúa el cierzo de componente Norte con porcentaje ligeramente superior al ocho por ciento. Este esquema de predominio se da en las cuatro estaciones del año.

Del resto de direcciones sobresalen los vientos de componente Oeste, que alcanzan el siete por ciento y los del Sudeste, que se sitúan ligeramente por debajo del cinco por ciento. Los vientos del Nordeste son casi inexistentes y los del Sudoeste y Este muy poco frecuentes. Por lo tanto, rosa de los vientos muy sencilla y con pocas variaciones a lo largo del año.

Pamplona es el observatorio de la transición con mayor porcentaje anual de calmas, por encima del cuarenta y cinco por ciento, debido a la posición de abrigo de la cuenca de Pamplona, rodeada de montañas. Y este porcentaje alto aparece todo el año, principalmente en otoño y en invierno. Los vientos de cuarto cuadrante son los mayoritarios, sobre todo en primavera y en verano, y el resto presenta valores parecidos, entre el cinco y el diez por ciento.

Logroño y Zaragoza presentan los rasgos eólicos típicos de la cuenca del Ebro, que empezaban a manifestarse en Pamplona. El viento cierzo del Noroeste es el mayoritario con una frecuencia anual superior al veinticinco y al treinta por ciento, respectivamente, y sopla con mayor frecuencia en primavera. A continuación se sitúan los vientos del Oeste, que forman parte también del cierzo y que superan el quince y el veinte por ciento en Logroño y en Zaragoza, respectivamente. Del resto, señalar la importancia del bochorno, que es principalmente de componente Este en Zaragoza y Sudeste en Logroño, y que sopla mayormente en verano y en otoño.

La situación típica del viento cierzo es la originada por una centro de altas presiones en el Atlántico y una borrasca en el Mediterráneo; con esta situación, el viento fluye del Norte en San Sebastián y Vitoria y se hace del Noroeste principalmente, en Pamplona al paso de la cadena Divisoria, del Noroeste y del Oeste en Logroño, al canalizarse entre la sierra de Codés y el Sistema Ibérico y del mismo componente en Zaragoza en pleno valle del Ebro, entre los Pirineos y el Sistema Ibérico.

El porcentaje anual de calmas supera el veinticinco por ciento en ambos casos, siendo más frecuentes en otoño. La rosa de los vientos se reduce a la supremacía de los vientos de cuarto cuadrante, seguidos de los de segundo; en Logroño los de primer cuadrante son más frecuentes que en Zaragoza.

En definitiva y a modo de conclusión, con respecto a la dirección de los vientos, se pueden distinguir dos comportamientos eólicos diferentes en las ciudades de la transición climática del Cantábrico Oriental al valle del Ebro. El primero está formado por San Sebastián y Vitoria y se caracteriza por el dominio de los vientos del Norte seguidos de los vientos de componente meridional, del Sur en San Sebastián y del Sudoeste en Vitoria, que se suceden en un régimen monzónico, Norte en primavera y verano y Sur o Sudoeste en otoño e invierno, más nítido en San Sebastián que en Vitoria. El sistema de brisas en el primer observatorio y su situación en una cuenca en el segundo justifican su respectivo porcentaje de calmas.

El segundo grupo lo forman los observatorios del Ebro y Pamplona, y se caracteriza por la frecuencia máxima de los vientos cierzos del Noroeste, adaptados a la topografía de la cuenca del Ebro (Noroeste-Sudeste). Los vientos de componente Oeste son importantes y de los bochornos, destacar el Sudeste en Logroño y el Este en Zaragoza. No hay régimen monzónico y estos valores se suceden durante todo el año. La diferencia entre ambos estriba en el mayor porcentaje de vientos de componente Norte en Logroño.

Pamplona se encuentra en medio de la transición, si bien se inclina hacia el comportamiento de los observatorios del Ebro, de los que tan sólo difiere en el menor porcentaje de vientos meridionales tipo bochorno y en la mayor presencia de calmas, producto de su situación abrigada dentro de la Cuenca. Los vientos del Noreste y del Sur apenas aparecen.

