

# **Tipos de tiempo y su relación con los ingresos hospitalarios de Ictus en el Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela**

**Trabajo Fin de Grado de Ciencias Ambientales**

**Facultade de Ciencias de Ourense**

**Altea Villalón Melo**



**Dra. M<sup>a</sup> de las Nieves Lorenzo González**, profesora titular del área de Física de la Tierra, del departamento de Física Aplicada, de la Universidad de Vigo

INFORMA:

Que el trabajo titulado "**Tipos de tiempo y su relación con los ingresos hospitalarios de Ictus en el Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela**" presentado por **D<sup>a</sup>./D. Altea Villalón Melo, con D.N.I.: 44499042E**, ha sido realizado bajo nuestra dirección en el departamento de Física Aplicada de la Universidad de Vigo, y autorizamos su presentación como **Trabajo Fin de Grado del Grado de Ciencias Ambientales** al considerarlo apto para ser defendido.

Ourense, 15 de Junio de 2016

D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> de las Nieves Lorenzo González



## RESUMEN

Un tema que ya viene tratándose desde la antigüedad es el de que la salud humana y el ambiente estén relacionados. Con el transcurso del tiempo se han realizado innumerables estudios sobre la influencia de éste sobre la salud. La influencia negativa del ambiente sobre el estado de bienestar del ser humano se ve afectado por diferentes factores térmicos tales como la temperatura, la presión, el viento, la radiación solar, la humedad, etc. Sin embargo, la influencia del tiempo meteorológico sobre la aparición de accidentes cerebrovasculares, en particular ictus, es un tema que no cuenta con demasiados estudios.

El ictus se trata de una enfermedad con una alta incidencia y una elevada mortandad. Es la segunda causa de muerte en el mundo y la primera entre las mujeres en España. Se trata de un trastorno que requiere asistencia urgente y un seguimiento exhaustivo desde su aparición, por lo que conocer en qué épocas tiene una mayor incidencia y qué circunstancias se pueden desencadenar, tiene una gran importancia.

En este trabajo buscamos la relación entre el tiempo meteorológico y la aparición de ictus, utilizando el número de los ingresos hospitalarios por ictus del Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela (CHUS) para el periodo 2012-2015 y la clasificación sinóptica diaria de tipos de circulación (Weather Types) llevada a cabo por Lorenzo et al. en 2008 para la región de Galicia. La finalidad es demostrar que los distintos tipos de tiempo pueden influir de manera diferente en la aparición de un ictus según el sexo y la edad del paciente, y también según la época del año en la que el incidente ocurra.

De este modo, aunque no sea posible pronosticar la aparición de un ictus si podemos ver que variables meteorológicas pueden favorecer o no la aparición de este tipo de enfermedades.



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Efectos del clima sobre la salud.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 El clima en la salud.....	2
1.1.2 Principales factores que afectan a la salud.....	5
<b>1.2 Tipos de tiempo o Weather Types.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 ¿Qué es un ictus?.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>2. DATOS Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Datos.....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Datos de presión a nivel del mar.....	21
2.1.2 Datos de ingresos sanitarios.....	22
2.1.3 Datos de variables meteorológicas.....	23
<b>2.2 Métodos.....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Cálculo de tipos de tiempo.....	26
2.2.2 Cálculo de la relación entre los ictus y los tipos de tiempo.....	27
2.2.3 Cálculo de cuartiles.....	28
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>

<b>3.1 Caracterización de los ingresos por ictus.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Caracterización de los tipos de tiempo.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Relación entre ictus y tipos de tiempo.....</b>	<b>40</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>57</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El que la salud humana y las enfermedades están relacionadas con el clima es una idea que ya viene desde la antigüedad. Hipócrates en su tratado *“Aires, Aguas y Lugares”* ya habla sobre la relación entre la salud humana y el medio ambiente.

La salud humana se ve profundamente afectada por el tiempo y el clima. Los fenómenos meteorológicos extremos matan a decenas de miles de personas cada año y deterioran la salud física y mental de millones de personas. Las sequías influyen directamente en la nutrición y la incidencia de enfermedades relacionadas con la malnutrición. Las crecidas y los ciclones pueden desencadenar brotes de enfermedades infecciosas y causar daños en hospitales y otras infraestructuras sanitarias, desbordando los servicios de salud cuando más necesarios son.

El ambiente atmosférico puede afectarnos por tres vías diferentes:

- Factores actínicos relacionados con la radiación solar, sobre todo la ultravioleta y la luz visible
- Factores aero-higiénicos relacionados con la calidad del aire.
- Factores térmicos relacionados con aquellas variables que afectan al estado termofisiológico del ser humano, temperatura, humedad, viento etc.

Hoy en día las relaciones entre las situaciones atmosféricas y la salud se investigan a través de metodologías estadísticas en las que se relacionan diferentes variables meteorológicas con distintas variables sanitarias, como ingresos hospitalarios, venta de medicamentos, visitas al médico o, en casos extremos, número de defunciones.

Diversos estudios estiman que una gran parte de la población es vulnerable a cambios bruscos de temperatura, humedad y presión atmosférica. Las patologías respiratorias y cardiovasculares suelen ser las más relacionadas con los impactos atmosféricos (De Pablo Dávila et al., 2013; Wang et al., 2015)

## **1.1 Efectos del clima sobre la salud**

### ***1.1.1 El clima en la salud***

El medio que nos rodea y la salud están íntimamente relacionados, por ello el agua que bebemos, el aire que respiramos e incluso el interior de los edificios, tienen una gran importancia en nuestra salud y bienestar.

A lo largo de la historia las sociedades humanas se han visto afectadas por las vicisitudes climáticas de origen natural (Figura 1.1). Un ejemplo es la desaparición de las colonias vikingas en Groenlandia en los siglos XIV y XV debido a un descenso brusco de las temperaturas, lo que provocó que la producción de alimentos disminuyera y la importación de los mismos fuera más difícil ya que el hielo del mar era persistente.

La pequeña edad de hielo en Europa en los siglos XV-XVIII es otro claro ejemplo, que desencadenó una gran hambruna debido a las gélidas condiciones climáticas que arrasaron con las cosechas (OMS, 2003).

El actual cambio climático originado por la emisión de gases de efecto invernadero, la disminución de la capa de ozono atmosférico producida por las emisiones de fluorocarbonados y, por supuesto, el aumento de contaminantes troposféricos generados por las emisiones de los vehículos y las industrias, están en la base de nuevos riesgos para la salud pública general. Así pues, no se puede considerar el cambio climático como un fenómeno únicamente ambiental

sino también económico y social, y en especial un fenómeno a tener en cuenta sobre sus consecuencias en la salud humana. Éste afecta de manera directa a la salud humana ya sea como una respuesta hacia los cambios en temperatura, precipitación, eventos extremos... o de manera indirecta, consecuencia de cambios en el agua, en el aire, la alimentación, en los ecosistemas, en la industrialización...

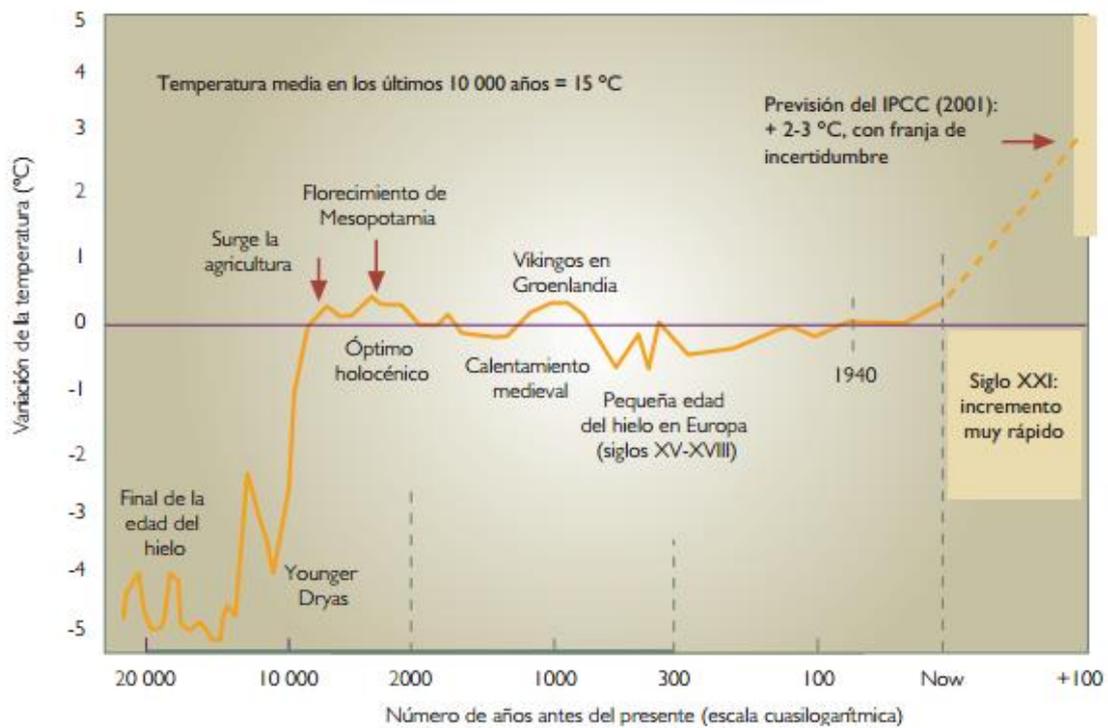


Figura 1.1 Variaciones de la temperatura media de la superficie terrestre en los últimos 20.000 años. Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2003.

Las repercusiones del cambio climático sobre la salud ya se están haciendo notar con el aumento de fallecidos por olas de calor, aumento de los desastres naturales como inundaciones, y cambios en la distribución de enfermedades potencialmente mortales (Veliz-Rojas et al., 2013). El cambio climático a largo plazo amenaza con agravar los problemas actuales y menoscabar los futuros sistemas de salud, infraestructuras, sistemas de protección social, suministro de alimentos y de agua, así como otros servicios y productos ecosistémicos vitales para la salud humana. Las zonas que disponen de una infraestructura sanitaria débil, en su mayoría situadas en los países en desarrollo, serán las menos aptas

para prepararse y dar respuesta a estos problemas si no reciben ayuda (OMS, 2012).

La Figura 1.2 muestra los impactos que puede tener el cambio climático sobre la salud del ser humano, a través de diferentes vías denominadas influencias moduladoras.

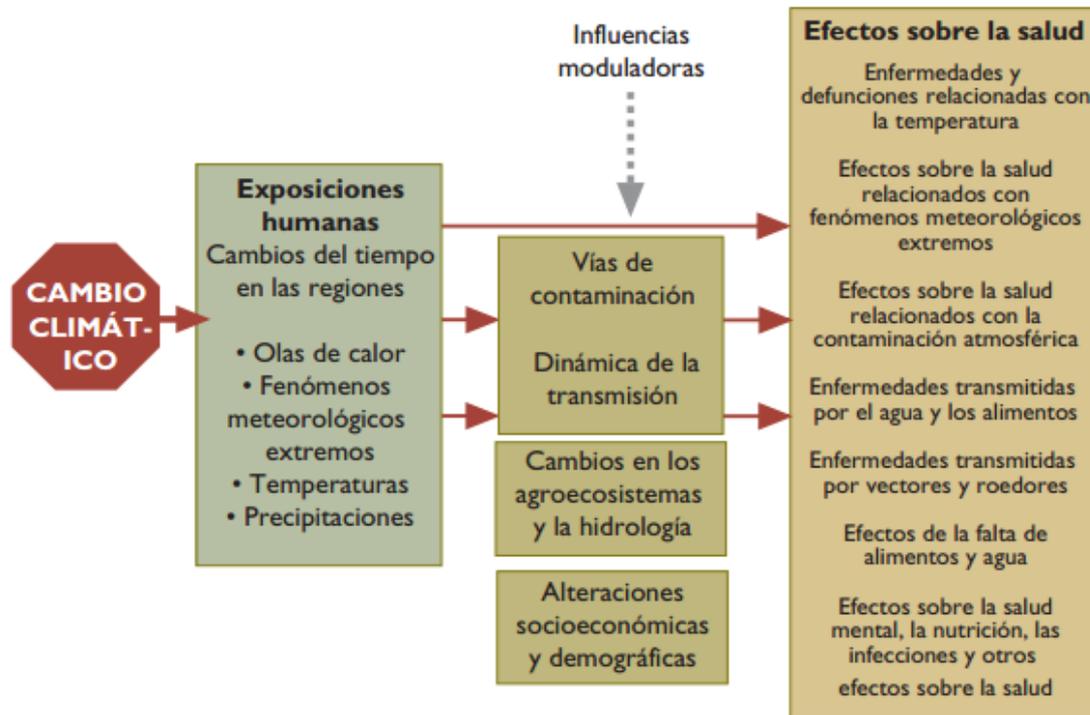


Figura 1.2 Vías por las que el cambio climático afecta a la salud. Fuente. OMS, 2003.

Seguramente los cambios climáticos que llevamos experimentando durante las últimas décadas ya han influido en algunos resultados sanitarios. Se estima que en el año 2000 alrededor del 2.4% de los casos de diarrea en todo el mundo y el 6% del paludismo en países subdesarrollados, fueron consecuencia del cambio climático (OMS, 2002).

Los primeros cambios que podemos detectar probablemente consistan en modificaciones de los límites geográficos (latitud y altitud) y la estacionalidad de enfermedades infecciosas, especialmente las transmitidas por vectores (malaria y el dengue) y alimentos (salmonelosis). Unas temperaturas medias más altas, tanto en verano como en invierno, sumadas a una mayor variabilidad climática, alterarán el patrón de exposición a temperaturas extremas lo que repercutirá en

la salud. En cambio, las consecuencias de la alteración de los ecosistemas naturales, la subida del nivel mar y los desplazamientos demográficos por peligros físicos, pérdida de tierras, perturbaciones económicas y conflictos civiles, probablemente no se manifiesten en la salud hasta pasadas varias décadas (OMS, 2003).

La interacción entre el ser humano y el medio ambiente ha evolucionado en las últimas décadas provocando el aumento de patologías asociadas a enfermedades cardiovasculares y respiratorias, cáncer, alteraciones endocrinas, etc.

Según datos de la OMS, el 23% de las muertes prematuras en el mundo son causadas por factores ambientales y en Europa el 20% de la incidencia total de enfermedades se debe a estas causas ambientales. Las cifras son más elevadas en el caso de los niños, una población especialmente vulnerable. Según la OMS, más del 40% de la carga global de enfermedad atribuible a factores medioambientales recae sobre los niños de menos de cinco años de edad. Por otra parte, en torno al 65% de las enfermedades infantiles tiene su origen en la contaminación y degradación del medio ambiente.

De todo esto se deriva la necesidad de fortalecer la investigación sobre los factores ambientales de riesgo con carácter multidisciplinar incluyendo investigación ambiental, meteorológica, y sanitaria para poder aportar redes de vigilancia integrales y específicas, con sus respectivos indicadores de riesgo para la salud.

### ***1.1.2 Principales factores que afectan a la salud***

De todos los factores ambientales que afectan a la salud, la temperatura es, sin lugar a dudas, el más importante en cuanto a efectos de mortandad. Sin embargo, lo que actúa en un determinado momento sobre el organismo de una persona, no es únicamente la temperatura, sino también una situación determinada de la atmósfera en la que también se ven implicados otros factores meteorológicos, como la presión, la humedad, el viento, etc., y factores no meteorológicos como la contaminación química o el contenido polínico del aire. Todos ellos actúan conjuntamente sobre los individuos y, dependiendo de su

grado de vulnerabilidad, producen determinados efectos sobre su salud, los cuales pueden ser tanto positivos como negativos (Cámara, 2006).

## **Temperatura**

La temperatura corporal oscila entre los 36-37.5°C. El mantenimiento de esta temperatura es gracias al centro termorregulador del hipotálamo el cual equilibra la producción y la pérdida de calor. Así pues:

Cuando existe una temperatura ambiental elevada se producen una serie de mecanismos que permiten al cuerpo perder calor:

- Aumenta la frecuencia cardíaca y se dilatan los vasos sanguíneos periféricos, de manera que incrementa el flujo sanguíneo, produciendo una pérdida de calor por irradiación.
- Sudoración. La evaporación del sudor provoca un enfriamiento corporal. Por cada gramo de agua evaporada desde la superficie corporal se pierden 0.6 calorías (Cámara, 2006).
- Hiperventilación. La cantidad de calor que expulsamos con cada espiración aumenta al incrementarse la frecuencia respiratoria.

En cambio, cuando la temperatura ambiental es baja el cuerpo intenta mantener la temperatura por medio de:

- Aumento del metabolismo para aumentar la producción de calor. Por medio de la fibrilación muscular que provoca el temblor (tiritona) se desprenden grandes cantidades de calor en los músculos.
- Disminución de la cantidad de calor transportada por la sangre desde el interior hasta la superficie por medio de una vasoconstricción cutánea que reduce las pérdidas de calor.

Con valores extremos de temperatura puede llegarse a un punto en el que estos mecanismos de termorregulación se vean desbordados, lo que conlleva un riesgo para la salud. Esto también varía en función de la vulnerabilidad de la persona, la edad, su estado de salud, etc.

## **Presión atmosférica**

La presión atmosférica no es otra cosa que el peso del aire por unidad de superficie. Tal presión se ejerce en todas direcciones.

A nivel del mar la presión atmosférica es de 760 mm de Hg = 1.013 milibares (mb). A medida que aumenta la altitud, ésta disminuye aproximadamente 1 mb por cada 9 metros o 110 mb por cada 1.000 metros.

Los últimos estudios realizados indican la influencia que puede tener la presión atmosférica sobre una serie de enfermedades, sobre todo en las circulatorias y respiratorias.

Existen estudios en los que se asocian las altas presiones atmosféricas con la hemorragia cerebral por ruptura de aneurismas. En otros se produce por cambios bruscos de presión, sobre todo en períodos fríos del año (Jehle y Moscati, 1994; Landers y Narotam, 1997; Palao Sanchez y Gracia Fleta, 1989; Buxton y Liu, 2001).

## **Humedad**

Al hablar de humedad nos referimos al vapor de agua que contiene el aire. El parámetro más utilizado para expresarla es la humedad relativa, que muestra el grado de saturación que tiene el aire. En condiciones normales el aire está parcialmente saturado de humedad. Se considera un ambiente húmedo cuando supera el 60% y seco por debajo del 40% de humedad relativa, y cuando ésta es del 100% el aire se encuentra completamente saturado de humedad.

La humedad tiene un impacto importante en la mortalidad debido a que influye en la capacidad del cuerpo para enfriarse por medio de la sudoración. Cuando se dan situaciones de calor extremo en las que el cuerpo utiliza el sudor como mecanismo para reducir el calor, el que exista un valor elevado de humedad lo dificulta o lo impide. La humedad provoca que el sudor tarde más en evaporarse por lo que para conseguir mantener un equilibrio en la tasa de evaporación se necesita sudar más y, consecuentemente, origina un estado de incomodidad elevado.

Por debajo del 20% de humedad relativa se produce sequedad en las mucosas del tracto respiratorio y en la piel, originando molestias y suponiendo un factor de riesgo frente a posibles infecciones víricas o bacterianas.

Existen índices con los que se ha intentado expresar la temperatura que es realmente percibida cuando la temperatura del aire se combina con un determinado grado de humedad, uno de ellos es el llamado “HeatIndex” o “temperatura aparente”, Figura 1.3, (Cámara, 2006).

Por otro lado, cuando se dan situaciones de frío extremo la humedad puede desencadenar crisis asmáticas, empeorar a los bronquíticos crónicos y en general, aumentar los procesos infecciosos que afectan a las vías respiratorias. También existen estudios en los que se observa que se da una mayor incidencia de infarto de miocardio cuando se combinan frío, humedad y bajas presiones (Kunst y Looman, 1993; Sarna y Romo, 1977). También se agravan enfermedades como la artrosis, fibromialgia, artritis reumatoide o reuma (dolor, rigidez, hinchazón).

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	83
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	76
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	68	70	72	75
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	58	60	62	64	66	67	69	72
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	61	63	65	66	69
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	56	58	60	62	63	66
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	62
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	60
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	57
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

Hasta 29 °C	No hay sensación de incomodidad
De 30 a 34 °C	Ligera sensación de incomodidad
De 35 a 39 °C	Fuerte sensación de incomodidad . Precaución: limitar las actividades físicas más intensas
De 40 a 45 °C	Sensación de gran malestar . Peligro: evitar esfuerzos
De 46 a 53 °C	Grave peligro : parar toda actividad física
Más de 54 °C	Peligro de muerte: golpe de calor inminente

Figura 1.3 Temperatura aparente (Grados centígrados).Fuente. Variables meteorológicas y salud (Cámara, 2006).

## **Precipitaciones**

Las precipitaciones, ya sean en forma de lluvia o en forma de nieve, están asociadas con cambios en la mortandad según varios estudios.

Parece que las lluvias veraniegas tienen un impacto limitado sobre la mortalidad. Según un estudio llevado a cabo en cinco ciudades de Estados Unidos (Nueva York, Chicago, Filadelfia, Atlanta y Detroit) se puede observar un descenso significativo sobre la mortalidad el día después de la lluvia, aunque no es de extrañar ya que la lluvia produce un efecto refrescante aliviando el calor excesivo (Kalkstein y Valimont, 1987).

Por el contrario, también existen casos en los que la lluvia aumenta la mortandad. Robot y Padgett (1976) descubrieron que el frío y la nieve estaban asociados a la mortandad causada por accidentes cerebrovasculares y ataques cardíacos.

## **Viento**

El viento es una serie de movimientos compensatorios que se originan como consecuencia del desigual calentamiento de la superficie terrestre y las diferencias de presión. De manera más simple, es el movimiento del aire causado por diferencias de presión (Cámara, 2006).

Las principales características de este factor son la dirección, la cual depende de la distribución y evolución de los centros de presiones que van desde los centros de altas presiones (anticiclones) hacia los de bajas presiones (depresiones), y la velocidad. Los vientos con velocidades de hasta 1 m/s no son perceptibles, si tienen entre 1-4 m/s son ligeramente perceptibles y por encima de 8 m/s se sienten de manera notoria.

Cuando la temperatura ambiente está por debajo de la temperatura corporal (36-37°C) el movimiento del aire provoca un enfriamiento que aumenta la pérdida de calor por dos formas:

- Por convección, es decir, la transmisión de calor por medio de corrientes verticales ascendentes, removiendo la capa de aire caliente que suele rodear el cuerpo.

- Favoreciendo una evaporación del sudor más rápida (Cámara, 2006).

A mayor velocidad del viento, mayor rapidez de pérdida de calor.

En cambio, cuando la temperatura del aire es superior a la corporal el viento puede aumentar la sensación de calor.

Existe un término que se utiliza para describir el efecto combinado de las bajas temperaturas y el viento denominado "Windchill". Éste nos muestra que un día de invierno con un fuerte viento puede parecernos más frío que otro día con un viento suave aunque la temperatura ambiente sea igual. La razón se debe a la mayor pérdida corporal de calor por efecto del viento, mayor cuanto mayor sea la fuerza o velocidad del mismo (Cámara, 2006).

Como podemos observar en la Figura 1.4 a una temperatura ambiente de 5°C y con un viento de 5km/h la percepción es aproximadamente la misma (4°C). En cambio, con un viento de 30km/h la temperatura percibida es de 0°C.

T air	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
<b>Wind</b>												
<b>5</b>	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
<b>10</b>	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
<b>15</b>	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
<b>20</b>	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
<b>25</b>	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
<b>30</b>	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
<b>35</b>	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
<b>40</b>	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
<b>45</b>	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
<b>50</b>	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
<b>55</b>	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
<b>60</b>	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
<b>65</b>	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
<b>70</b>	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
<b>75</b>	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
<b>80</b>	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

T air: T del aire = Temperatura del aire en °C. Wind: Viento = Velocidad observada del viento a una altura de 10 m, en km/h.

Figura 1.4 Cálculo del factor "Windchill". Fuente. (Cámara, 2006).

No hay constancia de muchos estudios sobre los efectos del viento en la salud. En Inglaterra se halló una asociación entre el “Windchill factor” y los ingresos hospitalarios en accidentes cerebrovasculares (Gill y Davies, 1988). Además existen multitud de estudios que concluyen que los vientos terrales, cálidos y resacos, como el Foehn, pueden agravar o aumentar localmente diversos trastornos psicológicos. Entre ellos, destacamos por su incidencia los trastornos depresivos, estados de ansiedad e inquietud, síndrome de agitación psicomotriz, irritabilidad, jaquecas, disminución de la atención, excitación nerviosa y muy especialmente el aumento de la agresividad (San Gil Martín, 1995).

### **Tormenta**

Una tormenta es un fenómeno meteorológico producido por variaciones de temperatura en la atmósfera y va acompañado de viento fuerte, aparato eléctrico y normalmente precipitaciones en forma de lluvia, nieve o granizo, aunque éstas últimas no son condiciones necesarias para caracterizar una tormenta.

Existen dos tipos principales de tormentas:

- Las originadas como consecuencia de movimientos ascendentes de aire cálido y húmedo, es decir, las de calor, que son típicas de períodos estivales.
- Las que se producen normalmente en invierno consecuencia de la penetración de aire frío por debajo del aire caliente, el cual asciende con rapidez dando lugar a la formación de cumulonimbos.

En las tormentas se originan descargas eléctricas de gran intensidad, a lo que llamamos rayos, y se producen entre dos nubes o entre una nube y la tierra por motivo de la acumulación de cargas positivas y negativas en los cumulonimbos. Cuando existe una acumulación de cargas de signo opuesto, la diferencia de potencial es lo que hace saltar la chispa. El relámpago es el resplandor producido por la descarga eléctrica.

En cuanto a los efectos de este factor sobre la salud, existe un estudio llevado a cabo por Deng y Zhou, 2003, en Shanghái que analiza la relación entre éstas y la mortalidad semanal intrahospitalaria. Como resultado obtiene que la mortalidad es mayor en los días en los que se dan tormentas, y afecta de manera

significativa a los pacientes en los servicios de: Neurología, Cardiovascular y Aparato Respiratorio.

### **Horas de sol**

El sol, además de ser esencial para que exista vida en la Tierra, también lo es para la salud, tanto física como mental de las personas.

La intensidad con la que recibimos la radiación UV depende de distintos factores, Figura 1.5:

- La altura del sol. Cuanto más alto se encuentre éste en el cielo, mayor es la intensidad de radiación UV.
- La latitud. A mayor cercanía del ecuador, mayor es la intensidad de radiación UV.
- La nubosidad. Cuando no hay nubes la intensidad de la radiación UV es máxima, pero aun habiendo nubes o nieblas puede ser alta.
- La altitud. A mayor altitud la atmósfera es más delgada por lo que absorbe menor cantidad de radiación UV. Cada 1.000 metros de altura, la intensidad aumenta entre un 10-12%.
- El ozono. Éste absorbe parte de la radiación UV que alcanzaría la superficie terrestre.
- La reflexión del suelo. Según el tipo de superficie reflejará o dispersará la radiación.

Pequeñas dosis de radiación UV son beneficiosas para la salud y esenciales para producir la vitamina D, además de que la radiación UV también es utilizada para tratar enfermedades como el raquitismo, la psoriasis y el eczema.

Por el contrario, una exposición excesiva puede producir efectos agudos y crónicos. Las quemaduras solares son uno de los efectos agudos más conocidos. A largo plazo, se produce un envejecimiento prematuro de la piel debido a la degeneración de las células, del tejido fibroso y de los vasos sanguíneos.

En cuanto a efectos crónicos se producen en la piel, los ojos y en el sistema inmunitario. Por desgracia, entre los más comunes están los cánceres de piel y

las cataratas. Cada año se dan, en todo el mundo, entre dos y tres millones de casos de cáncer de piel no melánico y, aproximadamente 132.000 casos de cáncer de piel melánico. Entre 12 y 15 millones de personas padecen de ceguera causada por cataratas. (OMS, 2003).

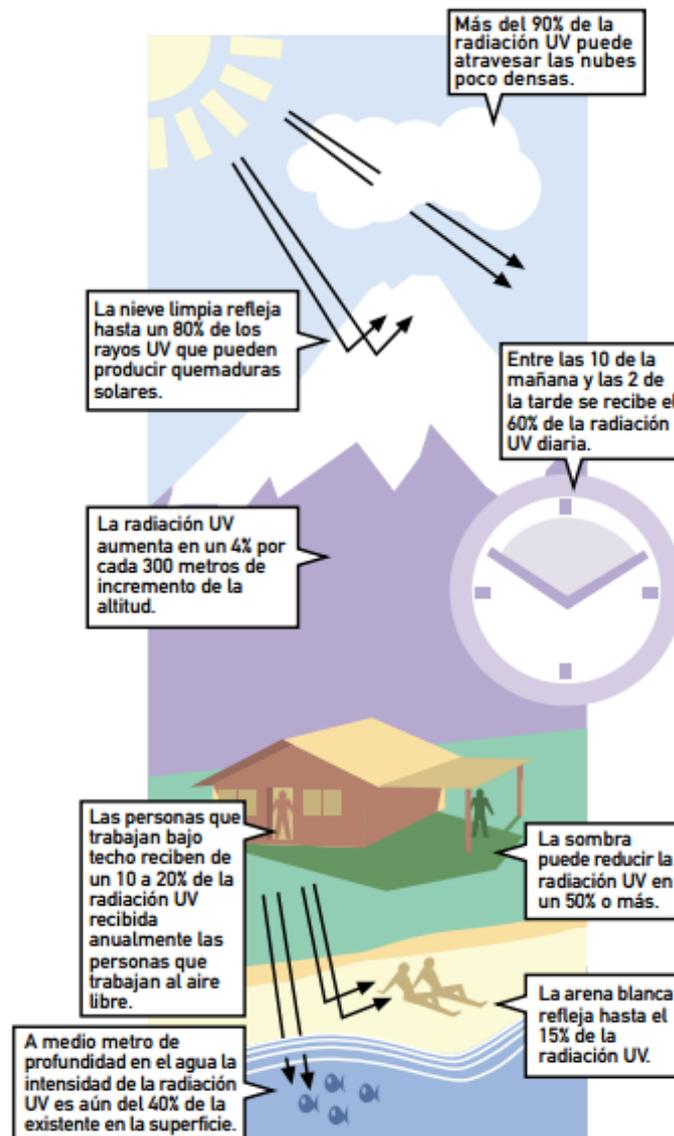


Figura 1.5 Diferentes intensidades de la radiación UV según distintos factores. Fuente. Índice UV solar mundial: guía práctica. (OMS, 2003).

Además de estos problemas, cada vez existen más pruebas de que pueden aumentar el riesgo de enfermedades infecciosas y limitar la eficacia de las vacunas los niveles medioambientales de radiación UV.

## 1.2 Tipos de tiempo o Weather Types

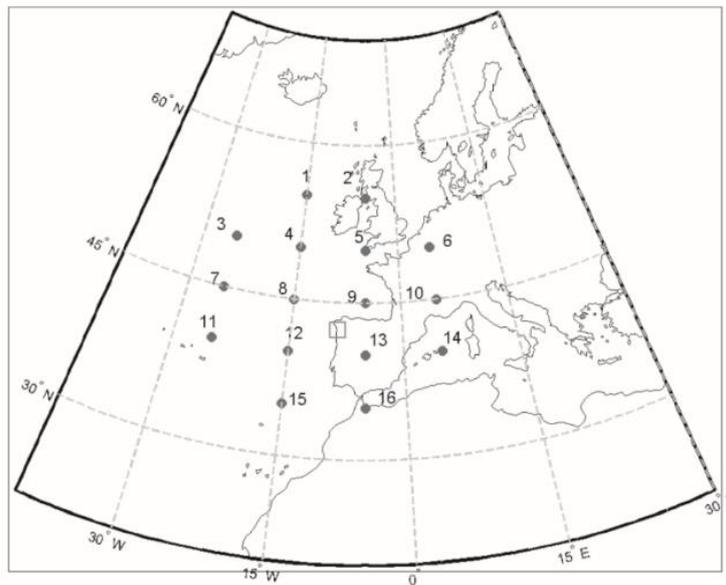
Los patrones de circulación son específicos de cada región y son resultado del análisis de los datos sinópticos meteorológicos generalmente sobre una celda regular, obtenida utilizando gran variedad de metodologías (Huth et al. 2008). Una clasificación sinóptica es una tipificación de estados de la atmósfera a tal escala (sinóptica), que permite el análisis de configuraciones de longitud de onda del orden de 1000 km. Estas configuraciones (borrascas, vaguadas, anticiclones, dorsales...) influyen de forma determinante sobre el tiempo meteorológico y el clima. Por ello, tradicionalmente se han desarrollado numerosas clasificaciones sinópticas, como herramientas analíticas y predictivas. En la mayoría de los casos, estas clasificaciones nacían y morían en la mente de un predictor. Éste, con su experiencia acumulada, dividía mentalmente los "mapas del tiempo" que había conocido, atendiendo a los efectos asociados (precipitación, temperatura...). Algunos de estos profesionales publicaron sus clasificaciones, que suelen recibir el nombre de "subjetivas".

Para permitir que la clasificación de las configuraciones atmosféricas pueda realizarse mediante ordenador, y para disminuir la subjetividad, surgieron en las últimas décadas clasificaciones "objetivas" o "automatizadas" (Huth et al., 2008).

Los tipos de circulación se definen para cada día y suelen reflejar de forma simple la circulación local que tiene lugar. A estos tipos de tiempo se encuentran asociadas unas características meteorológicas determinadas, presión, temperatura, humedad... que ayudan al predictor a definir el tiempo que va hacer.

En este estudio, se utilizará una versión automatizada de los patrones sinópticos de circulación de Lamb que fueron desarrollados inicialmente para las islas británicas (Jones et al. 1993) y que describen la circulación local en función de parámetros de la circulación, en este caso, el flujo y la vorticidad. En estos últimos años, este método se ha aplicado con éxito a otras regiones europeas (Goodess y Palutikof 1998; Trigo y DaCamara 2000). Lorenzo et al. (2008) realizaron un estudio comprensivo que conectaba estos tipos de circulación con los modos de variabilidad de baja frecuencia del Hemisferio Norte y su influencia en la precipitación de Galicia.