Una vez analizadas las direcciones, entramos en el balance anual de velocidad del viento. En San Sebastián las velocidades son altas debido a su exposición apta para la existencia de vientos fuertes. Los vientos del Sur son fuertes, presentando la velocidad media más alta en marzo, seguida de enero y febrero, y las más bajas en los meses estivales. Cuando una anticiclón se sitúa en Europa Central o en el Mediterráneo y una profunda borrasca al Sudoeste de Portugal, si existe el suficiente gradiente de presión entre ambos, el viento de procedencia meridional se encajona en las sierras Exteriores y fluye con fuerza en la salida del embudo que suponen los valles Cantábricos, originando fuertes rachas de viento que, sin duda, influyen en las altas velocidades medias registradas en San Sebastián.

Los vientos del Noroeste y los del Oeste también son fuertes, sobre todo en los meses invernales, principalmente en diciembre, si bien obtienen inferior velocidad. Las situaciones septentrionales del Norte y del Noroeste, de fuerte gradiente, originan días de mucho viento; también conviene recordar las galernas debidas a situaciones de pantano barométrico en verano, en las que el viento repentinamente salta del Sur flojo al Noroeste u Oeste muy fuerte.

En Vitoria los vientos de componente meridional resultan los que mayor velocidad registran, destacando los del Sudeste en diciembre y en enero y los del Sudoeste en enero, asociados a situaciones de fuertes borrascas en el Atlántico y anticiclón en el Mediterráneo. Los vientos del Norte en mayo suelen ser fuertes.

En Pamplona las velocidades medias anuales son muy bajas y quizás el hablar de

medias enmascare en cierto modo la realidad, pues si bien es cierto que Pamplona está bastante protegida y cerrada por las montañas que le rodean y por lo tanto hay muchos días de calma o de vientos flojos, a veces el viento sopla con fuerza dando lugar a rachas intensas, que no se dibujan en el estudio de las velocidades medias. Se puede concluir que en Pamplona o no hace viento o hace demasiado. Resultan más fuertes los Nortes en diciembre y en febrero y los Noroestes en febrero, aunque también pueden aparecer bochornos fuertes en noviembre asociados a situaciones del Sur o Sudoeste.

Logroño presenta velocidades medias anuales altas, siendo los vientos meridionales, principalmente en febrero y en mayo, los más intensos. También los cierzos soplan con cierta intensidad, destacando los del Norte y Noroeste, principalmente en diciembre y en febrero.

Zaragoza es muy ventosa con cierzos del Noroeste y del Oeste, presentando velocidades altas prácticamente todo el año, destacando por su intensidad los meses de marzo, abril, diciembre y febrero. Los vientos de componente meridional son menos fuertes, aunque el Sur en agosto, seguramente asociado a las tormentas estivales, puede dar lugar a fuertes rachas de viento.

En definitiva, el encajonamiento de vientos y la posterior salida a los valles dan lugar a las velocidades más altas. Con situaciones meridionales de elevado gradiente, el viento del Sur, obligado a encajonarse en las montañas y valles próximos a las divisorias, sale disparado cuando el obstáculo ha desaparecido en los valles del Cantábrico. Con el cierzo ocurre al revés y sopla con fuerza conforme va saliendo del obstáculo que suponen las sierras Exteriores de Navarra.

En cuanto al recorrido del viento, enero es el mes con mayor recorrido medio en kilómetros en un día en San Sebastián, dato que supera los quinientos kilómetros y que reitera la fuerza del viento en este observatorio. En Vitoria es febrero el mes con mayor recorrido medio en un día, pero la cantidad es mucho más baja (163 km.). En Pamplona y en Logroño el mayor recorrido lo registra marzo con más de doscientos cincuenta kilómetros en el primero y diciembre con más de trescientos kilómetros en el segundo. Finalmente, en Zaragoza el mes de abril resulta el de mayor recorrido, resultando el dato más alto de los observatorios de la transición (472 km.).