En concreto en este estudio se ha considerado la base de datos de tipos diarios de circulación que fue calculada para Galicia por Lorenzo et al. (2008). Estos tipos de circulación fueron calculados utilizando la SLP diaria de los datos del reanálisis de NCEP/NCAR (Kalnay et al. 1996). Las condiciones de circulación fueron determinadas usando parámetros físicos o geométricos, tales como la dirección y la fuerza de flujo de aire, y el grado de ciclonicidad calculados a partir de 16 puntos separados entre sí 2.5° y centrados sobre el área de estudio (Figura 1.6).



*Figura 1.6 Puntos de la rejilla de presión utilizados para la clasificación de los tipos de tiempo. El pequeño cuadrado marca la ubicación de la zona de estudio sobre el NW de la Península Ibérica. Fuente Lorenzo et al., 2008.*

### **1.3 ¿Qué es un ictus?**

El ictus es una enfermedad cerebrovascular que afecta a los vasos sanguíneos que suministran sangre al cerebro y que también se la conoce como Accidente Cerebro Vascular (ACV). Ictus es un término latino que quiere decir golpe. Un ictus ocurre cuando un vaso sanguíneo que lleva sangre al cerebro se rompe o es taponado por un coágulo u otra partícula. Debido a esta ruptura o bloqueo, la sangre no llega en la cantidad necesaria al cerebro provocando que las células nerviosas no reciban oxígeno y dejen de funcionar. Como hemos dicho, esta

alteración del riego sanguíneo puede deberse a dos causas o bien a la rotura de una arteria, dando lugar a una hemorragia cerebral. O bien a la obstrucción de una arteria, provocando un infarto cerebral (Rodés et al, 2007).

El hecho más frecuente por el que se rompe una arteria es el envejecimiento, éstas pierden flexibilidad y se debilitan. Es por esto que las hemorragias cerebrales son más frecuentes en las personas mayores de 60 años, aunque existen factores que pueden provocarlos en personas más jóvenes, como la hipertensión, la diabetes, el consumo de tabaco y algunas drogas. Además de ictus también se le puede denominar derrame cerebral, embolia o trombosis, aunque estos dos últimos términos, no obstante, se refieren más a bien a distintas causas del ictus. El síntoma más frecuente es la pérdida de fuerza o sensibilidad en una parte del cuerpo. La parálisis de la mitad de la cara y del brazo de ese mismo lado es lo más habitual. Según el tamaño y la zona de la lesión cerebral, puede afectar a la mitad del cuerpo o sólo a uno de los miembros, denominados hemiplejia y monoplejia, respectivamente. Puede afectar también a los dos lados del cuerpo, llamado tetraplejia y, en los casos de mayor gravedad puede producir dificultades en la respiración y provocar el coma. En algunos casos puede producir cefaleas intensas o moderadas, aunque no es habitual que el ictus cause dolor.

Otro de los síntomas es la afasia, es decir, la alteración del lenguaje. Ésta puede presentarse bien provocando dificultad a la hora de articular palabras, bien provocando confusión de sílabas o cambiando palabras o bien usando un lenguaje incoherente o incomprensible. Existen ocasiones en las que el afectado puede hablar con normalidad pero no comprende las órdenes simples.

La alteración de la visión es otro de los síntomas que pueden aparecer con el ictus.

Se puede producir una pérdida brusca del equilibrio llegando a imposibilitar el caminar e, incluso, poder a llegar a padecer vértigo. Un síntoma no muy frecuente pero que puede llegar a darse el caso, es la aparición de crisis epilépticas.

Estos síntomas tienen un tiempo de duración variable dependiendo de la causa de la enfermedad y de la zona y extensión de la lesión. Es habitual que los síntomas dejen secuelas permanentes.

Los problemas de los vasos sanguíneos cerebrales pueden ser de dos tipos:

- Ictus isquémico: Los vasos están obstruidos dentro. Los coágulos causantes del problema se denominan trombos cerebrales o embolismo cerebral. Causado por una obstrucción del vaso sanguíneo. Este problema se suele producir por el desarrollo de depósitos de grasa en los muros del vaso, lo que se denomina aterosclerosis.
- Ictus hemorrágico: El vaso se rompe, lo que provoca que la sangre irrumpa en el cerebro. Al entrar la sangre comprime el tejido cerebral.

Es un error considerar que el ictus es exclusivo de la gente mayor, aunque sí es cierto que éstos son los que tienen mayor riesgo de padecerlo. Se considera que a partir de los 55 años el riesgo aumenta proporcionalmente con la edad. Los hombres presentan mayor riesgo que las mujeres, aunque a partir de los 85 años esta relación se invierte. A pesar de ser una enfermedad predominante en hombres, causa más muertes entre las mujeres (Rodés, et al., 2007).

Existen estudios en los que se sugiere que hay un componente hereditario en el ictus. Las personas con antecedentes paternos o maternos también tienen un riesgo algo más elevado, especialmente si éste sucedió a una edad temprana.

Un ictus puede repetirse dependiendo de la causa primaria, de los genes y también del cumplimiento por parte del paciente del tratamiento recomendado por el médico. Actualmente no existen medidas fiables del riesgo de recaída, por lo que deben ser tratados todos teniendo en cuenta esta posibilidad (Rodés, et al., 2007). La Sociedad Española de Neurología recomienda una serie de hábitos saludables para evitar sufrir un ictus. En la Figura 1.7 Se muestra una tabla resumen de las recomendaciones básicas para evitar la ocurrencia de un ictus.

Los ictus comprenden el 70 por ciento de los ingresos en neurología en nuestro país, y en los últimos 15 años el número de pacientes ha crecido en un 40 por ciento.

Factor	Objetivo	Recomendación
Hipertensión	Sistólica < 140 mmHg	Medir la tensión arterial cada dos años al menos
	Diastólica < 90 mmHg	Controlar el peso, hacer ejercicio Administrar fármacos en caso necesario
Tabaco	Dejar de fumar	Utilizar programas de deshabituación
Diabetes	Reducir la glicemia	Dieta y fármacos en sangre y controlar la tensión arterial
Fibrilación auricular	Evitar trombos	Aspirina® o Sintrom®
Colesterol	Alcanzar niveles normales	Dieta y/o fármacos en caso necesario
Inactividad física	Vida activa	Ejercicio durante al menos treinta minutos diarios
Dieta	Alimentación equilibrada	Frutas y verduras abundantes
Alcohol	Moderación	No más de dos vasos de vino al día los hombres, o un vaso las mujeres
Drogas	Abandonar su consumo	Abstención plena

*Figura 1.7 Recomendaciones para evitar el ictus. Fuente: Libro de la salud del Hospital Clínic de Barcelona y la Fundación BBVA. Fundación BBVA, 2007.*

En particular, el ictus isquémico tiene una alta incidencia, mortalidad y carga socioeconómica. Los avances en el diagnóstico y la terapéutica han mejorado su pronóstico, pero requiere un abordaje urgente. Su incidencia presenta un perfil irregular, pues se modifica sustancialmente según las estaciones del año, el día de la semana o la hora del día. Conocer qué factores determinan esta variabilidad podría ayudar a crear estrategias de prevención y a predecir los momentos y épocas de mayor incidencia, de modo que se pudieran adecuar los recursos a la demanda asistencial (Jiménez-Conde 2009).

#### 1.4 Objetivos

La influencia de parámetros meteorológicos tales como la presión, la temperatura, la humedad o el viento en diferentes tipos de enfermedades ha sido objeto de estudio en las últimas décadas. En el presente trabajo se investiga concretamente sobre las relaciones entre el estado de la atmósfera y la ocurrencia de ictus en el área de influencia del Hospital Clínic de Santiago de Compostela (CHUS), región localizada al noroeste de la península Ibérica.

El objetivo de este trabajo es analizar los posibles vínculos entre las condiciones atmosféricas y los ingresos hospitalarios diarios por ocurrencia de ictus. Para ello se utilizará la clasificación sinóptica diaria de tipos de circulación (Weather types) llevada a cabo por Lorenzo et al. 2008 para la región de Galicia. Además

contamos con los datos proporcionados por el Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela del número de pacientes ingresados por ictus durante el período que abarca desde el día 2 de julio del 2012 hasta el 29 de julio de 2015.

A partir de los datos proporcionados llevaremos a cabo la búsqueda de la relación entre la aparición del ictus y el tipo de tiempo teniendo en cuenta las características meteorológicas de cada una de las situaciones sinópticas. El estudio se hará estacionalmente y tendrá en cuenta el sexo y la edad de los pacientes, ya que estas dos variables tienen gran relevancia en la aparición de dichos accidentes cerebrovasculares.



## 2. DATOS Y MÉTODOS

### 2.1. Datos

#### 2.1.1 Datos de presión a nivel del mar

Para calcular los tipos de tiempo hemos tomado los datos de presión a nivel del mar del Reanálisis de NOAA Earth System Research (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>).

El proyecto de Reanálisis de NCEP/NCAR es un trabajo conjunto entre los Centros Nacionales de Predicción Ambiental (NCEP, antes conocido como NMC) y el Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR). El objetivo de dicho proyecto conjunto es producir nuevos análisis atmosféricos a partir de datos históricos (1948 en adelante) y así producir el análisis del estado actual de la atmósfera (Climate Data Assimilation Systema, CDAS). El Reanálisis de NCEP/NCAR utiliza un sistema de análisis/pronóstico para llevar a cabo la asimilación de los datos del pasado a partir de 1948 hasta la actualidad. Una gran parte de estos datos están disponibles en formatos diarios por parte del PSD (Physical Sciences Division de la NOAA) con hasta 4 salidas diarias (0Z, 6Z, 12Z y 18Z). Estos valores (0Z, 6Z, 12Z y 18Z) son utilizados para realizar las series de tiempo diarias y mensuales.

Para nuestro estudio tomaremos los datos de presión a nivel del mar con una escala temporal diaria y una escala espacial de 2.5°x2.5°. El periodo de análisis considerado va desde enero de 2012 hasta diciembre de 2015 y el dominio considerado abarca desde [25°N a 65°N], [35°W a 30°E].

### 2.1.2 Datos de ingresos sanitarios

El listado de los ingresos hospitalarios con el que trabajamos ha sido proporcionado por el Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela (CHUS) que pertenece a la red gallega de utilización pública del Servicio Gallego de Salud y aúna los cuatro centros hospitalarios que se encuentran en Santiago de Compostela con los datos demográficos mostrados en la Tabla 2.1:

- Hospital Clínico Universitario.
- Hospital Médico Quirúrgico de Conxo.
- Hospital Gil Casares.
- Hospital Psiquiátrico de Conxo.

El periodo que abarca nuestro estudio va desde el día 2 de julio del 2012 hasta el 29 de julio de 2015. Los casos elegidos son aquellos que responden a la búsqueda de enfermedad cerebrovascular dentro del código utilizado hasta ahora CIE9 (<https://eciemaps.mspsi.es/>) 430-438. Se ha excluido el código 430 que pertenece a las hemorragias subaracnoideas, porque el mecanismo fisiopatológico es distinto al del resto de enfermedades cerebrovasculares. De aquí en adelante nos referiremos a las casos como ictus.

Tabla 2.1 Datos demográficos del área del CHUS. Fuente. <http://xxisantiago.sergas.es/>

Área	Población		
	TOTAL	NIÑOS 0-14	>64
SANTIAGO	384.411	45.147	90.942
BARBANZA	63.966	8.483	13.742
<b>TOTAIS</b>	<b>448.377</b>	<b>53.630</b>	<b>104.684</b>

En dicho listado, además de proporcionarnos la fecha y el número de ingresos, figuran también el sexo y la edad de los pacientes. De este modo se podrá llevar a cabo un análisis diferenciado entre la ocurrencia de ictus en hombres y en mujeres y también diferenciar entre aquellos casos ocurridos en personas mayores de 60 años y menores de 60 años. Esto nos permitirá estudiar si las condiciones meteorológicas afectan de manera diferente a las personas según su sexo y edad. Los ingresos reúnen los casos ocurridos en todo el radio de acción del CHUS.

### **2.1.3 Datos de variables meteorológicas**

Los datos de las variables meteorológicas utilizados para caracterizar la climatología de los tipos de tiempo o Weather Types (WT), pertenecen a la base de datos ECA, European Climate Assessment & Dataset (<http://www.ecad.eu>). En este portal se encuentran los de datos meteorológicos obtenidos a partir de las observaciones diarias de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos y de las estaciones meteorológicas de toda Europa y el Mediterráneo. Parte de este conjunto de datos está disponible de manera gratuita para la investigación no comercial y la educación.

El objetivo de ECA es supervisar y analizar las series diarias de observaciones de las estaciones meteorológicas, el control de la calidad, análisis de eventos extremos y la difusión de los datos diarios así como los resultados del análisis.

Las series de datos proceden de dos tipos de fuentes: los datos que se emiten por las oficinas meteorológicas nacionales o de otros participantes, los llamados datos de los participantes, y los datos de los mensajes sinópticos. La diferencia que existe entre estos dos es que los datos de los participantes generalmente se validan, mientras que los datos sinópticos no, por lo que tan pronto como se disponga de datos de los participantes, los datos sinópticos se sustituyen.

En general, las series de datos recogidas de los países participantes no contienen los datos correspondientes a los últimos años. Para que cada estación disponga una serie de tiempo que sea lo más completa posible, han incluido un procedimiento de actualización automática que se basa en los datos diarios de mensajes SYNOP que se distribuyen casi en tiempo real por medio del Sistema

Mundial de Telecomunicaciones (SMT). En dicho procedimiento los huecos de las series diarias están rellenos con las observaciones de las estaciones cercanas, con la condición de que éstas se encuentren dentro de un rango de 12,5 kilómetros y que las diferencias de altura sean menores de 25 metros.

Para conseguir una serie de datos de la mejor calidad posible, éstos se someten a un control de calidad común por medio de algoritmos que proporcionan una etiqueta (“OK”, “sospechosos” o “desaparecidos”) que son asignados a datos individuales. Aunque la validación de estos datos se realiza de manera cuidadosa, pueden aparecer errores que no se han detectado. El riesgo de errores es mayor en los datos recientes obtenidos de los mensajes sinópticos, ya que éstos no son sometidos a un proceso de validación de las instituciones participantes. A parte de los errores en días individuales, debido a cambios en las prácticas de observación se puede dar una falta de homogeneidad de origen no climático en las series largas.

Para la evaluación de la homogeneidad de las series temporales se sigue un procedimiento que consiste en dos etapas: en primer lugar, se aplican cuatro pruebas de homogeneidad comunes para evaluar la serie diaria en periodos fijos de tiempo utilizando las variables de prueba. Estas cuatro pruebas son: prueba de homogeneidad normal estándar, prueba de rango Buishand, Pettitt prueba y prueba de razón de von Neumann. En segundo lugar, se agrupan los resultados de las pruebas para cada serie en tres clases: de utilidad, dudosa o sospechosa.

Hoy en día, dicha base está recibiendo datos de 67 participantes pertenecientes a 62 países y el conjunto de datos contienen 42.756 series de observaciones de 12 variables meteorológicas en 10.481 estaciones meteorológicas en toda Europa y el Mediterráneo. En la Tabla 2.2 aparecen las doce variables que podemos obtener de dicha base de datos y así como las unidades de medida en las que son guardadas.

De las 12 variables meteorológicas expuestas en la Tabla 2.2 para nuestro estudio hemos considerado 5: las horas de sol, la temperatura media, la humedad, la precipitación y la presión a nivel del mar. La elección de estas variables se ha hecho por considerarse que son las que nos proporcionan una mejor identificación de las características meteorológicas que definen a cada uno los 26 tipos de tiempo que tienen lugar sobre el área de estudio.

Tabla 2.2 Variables meteorológicas disponibles en la base ECA. Fuente. Elaboración propia a partir de <http://www.ecad.eu>.

Variable	Unidad
Temperatura máxima	°C
Temperatura mínima	°C
Temperatura media	°C
Horas de sol	Horas
Espesor de la nieve	cm
Precipitación	mm
Presión a nivel del mar	hPa
Humedad	%
Ráfagas de viento	m/s
Velocidad del viento	m/s
Dirección del viento	grados
Cubierta de nubes	oktas (octavos de cielo cubiertos)

## 2.2 Métodos

Todas las figuras obtenidas en ese trabajo las hemos elaborado con ayuda del programa Matlab. MATLAB (abreviatura de *MATrix LABoratory*) es un software matemático, optimizado para resolver problemas de ingeniería y científicos. Cuenta con un lenguaje de programación propio, basado en matrices, ideal para expresar las matemáticas computacionales. Los gráficos integrados facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos.

El código MATLAB se puede integrar con otros lenguajes, permitiendo desplegar algoritmos y aplicaciones en sistemas web, empresariales o de producción (<http://www.mathworks.es>).

### 2.2.1 Cálculo de tipos de tiempo

Como ya comentamos, este estudio ha sido considerado en base a los datos de tipos diarios de circulación calculado para Galicia por Lorenzo et al. (2008), utilizando la SLP diaria del reanálisis de NCEP/NCAR (Kalnay et al.1996).

Los índices utilizados para el cálculo de los tipos de tiempo son: el flujo del sur (SF), el flujo del oeste (WF), el flujo total (F), la vorticidad por cizalla del sur (ZS), vorticidad por cizalla del oeste (ZW) y la vorticidad total por cizalla (Z). Los puntos de la Figura 1.6 fueron desplazados 5° hacia el norte en comparación con el estudio de Trigo y DaCamara de 2000, para centrar el área de estudio. Las expresiones para calcular los índices son:

$$SF = 1.350 [0.25 (p_5 + 2 p_9 + p_{13}) - 0.25 (p_4 + 2p_8 + p_{12})]$$

$$WF = [0.5 (p_{12} + p_{13}) - 0.5 (p_4 + p_5)]$$

$$ZS = 0.85 [0.25 (p_6 + 2 p_{10} + p_{14}) - 0.25 (p_5 + 2 p_9 + p_{13}) - 0.25 (p_4 + 2p_8 + p_{12}) + 0.25 (p_3 + 2p_7 + p_{11})]$$

$$ZW = 1.12 [0.5 (p_{15} + p_{16}) - 0.5 (p_8 + p_9)] - 0.91 [0.5 (p_8 + p_9) - 0.5 (p_1 + p_2)]$$

$$F = (SF^2 + WF^2)^{1/2}$$

$$Z = ZS + ZW$$

Las condiciones establecidas para definir los diferentes tipos de circulación son las mismas que las propuestas por Trigo y DaCamara, 2000:

1. La dirección del flujo viene dada por  $\tan^{-1}(WF/SF)$ , se añadieron 180° WF si es positivo. La dirección apropiada se obtiene utilizando una brújula de 8 puntos.
2. Si  $|Z| < F$ , el flujo es prácticamente recto y se considera que es de tipo direccional puro (se dan ocho casos diferentes, de acuerdo con las direcciones de la brújula).
3. Si  $|Z| > 2F$ , el patrón considerado era de tipo ciclónico puro si  $Z > 0$ , o de tipo anticiclónico puro si  $Z < 0$ .
4. Si  $F < |Z| < 2F$ , el flujo considerado es de tipo híbrido y por lo tanto se caracteriza por su dirección y circulación (8x2 tipos diferentes).

A partir de estas condiciones se obtienen hasta 26 tipos diferentes de tiempo (NE, E, SE, S, SW, W, NW, N, C, A, CNE, CE, CSE, CS, CSW, CW, CNW, CN, ANE, AE, ASE, AS, ASW, AW, ANW, AN) (M. N. Lorenzo et al., 2008).

Para visualizar los patrones de circulación de dichos patrones se han promediado los valores de los mapas de presión a nivel del mar de los días que mostraban dicho tipo de tiempo para el periodo de estudio, que va desde el día 2 de julio de 2012 al 29 de julio de 2015. Posteriormente con los datos de la base ECA, descrita en la sección 2.1.3, se estudiaron las características de cada tipo de tiempo en función de las cinco variables meteorológicas elegidas (horas de sol, precipitación, temperatura media, presión y humedad) y de forma estacional, es decir, diferenciando si el tipo de tiempo ocurre en invierno, primavera, verano u otoño.

### **2.2.2 Cálculo de la relación entre los ictus y los tipos de tiempo**

Por medio del software Matlab, que explicamos anteriormente y, junto con el listado de ingresos sanitarios, hemos calculado el porcentaje de ictus para cada *Weather Type*.

Para poder obtener una visión más detallada del estudio, decidimos realizar una separación por sexo y por edades (menores de 60 años y mayores o igual a 60 años) y también por periodo estacional, EFM (invierno), AMJ (primavera), JAS (verano) y OND (otoño).

Para el cálculo de la relación entre ictus y *Weather Types*, hemos procedido al cálculo tanto del número de ictus ocurridos para cada tipo de tiempo como a la media de ictus ocurridos para cada tipo de tiempo. Por otro lado, como también es importante para normalizar los datos saber la frecuencia de ocurrencia de los tipos de tiempo, se ha calculado la frecuencia de aparición de los 26 tipos de tiempo y nos hemos quedado con el estudio pormenorizado de aquellos que aparecían con una frecuencia superior a 2.5%. Con estos cálculos, hemos evaluado la relación entre el número de ictus y el tipo de tiempo a través de dos medidas. Para ello se ha tenido en cuenta la media y el número de ictus para cada *Weather Type* y el número de días con cada *Weather Type*. Los cálculos que se llevan a cabo son los siguientes:

$$Med1 = \frac{\text{Número total ictus ocurridos con } WT_i}{\text{Número total de días con } WT_i} 100$$

$$Med2 = \frac{\text{Número total ictus ocurridos con } WT_i}{\text{Número total de días con } WT_i} * 100 * \text{Media de ictus con } WT_i$$

### 2.2.3 Calculo de cuartiles

Para visualizar la distribución de datos muchas veces llega con una representación gráfica de la misma. Uno de los recursos estadísticos más utilizados es el de los diagramas de cajas, conocido en inglés como *boxplot*. Esta representación gráfica permite observar de un vistazo la distribución de los datos y sus principales características: centralidad, dispersión, simetría y tamaño de las colas.

El diagrama de caja consta de una caja central delimitada por la posición de los cuartiles Q3 y Q1. La caja contiene el 50% de los datos centrales de la distribución. Una línea dentro de la caja indica la posición de la mediana, de forma que si esta se encuentra cerca de algún extremo de la caja se indica que hay asimetría en los datos (Figura 2.1). Mientras mayor sea la caja, mayor es la dispersión de los datos. Las líneas que se extienden desde cada caja representan la distancia entre el máximo y el mínimo de los datos que están a menos de un cuartil de la caja.

$$LI = \text{máx} \{ \text{mín} (Xi), Q1 - 1.5 RI \}$$

$$LS = \text{mín} \{ \text{máx} (Xi), Q3 + 1.5 RI \}$$

Los datos que caen fuera del intervalo (LI, LS) se consideran datos atípicos y se representan individualmente como puntos o pequeños círculos.

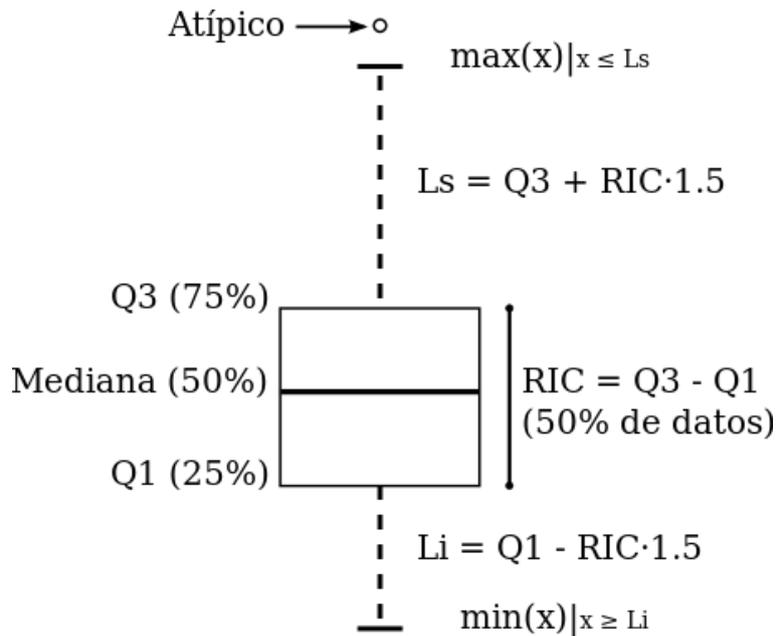


Figura 2.1 Explicación de la distribución de los cuartiles. Fuente: <http://hubededatos.blogspot.com.es/2015/02/introduccion-al-diagrama-de-caja-box.html>

Con los datos de la base ECA y los datos de tipos de tiempo hemos obtenido los diagramas de caja de cada una de las cinco variables meteorológicas consideradas (las horas de sol, la temperatura, la humedad, la precipitación y la presión a nivel del mar) para los tipos de tiempo que aparecen con una frecuencia superior al 2.5% en cada uno de los periodos estacionales considerados (EFM, AMJ, JAS, OND).



# 3. RESULTADOS

## 3.1. Caracterización de los ingresos por ictus

A lo largo del año se producen una gran cantidad de ingresos por ictus y éstos varían según el periodo estacional, el sexo, la edad y sobretodo, según las condiciones meteorológicas. En este estudio lo que queremos demostrar es la relación que existe entre estos factores y el que se produzca un ictus. Para ello primeramente vamos a hacer una caracterización mensual y estacional de los ingresos.

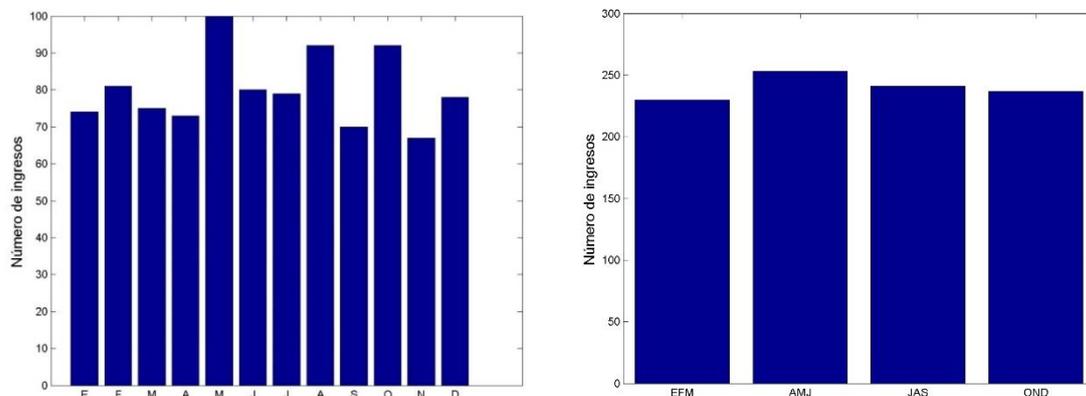


Figura 3.1 Número total de ingresos hospitalarios clasificados mensual y estacionalmente durante el periodo de estudio.

En la Figura 3.1 tenemos el número total de ingresos hospitalarios agrupados mensual y estacionalmente durante el período que va del 2 de julio de 2012 al 29 de julio de 2015, sin tener en cuenta el sexo o la edad de los pacientes. Si observamos la figura podemos ver que el mes de mayo destaca sobre los demás por su mayor número de ingresos seguido de agosto y octubre. En la división estacional es la primavera la que registra un mayor número de ingresos, probablemente por incluir en ella el mes de mayo.

Si realizamos la división entre hombres y mujeres, primero separándola en meses y después por estaciones, Figura 3.2. Podemos observar que existe un mayor número de ingresos en hombres que en mujeres, un 52.84% con respecto a un 47.16%. En primavera y en verano tiene lugar el mayor número de ingresos de hombres mientras que es la primavera la estación de mayor número de ingresos de mujeres.

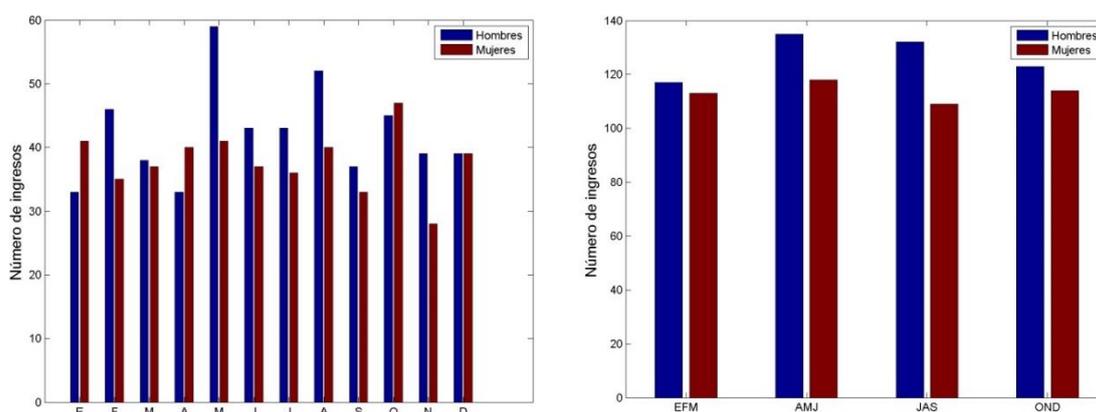


Figura 3.2 Número total de ingresos hospitalarios dividido en hombres y mujeres mensual y estacionalmente.

Si llevamos a cabo una separación por edades, Figura 3.3, en la que consideramos por un lado los ictus en mayores de 60 años y por otro los ictus en menores de 60 años. Se observa, tal y como se esperaba que el número de ingresos es mucho mayor en personas mayores de 60 años (86.04%) que en las de menor de 60 años (13.96%). Esto se debe a que el ictus es una enfermedad que no es común padecerla a edades tempranas, aunque como podemos observar, no es imposible ya que existen un número de casos no despreciable. Al igual que ocurría en la división por sexos, en primavera y en verano es cuando

mayor número de ingresos hay en el caso de personas mayores de 60 años. En el caso de personas menores de 60 el reducido número de casos no permite una diferencia clara de prevalencia por un periodo estacional concreto, aunque en el análisis mensual mayo parece destacar sobre los otros meses.

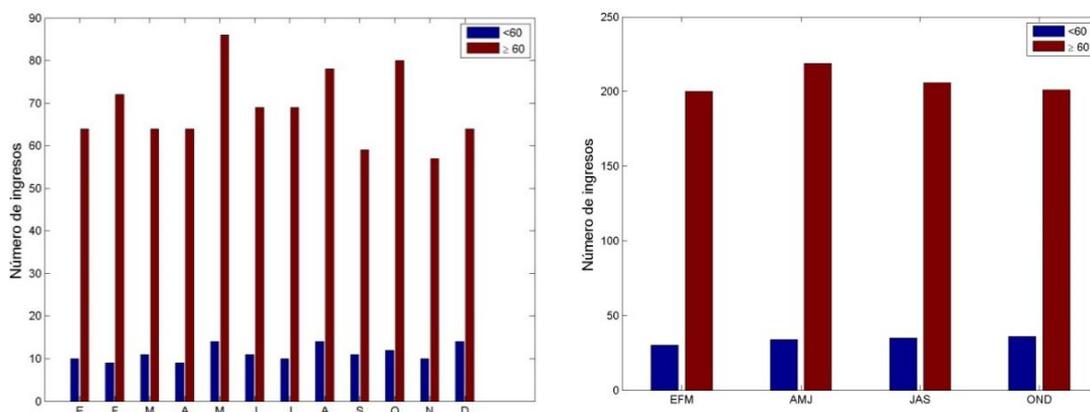


Figura 3.3 Número total de ingresos hospitalarios divididos en mayores y menores de 60 años mensual y estacionalmente.

En la sección 3.3 explicaremos en profundidad las diferencias que existen entre sexo y edad según la época del año, el tipo de tiempo y las condiciones meteorológicas.

### 3.2. Caracterización de los tipos de tiempo

Como ya hemos comentado, a partir de las condiciones descritas en el punto 2.2.1 en el estudio de la caracterización de las principales situaciones sinópticas que afectan a nuestro área de estudio, se obtienen hasta 26 tipos diferentes de tiempo (NE, E, SE, S, SW, W, NW, N, C, A, CNE, CE, CSE, CS, CSW, CW, CNW, CN, ANE, AE, ASE, AS, ASW, AW, ANW, AN) (Lorenzo et al., 2008), que serán los que tendremos en cuenta a la hora de llevar a cabo nuestro estudio en el periodo que abarca desde el 2 de julio de 2012 al 29 de julio de 2015. En la Figura 3.4 se muestran los mapas promedios de presión a nivel del mar para los 26 tipos de tiempo considerado en el periodo de análisis. Las características principales de cada tipo de tiempo o WT son:

- **NE:** Representa días que están caracterizados por altas presiones en el Atlántico y al oeste de Irlanda y bajas presiones en la zona del Mar Mediterráneo.
- **E:** Se observan situaciones de alta presión ejercida sobre las Islas Británicas, en cambio se observa baja presión en la zona norte de África.
- **SE:** Este tipo se caracteriza por una alta presión en la zona norte de Europa y baja presión sobre las Azores.
- **S:** Representa situaciones caracterizadas por una alta presión sobre las Islas Británicas y baja presión en el Atlántico Norte.
- **SW:** Se observa baja presión en la zona oeste de Irlanda y baja presión en la región del mediterráneo.
- **W:** Se caracteriza por un sistema de baja presión en la zona del Atlántico Norte, y un sistema de alta presión sobre las Azores.
- **NW:** Representa situaciones en las que se puede observar un anticiclón en la zona de las Azores y baja presión sobre las Islas Británicas.
- **N:** Se puede observar un sistema de baja presión desde la zona norte de África, cuenca mediterránea y norte de Europa, y un anticiclón en la zona de las Azores.
- **C:** Representa situaciones en las que se puede observar un centro de baja presión en el noroeste de la Península Ibérica.
- **A:** Se puede observar situaciones caracterizadas por un centro de alta presión entre las Islas Azores y la Península Ibérica.
- **CNE:** Se caracteriza por un pequeño sistema de baja presión al noroeste de la Península Ibérica.
- **CE:** Representa situaciones en las que existe un sistema de baja presión al oeste de la Península Ibérica.
- **CSE:** Se observa un sistema de baja presión al norte de la Península Ibérica.
- **CS:** Se caracteriza por darse una baja presión situada al norte de la Península Ibérica que se extiende por todo el Atlántico Norte.
- **CSW:** Representa días en los que existe baja presión al oeste de Europa que se extiende desde el Atlántico Norte.