Enero es el mes en que se ha registrado un recorrido máximo en un día más elevado en San Sebastián (2.110 km.). En Vitoria ha sido noviembre el mes con mayor recorrido, no llegando por poco a los dos mil kilómetros (1.914). En Pamplona el recorrido máximo en un día ha sido inferior (1.127 km.) en el mes de febrero. En Logroño se ha registrado en marzo (1.214 km.) y en Zaragoza en octubre (1.902 km.).

San Sebastián registra el mayor recorrido medio por hora (22,5 km.) en enero, seguido de Zaragoza en abril (19,7 km.) y Logroño (13,8 km.) en diciembre. En Pamplona y en Vitoria son inferiores (10,7 km. y 6,8 km.) los datos registrados en marzo y febrero, respectivamente.

La racha máxima de viento registrada en San Sebastián ha sido de 180 km/h. en enero y febrero con vientos de componente Sur, en Vitoria de 115 km/h. con vientos del Sudoeste en octubre, en Logroño de 118 km/h. en agosto con vientos del NNW., y finalmente en Zaragoza de 160 km/h. con cierzo del Noroeste.

Por último y a modo de conclusión final, es preciso afirmar que la transición climática del Cantábrico Oriental al valle del Ebro presenta matices diferentes también en cuanto al viento se refiere, debido a las situaciones atmosféricas que inciden de un modo diferente en cada uno de los distintos medios y a la configuración orográfica de cada uno de los observatorios. Las ciudades de San Sebastián y Vitoria, representantes del medio oceánico, difieren, sobre todo en la dirección del viento, de Logroño y Zaragoza, ciudades del valle del Ebro. El papel de transición de Pamplona entre ambos medios queda definido por una mayor inclinación hacia los rasgos del valle del Ebro.

BIBLIOGRAFÍA

- BIEL LUCEA, A. (1952): *El viento en Zaragoza*, Madrid, Servicio Meteorológico Nacional.
- BIEL LUCEA, A. y GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1962): *El clima de Zaragoza y ensayo climatológico para el valle del Ebro*, Madrid, Servicio Meteorológico Nacional.
- COMELLAS, J.L. (1963-64): «Los estados de tiempo en la Cuenca de Pamplona», *Geográfica*, año X-XI, Zaragoza, pp.3-34.
- CREUS NOVAU, J. (1983): *El clima del Alto Aragón Occidental*, Jaca, Monografía de Estudios Pirenaicos, Diputación de Huesca.
- (1990): *Gran Enciclopedia Navarra (viento)*, Pamplona Caja de Ahorros de Navarra.
- (1986): *Gran Atlas Geográfico e Histórico de Navarra*, (climatología), Pamplona, Caja de Ahorros de Navarra.
- ESPEL, J.I. y GARMENDIA, I. (1985): *Las galernas del Golfo de Gascuña (Itsasoa)*, San Sebastián, Etor, pp. 46-52.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1982): «Intensidad del viento en Madrid y en sus alrededores», *Estudios Geográficos*, 166, pp. 17-32, Madrid.
- FLORISTÁN SAMANES, A. (1951): *La Ribera Tudelana de Navarra*, Zaragoza, Príncipe de Viana e Instituto Juan Sebastián Elcano.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1964): *La predicción del tiempo en el valle del Ebro*, Madrid, S.M.N., Serie A-38.
- GUITER, J. (1980): «Mistral et Tramontane», *L'Information géographique*, 44, pp. 118-125.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA (1985): *Notas para una climatología de San Sebastián* (Antonia Roldán Fernández), Madrid.
- (1988): *Notas para una climatología de Vitoria* (Antonia Roldán Fernández), Madrid.
- (1985): *Notas para una climatología de Pamplona* (Rafael Sousa Alaejos), Madrid.
- (1985): *Notas para una climatología de Logroño* (Antonia Roldán Fernández), Madrid.
- (1985): *Notas para una climatología de Zaragoza* (Antonia Roldán Fernández), Madrid.
- JANSÁ GUARDIOLA, J. M. (1985): *Manual del observador de Meteorología*, Madrid, I.N.M.
- (1985): *Apuntes de Meteorología*, Barcelona, Noray.
- MATEO GONZÁLEZ, P. (1955): *El clima de Gijón*, Madrid, S.M.N.
- MEDINA, M. (1974): *La mar y el tiempo*, Barcelona, Juventud.
- MENSÚA, S. (1960): *La Navarra Media Oriental*, Zaragoza, Instituto Juan Sebastián Elcano.
- PEJENAUTE GOÑI, J.M. (1990): *Tipos de tiempo y clima de las comarcas navarras*, Pamplona, Gobierno de Navarra, Príncipe de Viana.
- RUIZ URRESTARAZU, E. (1982): *La transición climática del Cantábrico Oriental al Valle Medio del Ebro*, Vitoria, Diputación Provincial de Alava.
- URIARTE, A. (1983): «Frecuencias del viento en Igueldo (San Sebastián), según su dirección y fuerza», *Lurralde*, San Sebastián, INGEBA, pp. 83-92
- (1985): «El viento en la costa del País Vasco», *Eusko-Ikaskuntza*, Sociedad de Estudios Vascos, 5, pp. 55-74, San Sebastián.
- (1985): *El clima de la Costa Vasca (Itsasoa)*, San Sebastián, Etor, pp. 37-48.
- VIEDMA MUÑOZ, M. (1983): «La presión atmosférica y los vientos en Almería», *Paralelo 37º*, pp. 83-92.
- VIERS, G. (1973): «Haize egoa, le vent du Sud», *Bulletin de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Bayonne*, pp. 439-450.

APÉNDICE DE DATOS

PRIMAVERA. Frecuencia porcentual de la dirección del viento

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CAL	Cuadrantes			
										1.º	2.º	3.º	4.º
San Sebastián	34	4,6	5	2,3	18,3	3,6	15	15	2,2	38,6	7,3	21,9	30
Vitoria	28,3	6	1,3	3	4	10	8	7	32,3	34,3	4,3	14	15
Pamplona	8,6	0,3	1,3	5,3	2,6	4,3	7,3	29,6	40,3	8,9	6,6	6,9	36,9
Logroño	11,3	1,6	6	10,3	1,6	1,6	17	27	23,3	12,9	16,3	3,2	44
Zaragoza	2	1	8,6	4,6	1,6	2,3	23	34,3	22,3	3	13,2	3,9	57,3

VERANO. Frecuencia porcentual de la dirección del viento.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CAL	Cuadrantes			
										1.º	2.º	3.º	4.º
San Sebastián	47	5	4,3	2,6	6,6	2	13	16,3	3	52	6,9	8,6	29,3
Vitoria	43	7	1	2	1,3	3,3	3	4,3	35	50	3	4,6	7,3
Pamplona	14	-	1,6	2	1,6	2,6	6,3	30,3	41,3	14	3,6	4,2	36,6
Logroño	15,3	3	7,3	12,3	0,6	1,3	12,3	24,6	23	18,3	19,6	1,9	36,9
Zaragoza	1,3	0,6	11,6	7,6	1,6	1,6	22,6	31	21,6	1,9	19,2	3,2	53,6

OTOÑO. Frecuencia porcentual de la dirección del viento.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CAL	Cuadrantes			
										1.º	2.º	3.º	4.º
San Sebastián	21,6	4,6	5,6	3,3	30,3	4,3	17,3	10	2,6	26,2	8,9	34,6	27,3
Vitoria	17	2,6	1	4,3	4	13	6,3	5,3	46,3	19,6	5,3	17	11,6
Pamplona	4,6	0,6	2,6	5,3	4	3,3	7	17	55,3	5,2	7,9	7,3	24
Logroño	3,6	1,3	5,6	14	1,6	1	14,6	22,3	35,6	4,9	19,6	2,6	36,9
Zaragoza	1,6	1,6	10,6	7,3	1,3	1,6	18	26,3	31,3	3,2	17,9	2,9	44,3