- **CW:** Se puede observar alta presión sobre las Islas Azores y un centro de baja presión al oeste de Europa.
- **CNW:** Se caracteriza por representar situaciones en las que hay una alta presión sobre las Islas Azores y un centro de bajas presiones sobre el norte de la Península Ibérica.
- **CN:** Representa situaciones en las que existe baja presión en el norte de Europa y un sistema de alta presión que se extiende desde el noroeste de la Península Ibérica, sobre las Islas Azores.
- **ANE:** Se puede observar un sistema de alta presión en la zona del Atlántico, cerca de las Islas Azores.
- **AE:** Representa días en los que existe un centro de altas presiones sobre Reino Unido y parte del centro de Europa.
- **ASE:** Se puede observar un sistema de altas presiones en el centro de Europa que se extiende hacia el este.
- **AS:** Representa un centro de altas presiones sobre las Islas Británicas y parte del centro de Europa, que se extiende hacia el sur.
- **ASW:** Estas situaciones se caracterizan por una zona de alta presión que se extiende desde el centro de Europa hacia el suroeste, y una de baja presión en el Atlántico Norte.
- **AW:** Se puede observar alta presión en el área de las Islas Azores y Madeira, y baja presión en el Atlántico Norte.
- **ANW:** Este tipo se caracteriza por un sistema de bajas presiones en el Atlántico Norte, y un sistema de altas presiones en la zona de las Azores.
- **AN:** Representa días en los que se puede observar un sistema de altas presiones sobre la zona de las Islas Azores.

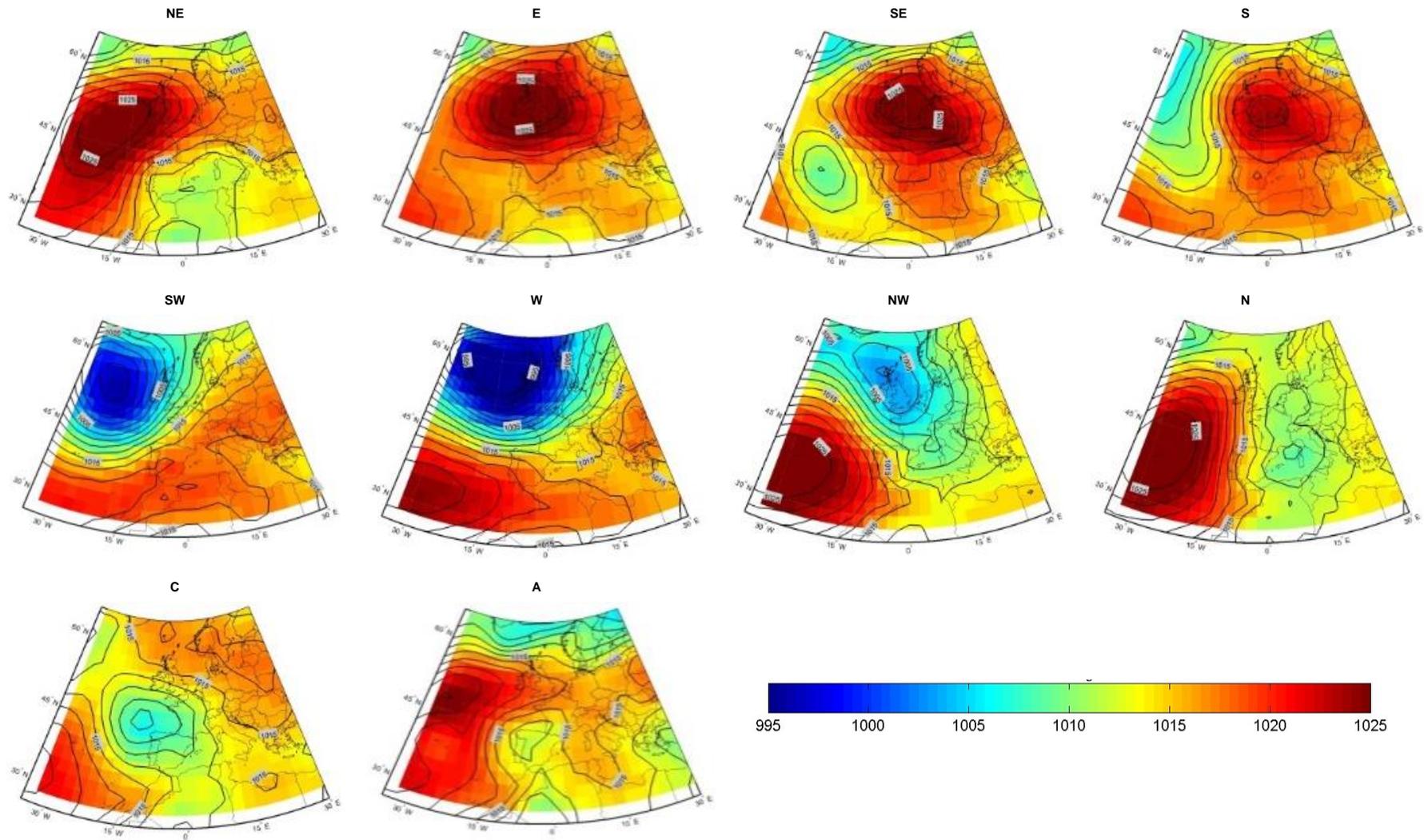


Figura 3.4 Mapas promedio de presión a nivel del mar para los tipos de tiempo en el periodo de análisis considerado 2012-2015.

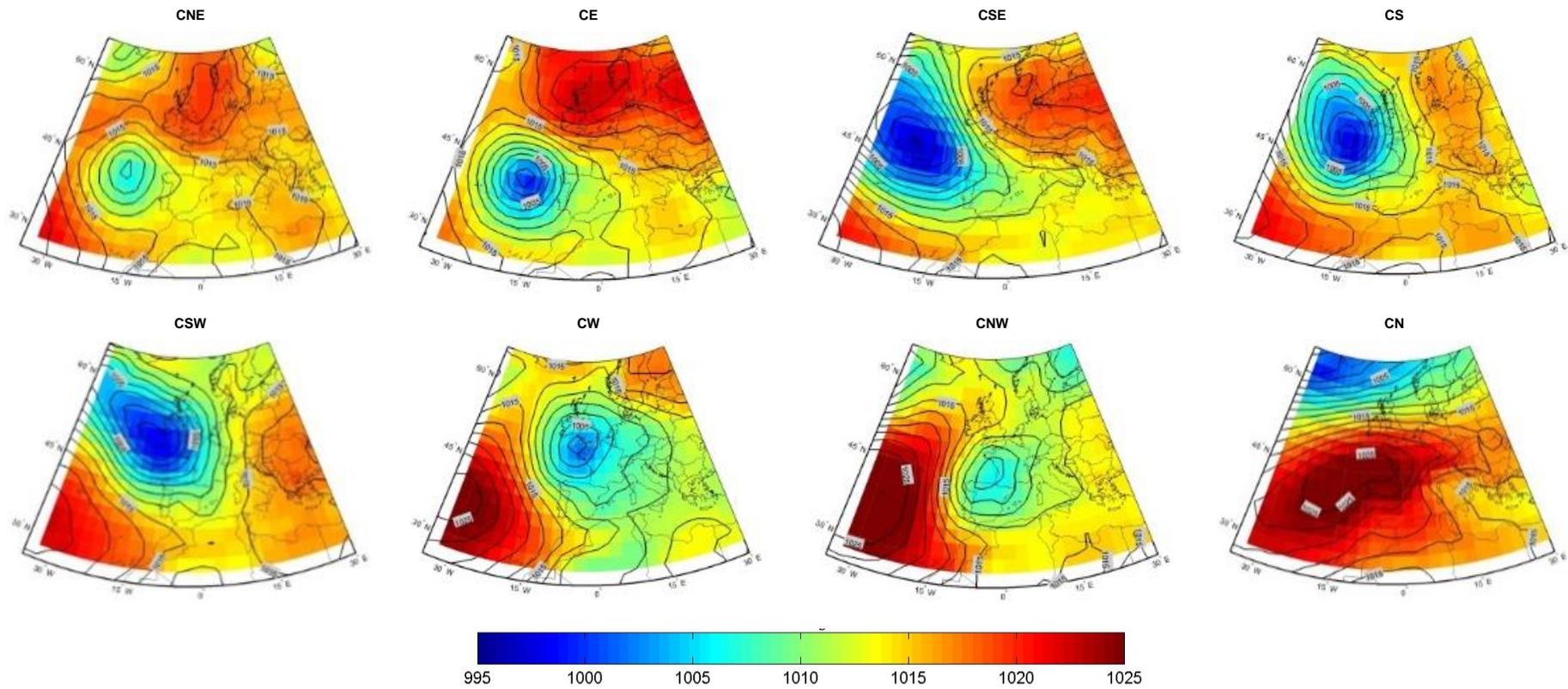


Figura 3.4 (Continuación). Mapas promedio de presión a nivel del mar para los tipos de tiempo en el periodo de análisis considerado 2012-2015.

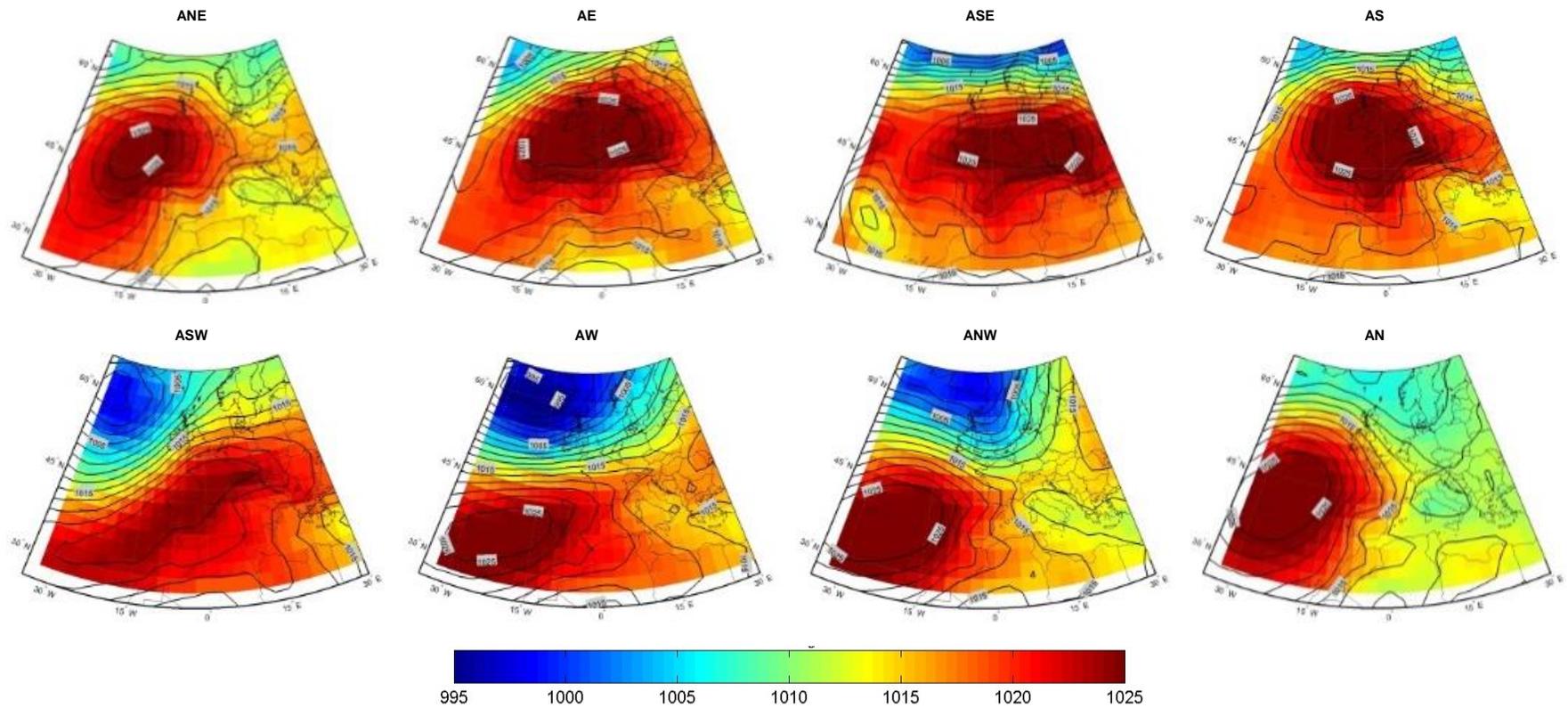


Figura 3.4 (Continuación). Mapas promedio de presión a nivel del mar para los tipos de tiempo en el periodo de análisis considerado 2012-2015.

Los diez primeros son los considerados WT puros, los restantes se les denomina tipos de tiempo o WT híbridos.

*Tabla 3.1 Frecuencia de aparición de ictus según el WT para cada estación.*

<b>WT</b>	<b>INVIERNO</b>	<b>PRIMAVERA</b>	<b>VERANO</b>	<b>OTOÑO</b>
<b>NE</b>	4.07	3.3	4.93	3.26
<b>E</b>	1.48	4.4	2.30	0.36
<b>SE</b>	1.48	1.1	1.64	1.45
<b>S</b>	2.22	4.03	2.96	3.26
<b>SW</b>	7.41	8.79	5.59	17.75
<b>W</b>	20	6.96	9.54	20.65
<b>NW</b>	11.11	5.86	5.26	5.43
<b>N</b>	2.96	4.4	3.62	4.35
<b>C</b>	5.56	8.06	6.58	4.35
<b>A</b>	18.89	30.77	29.28	19.56
<b>CNE</b>	0	0.37	0.99	0
<b>CE</b>	0.37	1.47	0.66	0
<b>CSE</b>	0.37	0.37	1.64	0.36
<b>CS</b>	1.85	0.73	0.33	0.72
<b>CSW</b>	1.85	1.47	1.97	1.09
<b>CW</b>	0.74	0.37	0.66	1.09
<b>CNW</b>	1.11	1.47	1.32	0
<b>CN</b>	0.74	1.1	0.33	0.36
<b>ANE</b>	0.74	3.3	4.28	2.54
<b>AE</b>	1.85	1.83	1.64	0.72
<b>ASE</b>	0	0.73	0.33	0.72
<b>AS</b>	1.11	0.37	0.99	2.54

Tabla 3.1 (Continuación). Frecuencia de aparición de ictus según el WT para cada estación.

WT	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
ASW	2.22	1.47	2.30	2.17
AW	7.78	2.56	3.62	4.71
ANW	3.33	1.83	3.62	1.81
AN	0.74	2.93	3.62	0.72

En la Tabla 3.1 vemos la frecuencia de aparición de ictus según el tipo de WT y la estación. Únicamente tendremos en cuenta aquellos WT que tengan una frecuencia de aparición superior a 2.5% en el periodo estacional considerado.

### 3.3. Relación entre ictus y tipos de tiempo

La influencia que tienen los distintos tipos de tiempo sobre la aparición de ictus en las personas varía según la estación del año en la que se produzca. Por lo tanto, como ya hemos comentado, el estudio lo realizamos llevando a cabo dicha división por estaciones y teniendo en cuenta, además, si se trata de un hombre, de una mujer o de si es mayor o menor de 60 años. Asimismo, recordar que hemos tenido en cuenta únicamente aquellos WT que tienen una frecuencia de aparición mayor del 2.5%, por lo que a la hora de estudiar los resultados no obtendremos datos en todos los periodos estacionales de los 26 tipos de WT, explicados en el apartado 3.2.1, sino que en cada época obtendremos solo datos de aquellos tipos que tienen una frecuencia de aparición superior a 2.5%.

#### Invierno

Para esta época del año incluimos los meses de Enero, Febrero y Marzo (EFM).

En la Figura 3.5 tenemos datos de únicamente de nueve tipos de WT (NE, SW, W, NW, N, C, A, AW, ANW) que corresponden a los que tienen una frecuencia mayor del 2.5% en invierno.

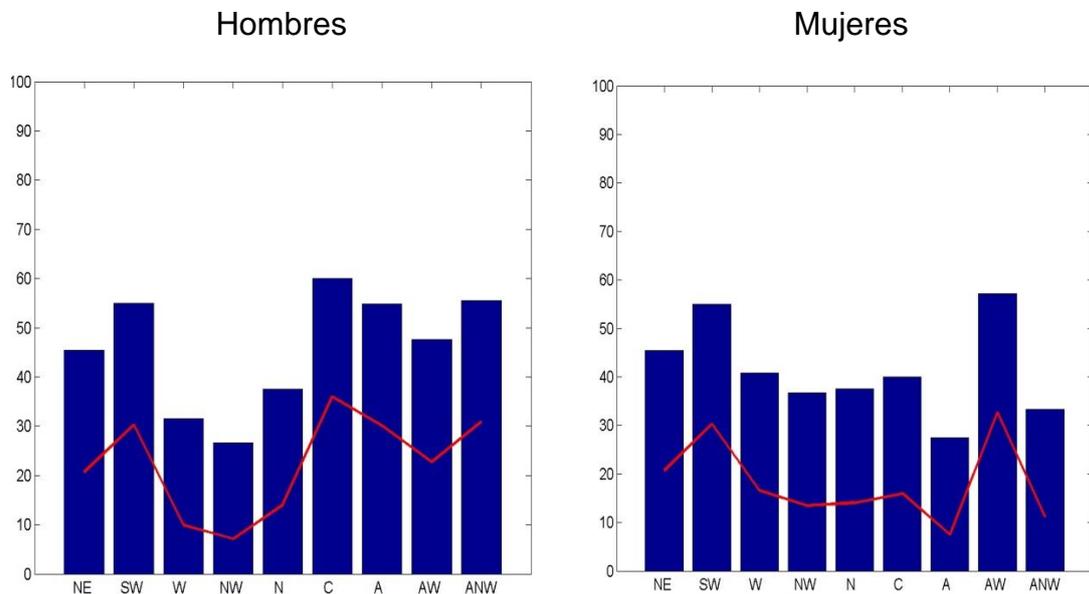


Figura 3.5 Efecto de los WT en hombres y mujeres en invierno.

En la clasificación atendiendo al sexo, en el caso de los hombres, observamos que el WT con mayor frecuencia de aparición de Ictus es C que cuenta con un 60%, seguido de ANW con, aproximadamente, un 55% y por último SW y A, ambos con un alrededor de un 54%. En cambio, cuando se produce un tipo NW es cuando menor probabilidad hay, con menos de un 30% de aparición.

Para el caso de las mujeres la mayor frecuencia de aparición es con AW con casi un 60%, seguido de SW con alrededor de un 55%. La frecuencia más baja se da con A.

Como podemos ver en los gráficos, los nueve tipos de WT influyen de manera distinta según se trate de un hombre o de una mujer. En la Figura 3.5 observamos que en hombres la frecuencia de aparición es mayor del 40% en todos los WT excepto en tres (W, NW, N), incluso algunos superan el 50% (SW, C, A, ANW), en cambio en mujeres los datos son proporcionales, no existen tantas diferencias como en hombres, la mayoría se encuentran por debajo del

45%, exceptuando SW y AW que superan el 50%. Esto podría llevarnos a pensar que las mujeres son más meteorosensibles.

En cuanto a la clasificación teniendo en cuenta la diferencia de edad, observamos una diferencia evidente entre los mayores y los menores de 60 años. Esto se debe a que la aparición de un ictus en la mayoría de los casos es el resultado final de la acumulación de una serie de hábitos de estilo de vida y circunstancias de riesgo (hábitos poco saludables). Con la edad, los vasos sanguíneos se van deteriorando y el riesgo de padecer un ictus crece de forma importante a partir de los 60 años.

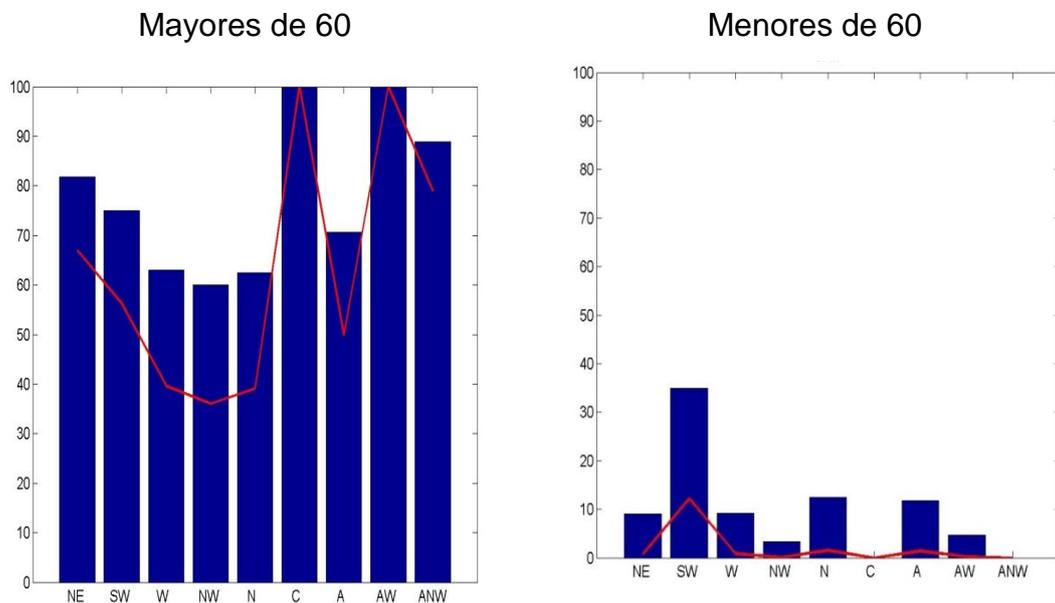


Figura 3.6 Efecto de los WT en mayores y menores de 60 años en invierno.

Las personas que sufren un ictus con edades por encima de los 60 años son propensas a padecerlos cuanto existen los WT C y AW que llegan a un 100% (ver Figura 3.6).

No obstante también existen casos de aparición de ictus en personas menores de 60 años aunque en porcentajes mucho menores y dentro de estos casos, la situación de SW es la que sobresale sobre las demás con 35% de casos aproximadamente (ver Figura 3.6).

Una vez detectados aquellos tipos de circulación en los que aparecen un mayor porcentaje de ictus, podemos analizar las condiciones meteorológicas que corresponden a cada uno de ellos. Para ello analizamos 5 variables

meteorológicas (temperatura media, presión, horas de sol, precipitación y humedad relativa). En la Figura 3.7 podemos ver los diagramas de cajas que muestran los valores que presentan dichas variables para los principales tipos que tienen lugar en el invierno.

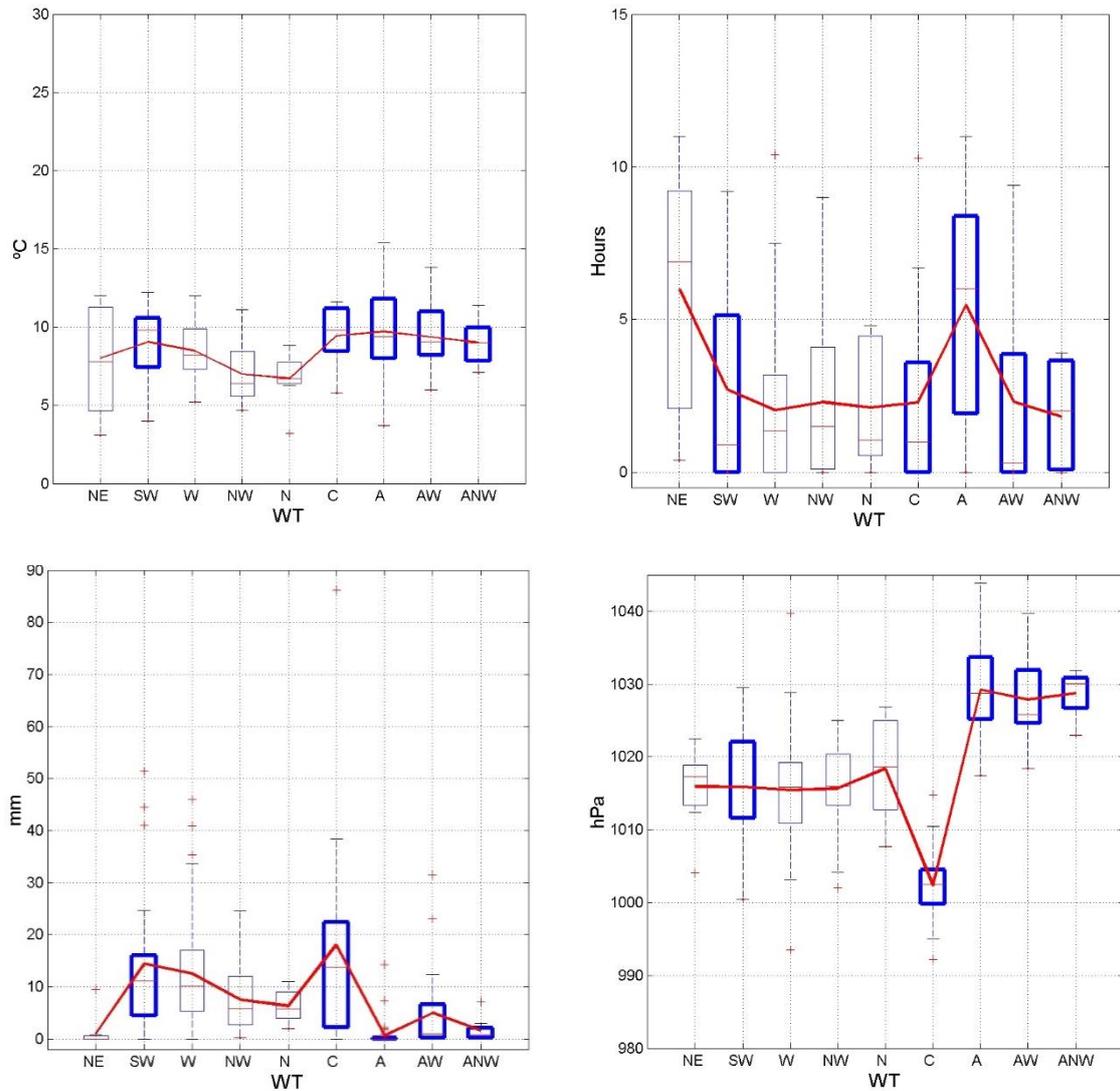


Figura 3.7 Variables meteorológicas para invierno.

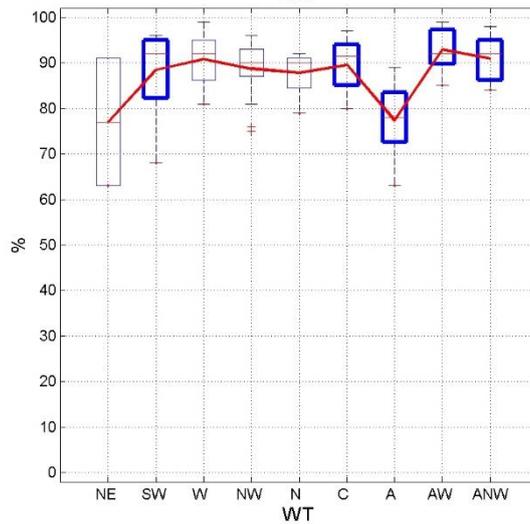


Figura 3.7 (Continuación). Variables meteorológicas para invierno.

De todas las variables analizadas, la temperatura parece ser más alta en los WT que afectan a las mujeres mientras que la humedad parece ser un factor importante en la mayoría de los WT que muestran tener una mayor relación con la aparición de ictus en invierno.

### **Primavera**

Para la estación de primavera se han considerado los meses de Abril, Mayo y Junio (AMJ).

En este caso obtenemos doce tipos de WT (NE, E, S, SW, W, NW, N, C, A, ANE, AW, AN) con una frecuencia de aparición superior al 2.5% que podemos ver en la Figura 3.8.

En el caso de los hombres destacan los días en los que se da AW que tiene un alto porcentaje de aparición, seguido de ANE con casi un 90%. En cambio, con apenas un 10%, NE es el que tiene menor frecuencia de ocurrencia de ictus.

Con respecto a las mujeres, no existen porcentajes tan altos como en el caso de los hombres, siendo el más alto para los días con N con casi un 70% y C con un 60%. Sin embargo, con poco más de un 10% AW es el que tiene menor frecuencia de aparición.

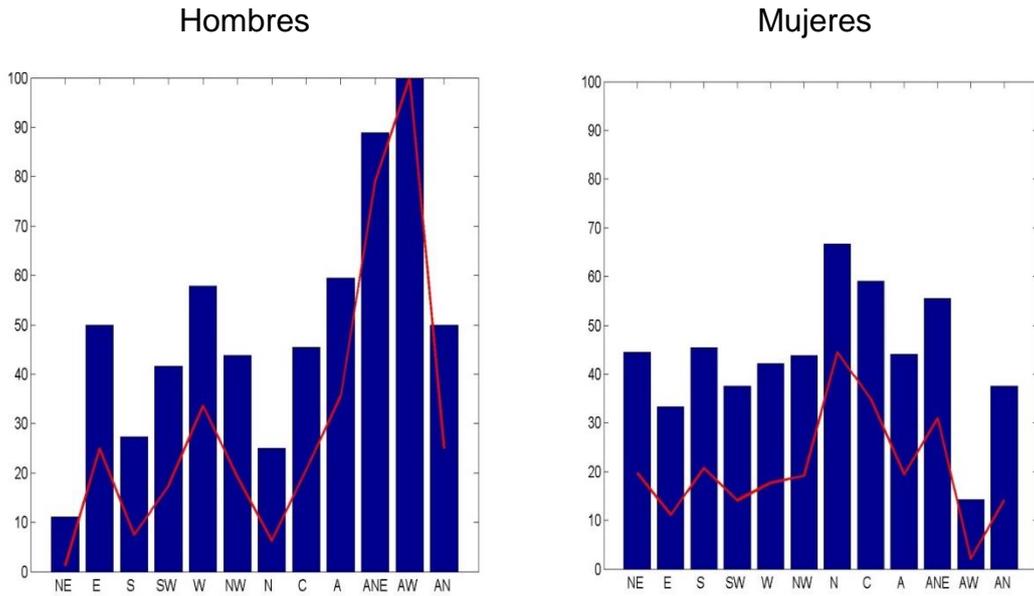


Figura 3.8 Efecto de los WT en hombres y mujeres en primavera.

Observando la Figura 3.8 se pueden ver a simple vista que existen grandes diferencias entre hombres y mujeres. Para los hombres cuando se dan días con NE (noroeste) apenas se producen casos de ictus, en cambio en el caso de las mujeres más de un 40% de los casos ingresan con esta situación.

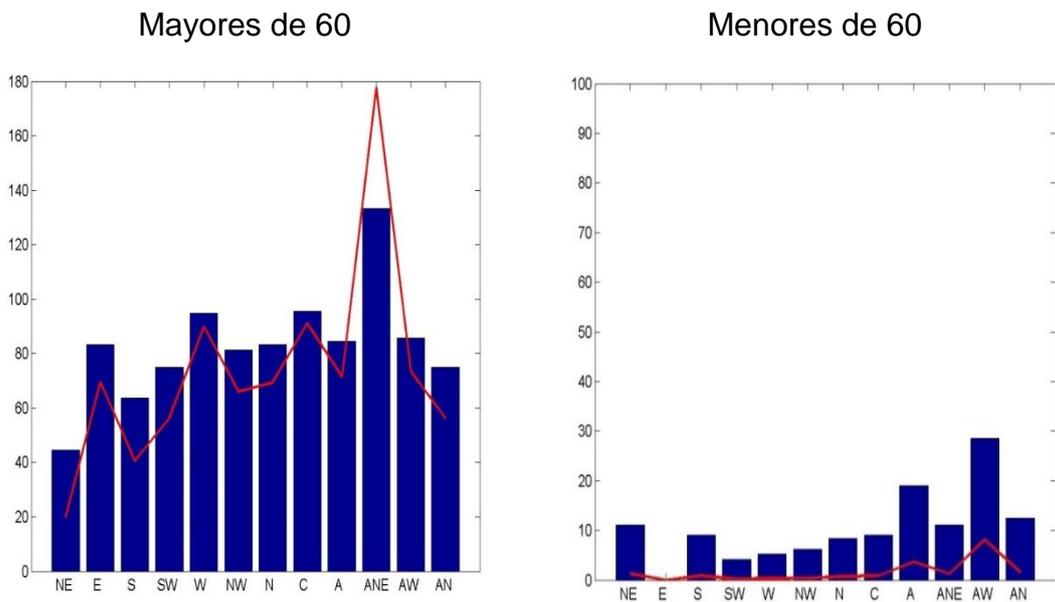


Figura 3.9 Efecto de los WT en mayores y menores de 60 años en primavera.

En la separación por edades seguimos observando diferencias evidentes ya que, como dijimos anteriormente, es poco frecuente el padecimiento de esta enfermedad en personas menores de 60 años. Si nos fijamos en los mayores de 60 años (Figura 3.9) en los días de ANE, también se da un porcentaje alto de casos con ictus, al igual que ocurría al analizar a los hombres. El tipo NE es el WT con el que ocurre un menor número de ictus. Para los menores de 60 años, es el tipo AW el que muestra un valor más alto, en torno al 30%. En el caso del análisis de la Figura 3.8 también este tipo era el que mostraba un mayor porcentaje de casos.