INVIERNO. Frecuencia porcentual de la dirección del viento.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CAL	Cuadrantes			
										1.º	2.º	3.º	4.º
San Sebastián	17,6	3,3	7,6	3,5	34,6	4,6	18,6	8,6	1,6	20,9	11,1	39,2	27,2
Vitoria	15	1,3	0,4	3,6	3,3	17,4	8,3	4,3	46,3	16,3	4	20,3	12,6
Pamplona	5,3	1,2	2,6	5	3,3	3	8,3	23,3	48	6,5	7,6	6,3	31,6
Logroño	2,3	1,3	4,3	12	1,6	1,3	23,6	26,3	27,3	3,6	16,3	2,9	49,9
Zaragoza	2	0,6	7,6	3	1	2	25,3	30	28,3	2,6	10,6	3,2	55,3

ANUAL. Frecuencia porcentual de la dirección del viento.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CAL	Cuadrantes			
										1.º	2.º	3.º	4.º
San Sebastián	30,1	4,4	5,7	2,5	22,5	3,7	16	12,5	2,3	34,5	8,5	26,2	28,5
Vitoria	25,8	4,2	0,9	3,2	3,2	10,8	6,5	5,3	40,1	30	4,1	14	11,8
Pamplona	8,2	0,5	2,1	4,4	2,9	3,3	7,2	25,1	46	8,7	6,5	6,2	32,3
Logroño	8,2	1,8	5,8	12,2	1,4	1,2	16,9	25,1	27,3	10	18	2,6	42
Zaragoza	1,5	1	9,7	5,9	1,4	1,9	22,3	30,4	25,9	2,5	15,6	3,3	52,7

PRIMAVERA. Velocidad media mensual para cada dirección (Km./h.)

	N			NE			E			SE			S			SW			W			NW		
	M.	A.	MY.																					
San Sebastián	15	13	12	11	8	11	6	4	6	4	4	4	28	22	19	17	14	10	16	14	13	21	20	16
Vitoria	14	14	17	14	13	15	14	11	12	17	18	16	17	16	13	15	14	15	15	14	15	13	13	16
Pamplona	9	7	6	4	4	4	4	5	5	9	8	6	7	7	6	6	6	5	6	6	6	8	8	7
Logroño	19	18	18	19	12	17	22	17	16	19	20	22	13	17	16	17	19	21	16	18	16	20	18	16
Zaragoza	13	23	10	6	9	7	10	10	10	9	10	11	9	10	11	11	16	18	18	17	17	26	24	23

VERANO. Velocidad media mensual para cada dirección (Km./h.)

	N			NE			E			SE			S			SW			W			NW		
	J.	JL.	A.																					
San Sebastián	9	8	9	7	5	7	4	4	4	3	3	3	13	11	10	5	3	3	10	8	12	14	12	14
Vitoria	16	15	15	16	15	14	11	12	11	13	13	12	12	11	10	13	15	12	12	10	11	11	10	11
Pamplona	6	8	8	5	5	3	5	6	7	6	6	5	6	6	6	5	5	7	7	7	7	8	7	7
Logroño	18	20	17	19	17	17	20	22	20	19	19	19	17	0	11	15	15	17	16	15	14	16	15	15
Zaragoza	24	13	11	8	6	0	11	11	10	13	11	12	9	10	24	15	12	8	16	21	17	18	20	20

OTOÑO. Velocidad media mensual para cada dirección (Km./h.)

	N			NE			E			SE			S			SW			W			NW		
	S.	O.	NV.																					
San Sebastián	7	11	18	6	6	8	5	4	6	6	5	4	17	22	22	9	13	17	12	18	17	14	16	16
Vitoria	12	12	11	14	9	11	7	13	13	15	15	19	11	10	15	14	13	17	12	11	13	12	11	9
Pamplona	5	6	6	5	5	4	6	5	5	8	7	11	12	6	14	6	5	6	6	5	6	6	7	7
Logroño	17	18	18	12	10	0	19	16	20	18	17	20	13	17	19	11	16	12	14	14	17	14	16	18
Zaragoza	9	9	7	9	10	6	12	11	11	10	9	9	10	10	6	8	11	12	14	17	15	17	19	19

INVIERNO. Velocidad media mensual para cada dirección (Km./h.)