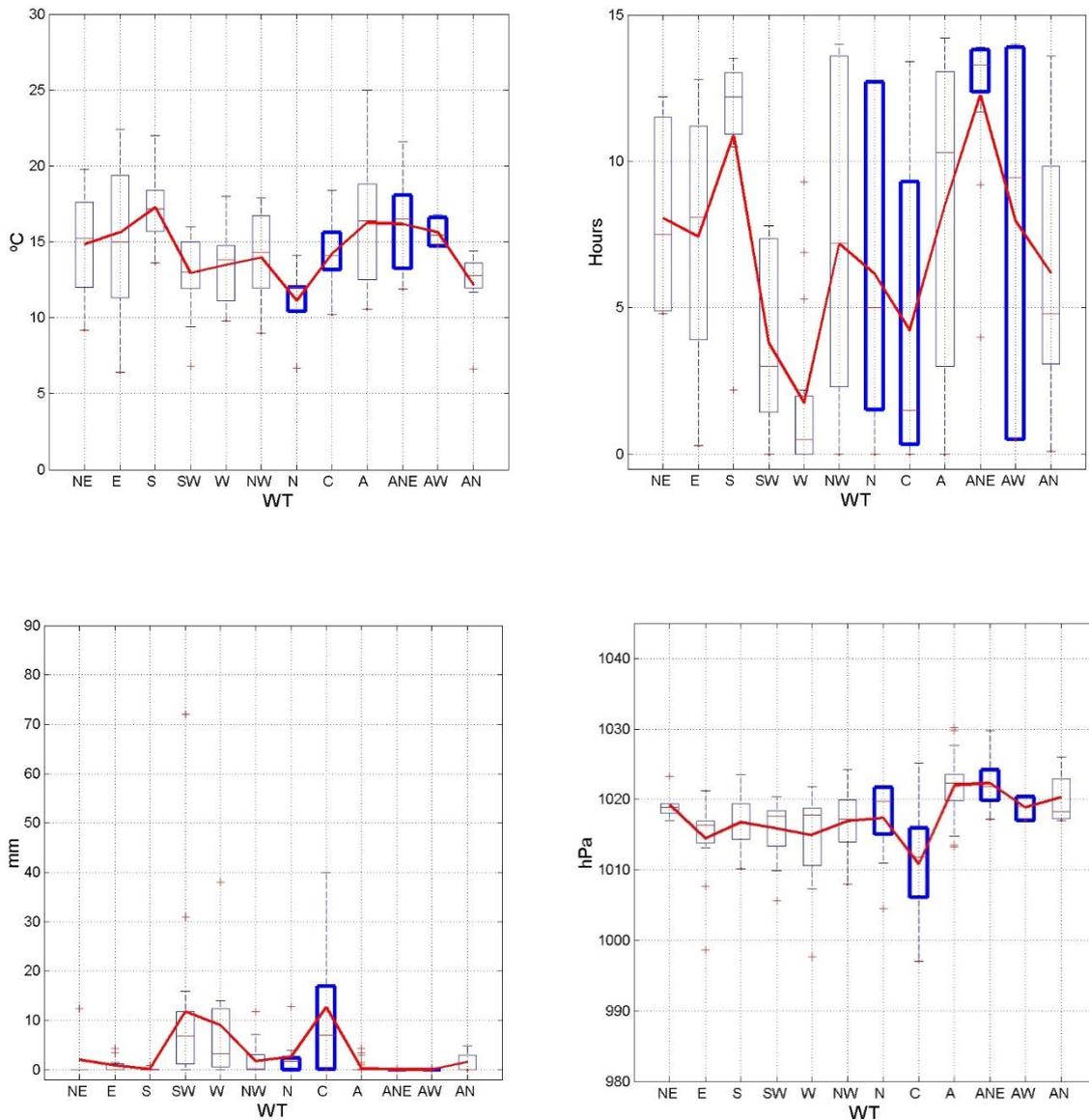


Figura 3.10 Variables meteorológicas para primavera.

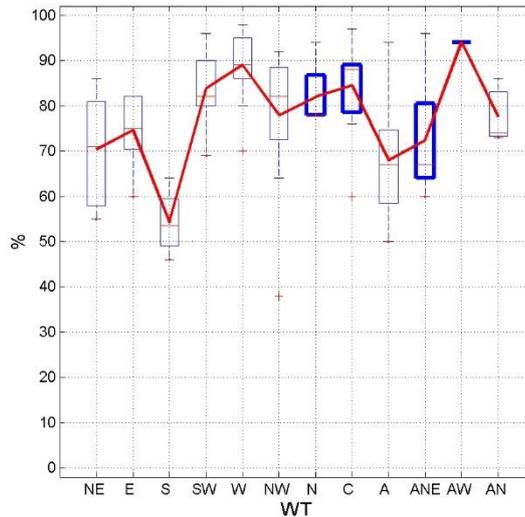


Figura 3.10 (Continuación). Variables meteorológicas para primavera.

Si analizamos las variables meteorológicas para estos tipos en esta estación del año (Figura 3.10) la humedad parece repetirse como factor importante de los WT que presentan una mayor presencia de aparición de ictus.

### Verano

Para el verano se han tomado los meses de Julio, Agosto y Septiembre (JAS). En este caso contamos con once tipos de WT (NE, S, SW, W, NW, N, C, A, ANE, AW, AN) con frecuencia de aparición superior a 2.5% de los días.

En este periodo estacional, los hombres, presentan el mayor porcentaje de concurrencia de ictus los días en los que se da AN, con alrededor de un 75%, seguido de N y NW con poco más del 60%. El porcentaje más bajo es con el tipo S que apenas supera el 20%

Para las mujeres, el mayor porcentaje es de alrededor de un 55% cuando se da S, seguido de C con un 50% y con alrededor de un 45% los casos de AW y ANW. El de menor frecuencia es NE con apenas un 10% (ver Figura 3.11).

En este caso, a simple vista se pueden observar diferencias, pero no son tan destacables como en casos anteriores. Podemos destacar que en el caso de los hombres el WT con mayor porcentaje es AN que supera el 70%, en cambio en las mujeres no llega ni al 40%. También en el caso de las mujeres cuyo mayor

porcentaje lo tiene S con más de un 50% y en cambio en los hombres es el que cuenta con menor porcentaje, apenas un 20%.

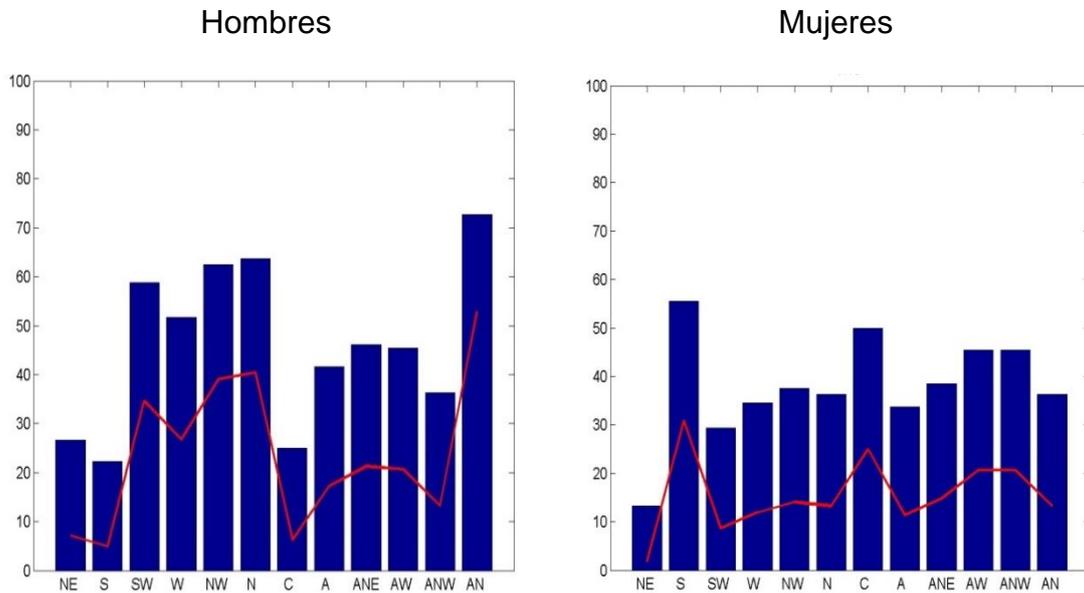


Figura 3.11 Efecto de los WT en hombres y mujeres en verano.

Como en el resto de los casos, las diferencias si consideramos la edad siguen siendo notorias, con muchos ingresos en el caso de los mayores de 60 años y con apenas ingresos en el caso de los menores de 60 años (Figura 3.12).

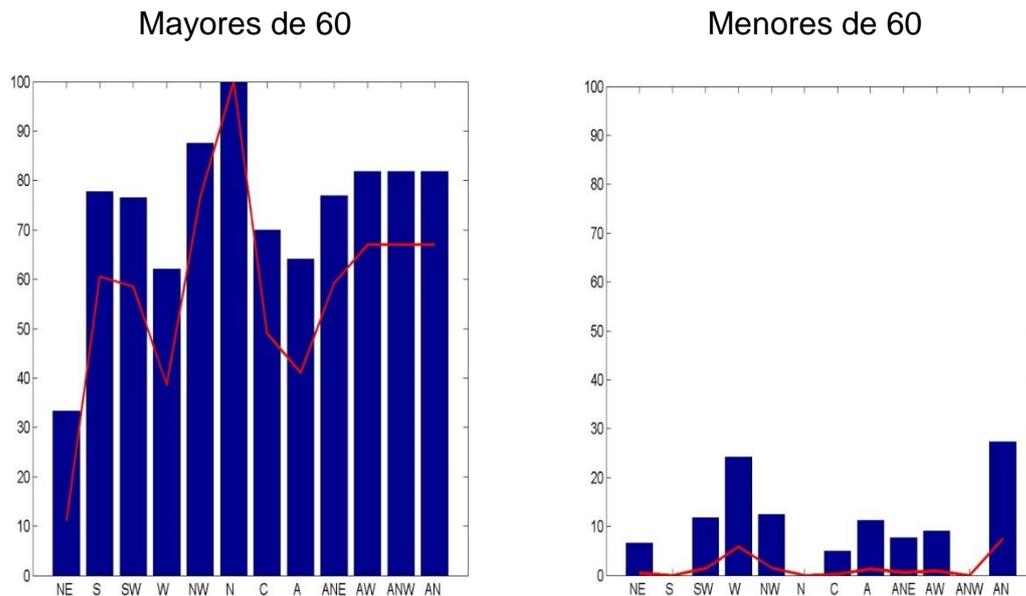


Figura 3.12 Efecto de los WT en mayores y menores de 60 años en verano.

En esta estación, los mayores de 60 años son más propensos a padecer un Ictus cuando se da N seguido de NW con casi un 90% y, tenemos tres tipos que obtienen el mismo porcentaje (AW, ANW y AN) con poco más de un 80%. Sin embargo, cuando el WT es NE el porcentaje apenas llega al 30%. En el caso de los menores de 60 años, destaca AN con casi un 30% de aparición.

Analizando los valores meteorológicos para los diferentes tipos (Figura 3.13) vemos que de nuevo la humedad se muestra como un factor importante en aquellos casos en los que tienen lugar los ingresos tanto de mujeres como de hombres. Por otro lado, en esta estación, las temperaturas medias parecen afectar al número de ingresos en mujeres ya que el tipo S se caracteriza por tener el rango más alto de temperaturas.

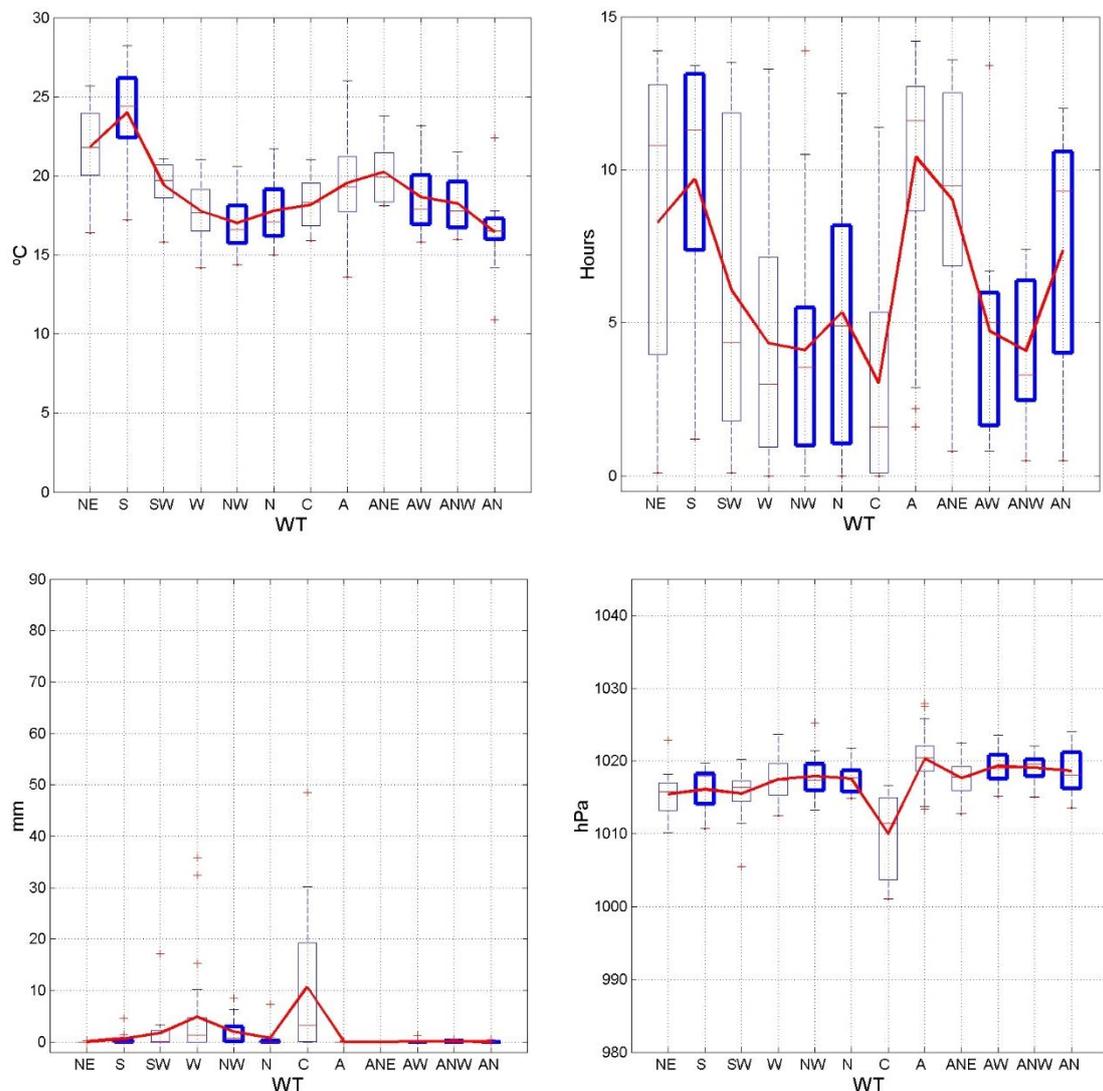


Figura 3.13 Variables meteorológicas para el verano.

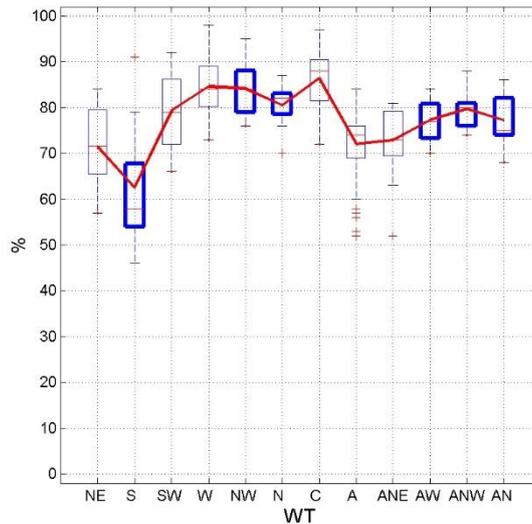


Figura 3.13 (Continuación). Variables meteorológicas para el verano.

### Otoño

Para esta última estación se incluyen los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre (OND).

En este caso, al igual que en verano, contamos con once tipos de WT (NE, S, SW, W, NW, N, C, A, ANE, AS, AW) con una frecuencia de aparición superior a 2.5%.

En el caso de los hombres no hay un WT que destaque demasiado por encima de los demás. El que más porcentaje tiene es el tipo S que cuenta con alrededor de un 55%, seguido de NW con un poco menos de 55% y W con apenas un 50%. Con poco más de un 10% tenemos AS, que es el WT que menor frecuencia tiene.

Para las mujeres, sí que existe un WT que destaca sobre todos los demás, ANE con más del 80%. El siguiente WT con más porcentaje de ingresos es AW que tiene un valor relativamente menor que el de ANE, poco más de un 50%. El de menor frecuencia es NW con casi un 20%.

En la Figura 3.14, se observa que durante este periodo estacional hay grandes diferencias entre sexos, ya que lo que puede ser un WT con un alto porcentaje de ingresos en un caso, en el otro puede presentar uno de los menores

porcentajes de ingresos, como es el caso del tipo AS que en hombres apenas presenta un 10% y en las mujeres tiene un valor de alrededor de un 40%.

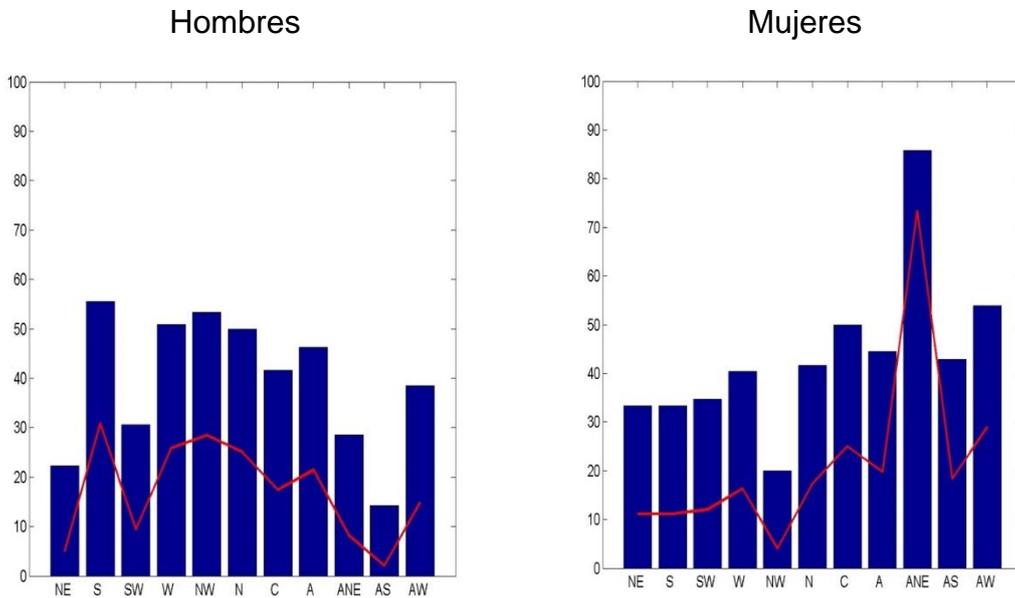


Figura 3.14 Efecto de los WT en hombres y mujeres en otoño.

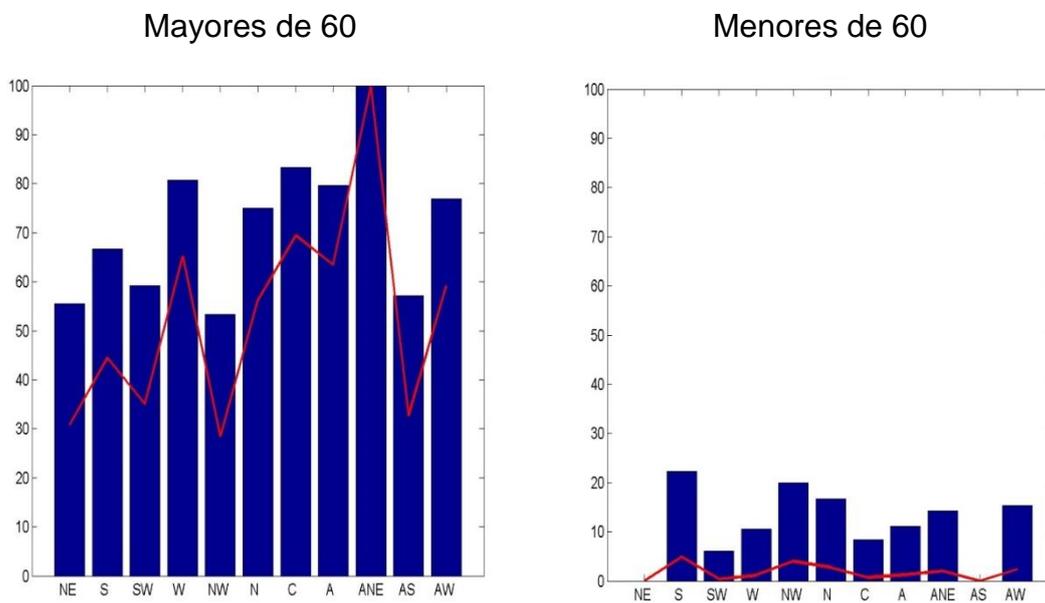


Figura 3.15 Efecto de los WT en mayores y menores de 60 años en otoño.

En el otoño las diferencias en la clasificación por edades, Figura 3.15, siguen siendo igual de evidentes que en el resto de los anteriores periodos estacionales.

Los mayores de 60 años son más propensos a padecer ictus, por eso los porcentajes son mucho más elevados. Cuando se dan situaciones de ANE es cuando mayor número de ingresos se producen, seguido de situaciones de C y W con más del 80% ambos. En el caso de NW se supera el valor del 50%. Los menores de 60 años siguen teniendo porcentajes bajos, pero destacan los días con S con poco más de un 20%.

Al analizar las variables meteorológicas (Figura 3.16) se observa que las mujeres son más sensibles a las temperaturas altas en este periodo. La humedad también aparece con valores altos en este periodo al igual que ocurría en los anteriores periodos estacionales. El resto de variables no parecen ser claves en el proceso de aparición de ictus.

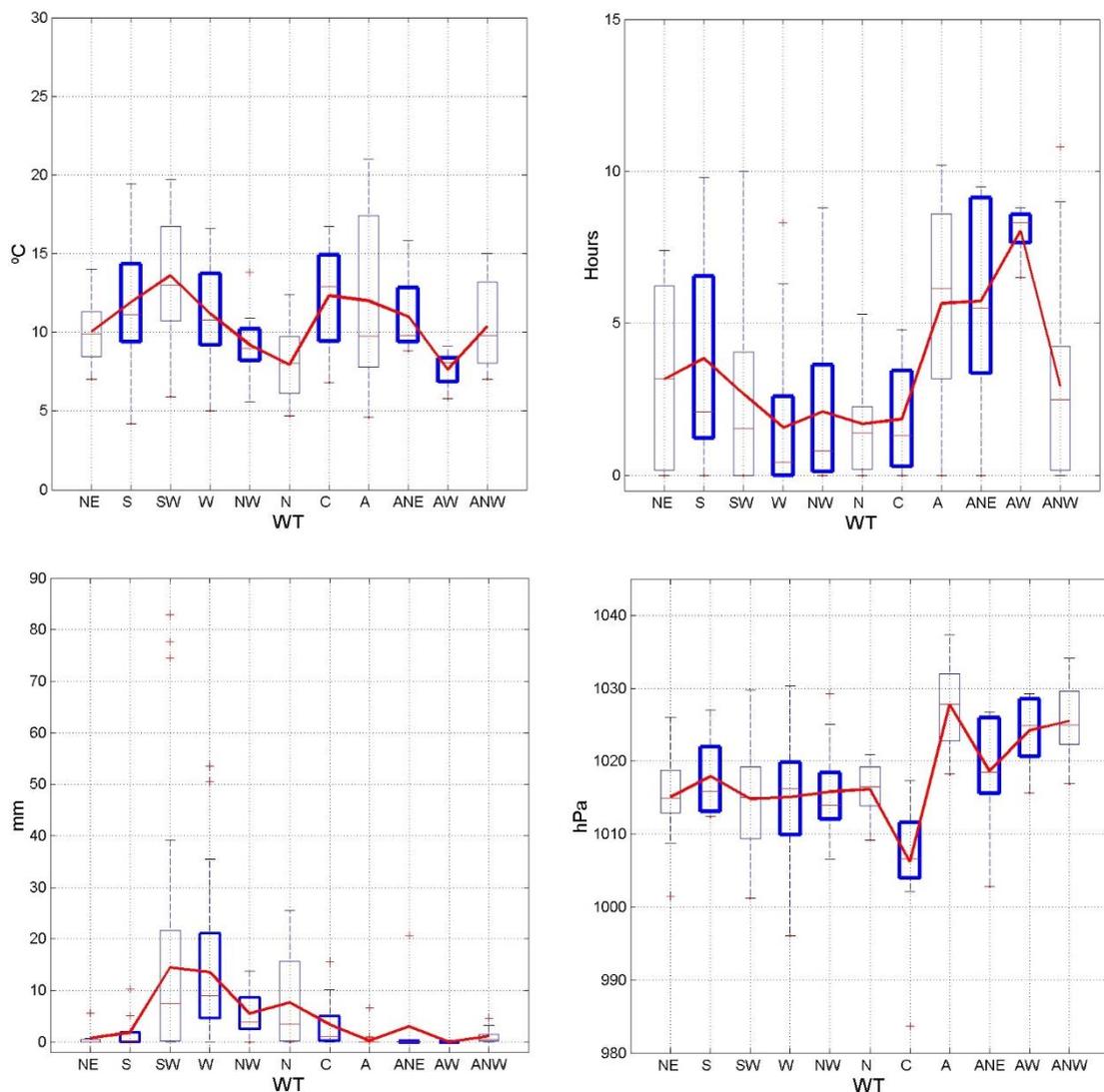


Figura 3.16 Variables meteorológicas para otoño.

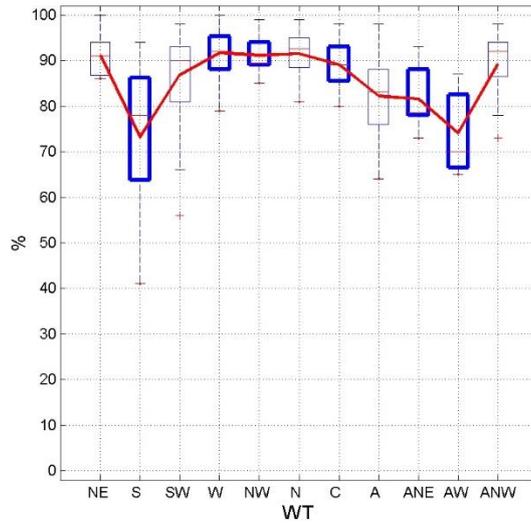


Figura 3.16 Continuación). Variables meteorológicas para otoño.



## 4. CONCLUSIONES

Se sabe que el ictus es una enfermedad que padece con más frecuencia la población de avanzada edad, aunque existen casos en gente joven, pero no sabemos qué es lo que hace o qué influye en que se produzca dicha enfermedad.

En el presente trabajo hemos llevado a cabo el estudio sobre la relación que existe entre los diferentes tipos de tiempo y la aparición de ictus. Para ello decidimos realizar una separación entre sexos y edad (mayores y menores de 60 años).

Por medio de los datos de ingresos hospitalarios proporcionados por el Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela (CHUS) y de los datos de las variables meteorológicas de la base ECA, llevamos a cabo nuestro análisis.

Hemos podido observar que los hombres son más vulnerables en cuanto a padecer un ictus, ya que existe mayor número de ingresos con respecto a las mujeres. Aun así, el número de ingresos por mujeres no es mucho menor. La estación en la que mayor número de ingresos se produce es la primavera, seguida del verano, otoño e invierno. Respecto a la edad, existe un mayor número de ingresos en mayores de 60 años ya que, como hemos comentado anteriormente, esta enfermedad no es común que la padezca gente joven.

Según la estación del año en la que nos encontremos, existen diferentes parámetros y tipos de tiempo que afectan de manera diferente según se trate de un hombre o de una mujer.

En invierno predominan nueve WT, de los cuales en hombres destacan C, ANW, SW y A y en mujeres AW y SW. Sin embargo, en hombres observamos que existe una diferencia notoria entre los WT, en cambio en las mujeres son datos proporcionales, por lo que llevamos a pensar que las mujeres son más meteorosensibles. De las variables analizadas, la temperatura parece afectar de manera especial en los WT que destacan en las mujeres, en cambio la humedad se muestra como un factor importante en la aparición de ictus.

En primavera dominan doce WT, siendo importantes en hombres AW y ANE, y en las mujeres N y C. En este periodo existe una gran diferencia en cuanto a los efectos de los WT en los diferentes sexos, habiendo en hombres un número mayor de ingresos. Además, la humedad parece ser un factor importante de estos WT en cuanto a la aparición de ictus.

En verano tenemos once WT, destacando en hombres AN, N y NW, y en mujeres S, C, AW y ANW. En esta estación no existe tanta diferencia en cuanto a la diferencia de sexo, pero sí sigue siendo un factor importante la humedad tanto en hombres como en mujeres. Además, las temperaturas medias parecen afectar más a las mujeres.

En otoño influyen once WT, siendo S, NW y W los más destacables en hombres y, ANE y AW en mujeres. Existe una mayor diferencia entre sexos, ya que lo que son casos con poca frecuencia en hombres, son destacables en mujeres. Observamos que en este periodo las mujeres son sensibles a las temperaturas altas, también la humedad sigue siendo importante en la aparición de ictus.

Podemos concluir que sí que observamos una relación entre la aparición de ictus y los distintos WT, que influyen de manera diferente según sexo, edad y la estación, y que según las distintas variables meteorológicas analizadas, la humedad y la temperatura parecen ser factores importantes, siendo esta última más destacable en mujeres, además de ser en primavera la estación en la que parece que las personas son más vulnerables a padecer un ictus.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buxton, N., Liu, C., Dasic, D., Moody, P., Hope, D. (2001). Relationship of aneurysmal subarachnoid hemorrhage to changes in atmospheric pressure: results of a prospective study. *Journal of Neurosurgery*, 95(3), 391-392. doi: 10.3171/jns.2001.95.3.0391
- Cámara, E. (2006). *Variables meteorológicas y salud*. (pp. 15-29, 37-48, 55-68). Madrid: Comunidad de Madrid.
- De Pablo Dávila, F., Rivas-Soriano, L., Sánchez y LLorente, J. M., Nájera-López, A. (2013). Effects of weather types on hospital admissions for respiratory diseases in Castilla-La Mancha, Spain. *Atmósfera*, 26(1), 95-107.
- Díaz, J., Gallego, B. (2004). Hipócrates y la medicina científica. *Revista Cubana De Medicina General Integral*, 20 (3).
- Gill, J., Davies, P., Gill, S., Beevers, D. (1988). Wind-chill and the seasonal variation of cerebrovascular disease. *Journal of Clinical Epidemiology*, 41(3), 225-230. doi: 10.1016/0895-4356(88)90125-4.
- Goodess, C.M., Palutikof, J.P. (1998). Development of daily rainfall scenarios for southeast Spain using a circulation-type approach to downscaling. *International Journal of Climatology*, 18, 1051-1083.
- Huth, R., Beck, C., Philipp, A., Demuzere, M., Ustrnul, Z., Cahynová, M., Kyselý, J., Tveito, O.E. (2008). Classifications of Atmospheric Circulation Patterns Recent Advances and Applications, in Trends and Directions in Climate

Research: *Annales of the New York Academy of Sciences*, 1146, 105–152.

Jehle, D., Moscati, R., Frye, J., Reich, N. (1994). The incidence of spontaneous subarachnoid hemorrhage with change in barometric pressure. *The American Journal of Emergency Medicine*, 12 (1), 90-91. doi: 10.1016/0735-6757(94)90209-7.

Jiménez Escrig, A. (2003). *Manual de neurogenética*. Madrid: Díaz de Santos.

Jiménez-Conde, J., Roquer, J. (2009). Los ritmos del ictus isquémico: factores externos que contribuyen a modular el momento de aparición de los eventos. *Medicina Clínica*, 132(17), 671-676. doi: 10.1016/j.medcli.2008.09.030.

Jones, P.D., Hulme, M., Briffa, K.R. (1993). A comparison of Lamb circulation types with an objective classification scheme. *International Journal of Climatology*, 13, 655-663.

Kalkstein, L.S., Valimont, K.M. (1987). Climate effects on human health. In Potential effects of future climate changes on forests and vegetation, agriculture, water resources, and human health. *EPA Science and Advisory Committee Monograph* no. 25389, 122-52. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Leetmaa, A., Reynolds, B., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Jenne, R., Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 437-470.

Kunst, A.E, Looman, G.W.N. (1993). Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time-series analysis. *American Journal of Epidemiology*, 137: 331-41.

Landers, T., Narotam, P. (1997). The effect of changes in barometric pressure on the risk of rupture of intracranial aneurysms. *British Journal of Neurosurgery*, 11(3), 191-195. doi: 10.1080/02688699746230.

- Lorenzo, M., Taboada, J., Gimeno, L. (2008). Links between circulation weather types and teleconnection patterns and their influence on precipitation patterns in Galicia (NW Spain). *International Journal of Climatology*, 28(11), 1493-1505. doi: 10.1002/joc.1646.
- Organización Mundial de la Salud (OMS), (2003). *Índice UV solar mundial: guía práctica*. (pp. 2-3, 16-17).
- Organización Mundial de la Salud (OMS), (2016). *Sol y salud. Cómo disfrutar saludablemente del sol*.
- Palao Sanchez, A., Gracia Fleta, F. (1989). Ischaemic cerebrovascular accident and climatologic factors. *Archivos de Neurobiología*, 52 (3), 161-5.
- Ramos, A. (2012). *Improving circulation weather type classifications using a 3D framework: relationship with climate variability and projections for future climates*. (Tesis Doctoral). Universidad de Vigo.
- Rodés, J., Piqué Badia, J., Trilla García, A. (2007). *Libro de la salud del Hospital Clínic de Barcelona y la Fundación BBVA*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Royé, D. (2015). *Relación entre la salud humana y el ambiente térmico en las principales ciudades de Galicia*. (Tesis Doctoral). Universidad de Santiago de Compostela.
- San Gil Martín, J. (1995). *Biometeorología psiquiátrica. Análisis meteorotrópico, meteoropatológico y estacional de las urgencias psiquiátricas en la isla de Tenerife*. (Tesis Doctoral) Universidad de La Laguna.
- Sarna, S., Romo, M. (1977). Myocardial infarction and weather. *Annals of Clinical Research*, 9 (4), 222-32.
- Trigo, R.M., DaCamara, C.C. (2000). Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal. *International Journal of Climatology*, 20, 1559-1581.
- Veliz Rojas, L.H., Bianchetti Saavedra, A.F. (2013). Climate change and public health: Actions from institutions in the current social-culture scene. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 22, 163-168.

Wang, X., Li, G., Liu, L., Westerdahl, D., Jin, X., Pan X. (2015). Effects of extreme temperatures on cause-specific cardiovascular mortality in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, 16136-16156; doi:10.3390/ijerph121215042.

## **PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

Federación Española de Ictus: *Ictus: un problema socio-sanitario*. Recuperado de: <http://www.ictusfederacion.es/el-ictus/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). Recuperado de: <http://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). Recuperado de: [http://www.who.int/phe/publications/solaruvflyer2006\\_es.pdf](http://www.who.int/phe/publications/solaruvflyer2006_es.pdf)

*Revista Cubana De Medicina General Integral*, 20 (3). Recuperado de: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol20\\_3\\_04/mgi13304.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol20_3_04/mgi13304.htm)