	N			NE			E			SE			S			SW			W			NW		
	D.	E.	FB.																					
San Sebastián	20	12	15	9	8	8	5	5	3	5	11	6	22	25	25	15	21	18	19	20	20	30	20	20
Vitoria	11	10	13	12	13	10	7	0	16	20	20	17	16	13	15	14	14	15	11	11	14	13	8	11
Pamplona	5	8	9	4	3	9	5	8	7	5	7	7	7	5	5	6	5	5	7	5	5	7	8	9
Logroño	20	20	21	18	14	14	19	19	19	18	19	21	16	11	18	15	13	14	19	18	18	21	19	20
Zaragoza	7	5	7	6	7	0	7	8	9	9	8	11	8	13	9	16	11	14	17	14	20	26	22	25

ANUAL. Velocidad media mensual para cada dirección (Km./h.)

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
San Sebastián	11,3	7,8	4,6	4,8	22	14	15,4	17,1
Vitoria	13,8	14,1	12,2	16,5	13,7	14,7	12,7	11,4
Pamplona	7,1	4	5,7	8,5	8	5,6	5,9	7,5
Logroño	18,4	15,4	19,2	19,1	15,1	16	16,7	17,5
Zaragoza	11,3	7,4	10,2	10,4	10,5	12,9	17	21,9

PRIMAVERA. Recorrido del viento en Km.

	MARZO			ABRIL			MAYO			AÑOS
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
San Sebastián	496	1746	20,7	467,6	1658	19,5	398,8	1485	16,6	1936-60
Vitoria	146	956	6,1	143	827	6	112	1040	4,7	1931-42
Pamplona	257	989	10,7	250	1003	10,4	209	977	8,7	1931-60
Logroño	319	1214	13,3	316	976	13,2	274	820	11,4	1934-60
Zaragoza	415	1690	17,3	472	1783	19,7	395	1800	16,4	1931-60

VERANO. Recorrido del viento en Km.

	JUNIO			JULIO			AGOSTO			AÑOS
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
San Sebastián	339,4	1145	14,1	322,3	1163	13,4	309,5	1067	12,9	1936-60
Vitoria	94	552	3,9	92	487	3,8	84	548	3,5	1931-42
Pamplona	212	885	8,8	214	785	8,9	175	940	7,3	1931-60
Logroño	244	790	10,2	250	670	10,4	231	696	9,6	1934-60
Zaragoza	408	1880	17	393	1570	16,4	365	1341	15,2	1931-60

OTOÑO. Recorrido del viento en Km.

	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			AÑOS
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
San Sebastián	339,2	1427	14,1	405,6	1557	16,9	475,5	1925	19,8	1936-60
Vitoria	73	449	3	88	670	3,7	110	1914	4,6	1931-42
Pamplona	172	948	7,2	182	992	7,6	193	968	8	1931-60
Logroño	214	692	8,9	213	792	8,9	256	996	10,7	1934-60
Zaragoza	334	1451	13,9	335	1902	14	333	1339	13,9	1931-60

INVIERNO. Recorrido del viento en Km.

	DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			AÑOS
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
San Sebastián	505,8	1644	21,1	538,9	2110	22,5	503,3	2029	21	1936-60
Vitoria	106	776	4,4	141	1080	5,9	163	1703	6,8	1931-42
Pamplona	211	944	8,8	193	988	8	218	1127	9,1	1931-60
Logroño	331	1092	13,8	329	1053	13,7	328	1064	13,7	1934-60
Zaragoza	387	1679	16,1	395	1884	16,4	404	1632	16,8	1931-60

CLAVES:

1. Recorrido medio en un día (Km.)
2. Recorrido máximo en un día (Km.)
3. Recorrido medio por hora (Km.)

FUENTE: Apéndices elaborados a partir de los datos aportados por las publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología *Notas para una climatología de Pamplona, San Sebastián, Vitoria, Logroño y Zaragoza*, cuyos autores son Rafael Sousa del primero y Antonia Roldán del resto.